

رسائل البيرونى

للعلامة ابى الريحان البيرونى

المتوفى سنة ٤٤٠ هـ

وهى اربع رسائل

١ – استخراج الاوتار فى الدائرة

٢ – افراد المقال فى امر الظلال

٣ – تمهيد المستقر لمعنى الممر

٤ – راشيكات الهند

الطبعة الاولى

بمطبعة جمعية دائرة المعارف العثمانية

حيدرآباد الدكن

صانها الله تعالى عن جميع الآفات والبلايا والفتن

سنة ١٣٦٧ هـ

١٩٤٨ م

تعداد الطبع ٥٠٠ / ١٣٥٧ ف

Q
154
سوصت



۹۸۳۰۸

رسالة
فى
استخراج الاوتار فى الدائرة

لخواص الخط المنحنى الواقع فيها

للعلامة ابى الريحان محمد بن احمد

البيرونى رحمه الله تعالى

المتوفى فى سنة اربعين واربعمائة من الهجرة



الطبعة الاولى

بمطبعة جمعية دائرة المعارف العثمانية

حيدرآباد الدكن

صانها الله تعالى عن جميع البلايا والفتن

سنة ١٣٦٧ هـ / ١٩٤٨ م

تعداد الطبع ٥٠٠ / ١٣٥٧ ف

بسم الله الرحمن الرحيم

وقفت على ما استعلمتنيه من السبب الداعى اياى الى الولوع بتصحيح دعوى لقدماء اليونانيين فى انقسام الخط المنحنى فى كل قوس بالعمود النازل عليه من منتصفها والتنفير عن خواصه حتى نسبتنى لأجله الى الاشتغال بما يذكره محمد بن زكريا الرازى من فضول الهندسة من غير ان يشعر بحقيقة الفضول التى هى الزيادة على الكفاية فى كل شيء فانه لو شعر بها لوجد نفسه مرتبكة فى فضول الوسوسة التى افسد بها قلوبا متجافية عن الديانة اوشرهة بفضول الدنيا الى العتاد والرياسة وليس مقدار الكفاية من الهندسة ما ظنه الرازى واشار بفلسفته اليه، ثم عادى باقيه ولم يزل الناس اعدى ما جهلوا .

قال الله تعالى (واذ لم يهتدوا به فسيقولون هذا افك قديم) وانت فلو تحققت ماهية الهندسة وانها معرفة نسب الاجناس الواقعة تحت الكمية بعضها الى بعض وانها هى التى يتوصل بها الى معرفة مقدار كل ما يحتاج اليه من مذروع ومكيل وموزون مما بين مركز العالم وبين اقصى محسوس عنه وعرفت ان بها تمثل الصور

مجردة عن المواد وتتصور حقيقة البرهان تصورا قطاعا حتى لا يذهب على القيم بها ما يذهب على كثير من المحصلين فى المنطق مهما التزم مسلك صناعته •

ثم ترتقى بوساطة التدرب بها من المعالم الطبيعية الى المعالم الالهية التى تمتنع لغموض معانيها وصعوبة مآخذها ودقة طرائقها وجلالة امرها وبعد تصورها عن ان ينقاد لكل احد ويدركها من عدل عن سنن البرهان لما عدلنى على ذلك •

وذلك ان يفعل اذا لم يقنع فى المطلوب بالطريق الموصل اليه دون تضييع الزمان فى طلب طرق اخر اليه ثم لم يسفر فى آخر الامر عن نتائج هى عمدة علم الهيئة •

فاما كثرة الطرق فسبب جمعى اياها تدريب المتعلم بتنوعها ثم اتحادها ولأنها كانت لى فى الغربة مؤنسة ولاسامر من فارقتهم من الاصدقاء مذكرة وقد اثبتها لك لتأملها وتعرف كيف مآل جميعها الى النكتة الواحدة وما تثمر الفوائد فى العاقبة فيتمهد غزرى لديك فيما جمت (١) حوله من عذلى وزب لائم مليم ، وما التوفيق الا من عند الله تعالى •

الدعوى

اذا عطف فى قوس ما من دائرة خط مستقيم على غير تساو ونزل عليه من منتصف تلك القوس عمود فانه ينقسم به بنصفين •

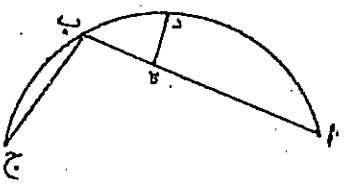
---

(١) كذا مثاله

مثاله ان خط ـ اب ج ـ المنحنى فى قوس ـ اب ج ـ قدنزل عليه من منتصف قوس ـ اب ج ـ وهو ـ د ـ عمود ـ د ه ـ •

فاقول ان خط ـ اب ج ـ المنحنى قد انقسم بنصفين اعنى ان ا ه ـ مساو لمجموع ـ ه ب ـ ب ج •

ش ـ ١



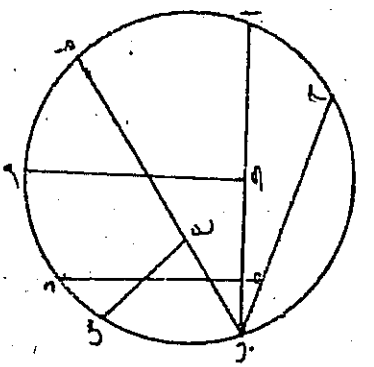
واما اختلاف الاوضاع فيه فان قوس ـ ا د ب ـ اذا فضلت على نصف الدور لم يحل قوس ـ ب ج ـ من ان يكون قاصرا عن كمال الدور فتكون القضية على حالها والصورة كهيئتها، اويكون فاضلا على كمال الدور مثل قوس ـ ب ا ط ـ فى الصورة الثانية فيصير منتصف قوس ـ ا د ب ج ط ـ نقطة ـ س ـ واعظم قسمى الخط المنحنى ـ ط ب ـ دون ـ ا ب ـ والعمود النازل عليه ـ س ع فيصير فى الدعوى ـ ط ع ـ مساويا لمجموع ـ ع ب ـ ب ج •

فاما مساواتها كمال الدورفقد سقطت من القسمة بقولنا على غير تساو ولانها تبطل صورة الخط المنحنى ويصير خط ـ اب ـ

فقط •

واما ان نقطة ـ ه ـ على وتر ـ اب ـ لا يقع خارج الدائرة فيظهر اذا انزلنا من نقطة ـ م ـ وهو منتصف قوس ـ ادب ـ عمود م ك ـ على خط ـ اب ـ فان ـ ك ه ـ بالضرورة تساوى نصف وتر ـ ب ج ـ لان قوس ـ م د ـ تساوى نصف قوس ـ ب ج ـ وكل ـ ب ج ـ يقصر عن كل ـ اب ـ فنصفه اقصر من ـ ك ب فنقطة ـ ه ـ فيما بين نقطتى ـ ك ـ ب ـ على كل حال •

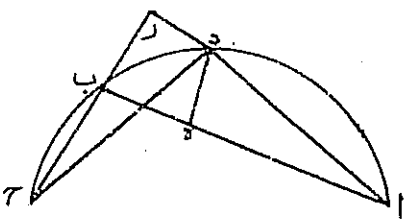
ش ـ ٢



البرهان عليه لاذرخور ابن اشتاذ جشنس

قال نخرج ـ ج ب ـ على استقامته وننزل عليه من ـ د عمود ـ د ز ـ ونصل ـ ا د ـ د ج ـ فلان فى مثلثى ـ د ز ج ـ د ه ا زاويتا ـ د ز ج ـ د ه ا ـ قائمتان وزاويتا ـ ز ج د ـ ه ا د ـ متساويتان لانهما على قوس واحدة فان المثلثين متشابهان و ـ ا د ـ يساوى

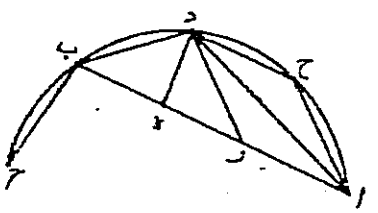
د ج ـ فد ز ـ مساو ـ لد ه ـ و ـ ج ز ـ مساو ـ له ب ـ و ـ د ب يقوى على ـ د ز ـ زب ـ كما يقوى على ـ د ه ـ ه ب ـ لكن ـ د ز مساو ـ لد ه ـ فتبقى ـ زب ـ مساوية لقوة ـ ب ه ـ فهما ايضا فى الطول متساويان وقد كان جميع ـ ج ز ـ مساويا ـ لا ه ـ فخطا ج ب ـ ب ه ـ المساوى مجموعهما لخط ـ ج ز ـ مساويان لخط ـ ا ه وذلك ما اردنا بيانه • ش ـ ٣



البرهان عليه من كتاب الدوائر لارشميدس
وكتاب سارينوس الثيبائى فى الاصول الهندسية

قال نفصل قوس ـ د ح ـ مساوية لقوس ـ د ب ـ ونصل د ح ـ د ب ـ ونجعل ـ ه ز ـ مساويا ـ له ب ـ ونصل ـ د ز د ا ـ فمن اجل ان عمود ـ د ه ـ مشترك يكون خطا ـ د ز ـ د ب متساويان ولأن قوس ـ د ب ـ مساوية لقوس ـ د ح ـ وقوس ح ا ـ الباقية متساوية لقوس ـ ب ج ـ فان زاويتى ـ ح د ا د ا ب ـ مساويتان لزاوية ـ د ب ا ـ اعنى زاوية ـ د ز ب ـ لكن

زاوية ـ د زب ـ مساوية لزاويتي ـ زاد ـ زدا ـ فزاويتا ـ زدا ـ ح دا ـ اذن متساويتان و ـ د ز ـ مساو ـ لدح ـ و ـ دا ـ مشترك فقاعدتا ـ از ـ اح ـ متساويتان لكن ـ اح ـ مساو ـ لب ج ـ فاز ـ مساو ـ لب ج ـ و ـ زه ـ مساو ـ له ب ـ فاز ـ مع ـ زه ـ مساو ـ له ب ـ مع ـ ب ج ـ • ش ـ ٤



(ج) برهان ابى سعيد الضرير بجرجان

وابو سعيد برهنه بمثل ذلك وقصد الابانة عن مساواة اضلاع مثلث ـ اح د ـ اضلاع مثلث ـ ازد ـ إلا انه ابتدأ بفصل قوس اح ـ مساوية لقوس ـ ب ج ـ فتبقى له من القوسين المتساويتين قوسا ـ د ح ـ د ب ـ متساويتين وذلك يقتضى تساوى زاويتى ح ا د ـ زاد ـ ثم فصل ـ از ـ مساويا ـ لاح ـ فتساوت قاعدتا ح د ـ ز د ـ لكن ـ ح د ـ د ب ـ متساويان ـ فد ب ـ د ز اذن متساويان وعمود ـ د ه ـ يقسم قاعدة ـ زب ـ بنصفين فاز ـ زه ـ يساوى ـ ه ب ـ ب ج ـ •

واتفق لى مثل هذا بعينه فى كتابى فى تصحيح المقول بين العرض والطول •

ابو على الحسن بن الحسن البصرى

وقصد ابو على مثل ذلك بتساوى مثلثى ـ ا ح د ـ ا ز د الا انه بينه بطريق آخر •

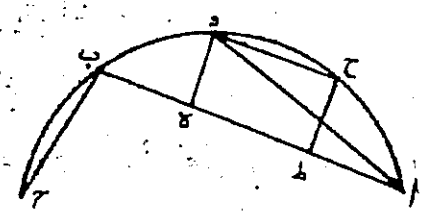
هو انه فصل قوس ـ د ح ـ مساوية لقوس ـ د ب ـ فتساوت زاويتا ـ ح ا د ـ ز ا د ـ ثم فصل ـ ه ز ـ مساويا ـ له ب ـ ووصل د ز ـ فتبين مساواة ـ د ز ـ د ب •

ثم قال ان شكل ـ ا ح ه د ب ـ فى هذه الدائرة ذواربعة اضلاع فزاويتا ـ ا ح د ـ ا ب د ـ فيه معادلتان لزاويتين قائمتين ولكن زاويتا ـ د ه ب ـ د ب ز ـ متساويتان فزاويتا ـ ا ح د د ز ب ـ اذن معادلتان لقائمتين فزاويتا ـ ا ح د ـ ا ز د ـ اذن متساويتان ومابقى فعلى مثال ما تقدم •

ابو سعيد احمد بن محمد بن عبد الجليل السجزى

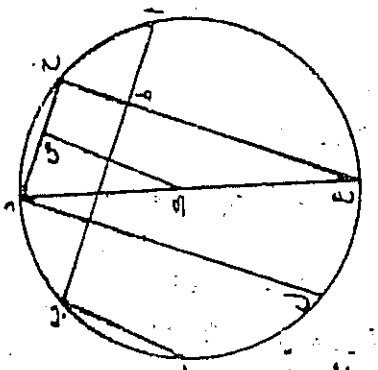
وذهب آخرون فى فصل قوس ـ د ح ـ ففصلوها مساوية لقوس ـ ب ج ـ واخرج ابو سعيد السجزى ـ د ح ـ موازيا لا ب ـ و ـ ح ط ـ موازيا ـ له ه ـ فانفصل قوسا ـ ا ح ـ د ب ـ متساويتان لتساوى زاويتى ـ ا د ح ـ ب ا د ـ وبقيت قوسا

ح د ـ ب ج ـ من كلا نصفى القوسين متساويتان ووتر ـ ز د مساو ـ لط ه ـ و ـ اح ـ ه ب ـ متساويان ـ فا ط ـ مع ـ ط ه مساو ـ له ب ـ مع ـ ب ج . ش ـ ه



ولكثرة استعمالى هذه المقدمة فى اقاويلى كيف نحوت فى بعضها هذا النهج واخرجت قطر ـ د ك ع ـ و د ه ـ على استقامته الى ـ ز ـ واخرجت ـ ع ج ـ على موازاة ـ د ل ـ ففصلا قوسى د ج ل ـ ع اح ـ متساويتين ووصلت ـ ح د ـ كانت زاوية ط ب ح ـ قائمة لكونها فى نصف الدائرة وسطح ـ د ه ط ح قائم الزوايا فهو متوازى الأضلاع ـ فج د ـ فيه مساو ـ لط ه واخرجت من مركز ـ ك ـ خط ـ ك س ـ على موازاة ـ ه د فقطع كل واحد من وترى ـ ا ب ـ ح د ـ بنصفين لقيامه عليهما وصار ـ ح س ـ مساويا ـ لس د ـ فـ ط م ـ مساو ـ لم ه ـ وبقى ا ط ـ ه ب ـ متساويان ـ و ـ ح د ـ المساوى ـ لط ه ـ مساو لب ج ـ فا ط ـ مع ـ ط ه ـ مساو ـ له ب ـ مع ـ ب ج .

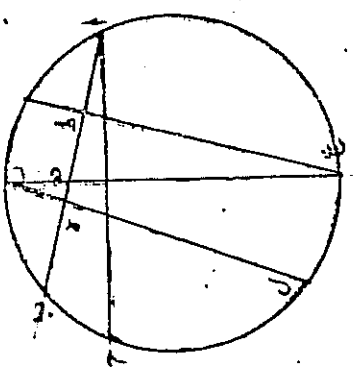
ش — ٦



ابو عبد الله محمد بن احمد الشنى

وله طريق قريب من هـذا وهو انه وصل ـ ع ل ـ فكان سطح ـ ط ه ل ع ـ قائم الزوايا تساوى عمودى ـ ل ه ع ط بتساوى ـ ا ط ه ب ـ وقطر ـ د ع ـ يقطع وتر ـ ا ج ـ بنصفين فزاويـــة ـ ص ـ قائمة ومثلثا ـ ا ص ف ـ د ف ه ـ متشابهان فزاويتا ـ ع د ل ـ ب ا ج ـ متساويتان فوترا ـ ع ل ـ ب ج متساويان ـ و ـ ع ل ـ ط ه ـ متساويان ـ فـــط ه ـ ب ج متساويان والباقى كمثل ما تقدم .

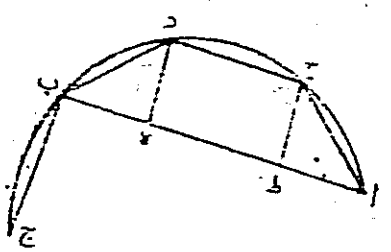
ش — ٧



القاضي ابو علي الحسن بن الحرث الحبوبي

والى شيه به ذهب القاضي ابو علي الحبوبي فقصل ـ ا ح مساوية لقوس ـ د ب ـ ووصل ـ ا ح ـ وانزل عمود ـ ح ط على ـ ا ب ـ وبين تساوي مثلثي ـ ا ح ط ـ د ه ب ـ بمساواة زاويتي ـ ط ه ـ للقيام وزاويتي ـ ح ا ط ـ د ب ه ـ لكونهما على قوسي ـ ح د ب ـ ا ح د ـ المتساويتين ومساواة ضلعي ـ ا ح د ب ـ فصل له تساوي ـ ا ط ـ ه ب ـ وعمودي ـ ح ط د ه ـ والواصلة بين اطراف الخطوط المتساوية المتوازية متساوية فح ـ د ـ مساو ـ لـ ط ه ـ و ـ ح د ـ ب ج ـ وترا قوسين متساويتين فيهما متساويتان ـ فا ط ـ مع ـ ط ه ـ مساو ـ له ب مع ـ ب ج . ومتى ما فصل خط ـ ه ز ـ مساويا ـ له ب ـ ووصل ه ز ـ ا د ـ د ج ـ كانت اضلاع مثلث ـ ا د ز ـ مساوية لاضلاع مثلث ـ د ب ج ـ فساوى ـ ا ز ـ ب ج ـ وحصلت صحة الدعوى .

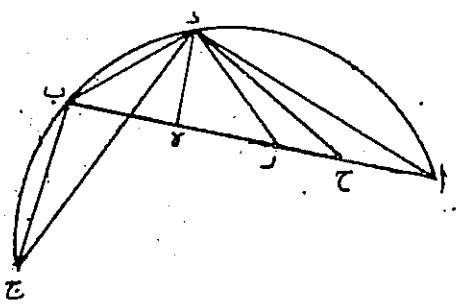
ش — ٨



ابو نصر منصور بن علي بن عراق مولى امير المؤمنين

و قد قصدوها من مقامد شتى من غير ان يفصلوا من قوس ا د ـ شيئا اما ابو نصر الجعدى فانه لما فصل ـ ه ز ـ مساويا ـ له ب ووصل ـ د ز ـ قال انخط ـ ز آ ـ لايمكن انيكون اعظم اواصغر من ـ ب ج ـ فان امكن ذلك فليكن اولا اعظم ونجعل ـ ا ح مساويا ـ لب ج ـ ان كان يمكن فكلاخطى ـ ا ح ـ ا د ـ مساو لكلاخطى ـ ج ب ـ ب د ـ وزاويتا ـ ا ج ـ متساويتان فقاعدتا د ز ـ د ح ـ متساويتان إلا ان ـ ه ز ـ مساو ـ له ب ـ وعمود ـ ه د مشترك ـ فد ز ـ مساو ـ لد ب ـ فد ز ـ ذ ح ـ من مثلث ـ ز د ح متساويان فزاويتا ـ ب ـ ح ـ فى مثلث ـ ب د ح ـ متساويتان فزاوية ـ د ز ح ـ الخارجة من مثلث ـ د ب ز ـ مساوية لزاوية د ب ز ـ الداخلة التى تقابلها هذا خلف ٠

وبمثله نبين انه لايمكن ان يكون اصغر ـ فز ا ـ اذن مساو لب ج ـ وما بقى فكما تقدم ٠ ش ـ ٩



وسلكت انا فى تبيين مساواة - از - ب ج - فى موضع آخر طريقا هو ان زاوية - د ز ب - مساوية لزاويتى - ز د ا - زاد لكن زاويتى - د ب ز - د ز ب - متساويتان فزاوية - د ب ز مساوية لزاويتى - ز د ا - ز اد - وزاوية - د ب ز - مركبة على نصف القوس المغطاة وزاوية - ز اد - على قوس - د ب - من النصف الآخر فتبقى زاوية - ز د ا - بمقدار تتمة قوس - د ب الى نصف المغطاة وهو - ب ج - فزاوية - ا د ز - ج د ب متساويتان وزاويتا - ا - ج - متساويتان فمثلثا - ا ز د - ج ب د - متشابهان وضلعا - ا د - د ج - فيهما متساويان فالمثلثان متساويان و - از - مساو - لب ج .

وفى كتاب تحصيل الراحة بتصحيح المساحة احتجت الى الابانة عن اتفاق الحال فى انطباق احمص القوس على حدبة الخط المنحنى دون تقابلهما اعنى بالحال انتصاف الخط مع انتصاف القوس فقصلت زاوية - ا د ز - مساوية لزاوية - ب د ج - حتى تساوت زوايا مثلثى - ا د ز - د ج ب - المنفرجتى زاويتى - ز - ب - المتساوى ضلعى - ا د د ج - وصار - از - مساويا - لب ج وحصل المطلوب .

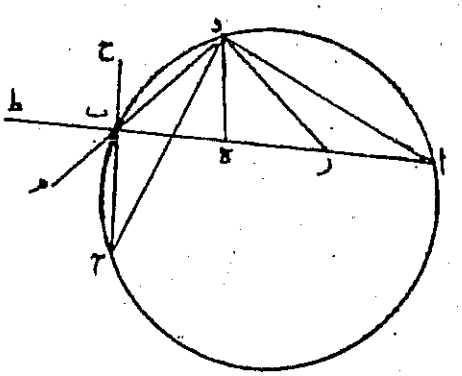
فان قيل بين احمص قوس - ا د ب - والخط المنحنى اعنى الكائن فى كمال هذه القوس الى تمام الدائرة لم ينصف عمود - د ه

ذلك

ذلك الخط المنحنى وانما ينصفه عمود قوسه اعنى الخارج من طرف القطر الى الطرف الآخر نقطة ـ د ٠

وقلت فى تعليلى ازيج حبش نفصل ـ ه ز ـ مساويا ـ اه ب ونصل ـ د ز ـ د ب ـ فيكونان متساويين ثم نصل ـ ا د ـ د ج ونخرج ـ ح ب ـ على استقامته الى ـ ح ـ فلأن زاوية ـ د ب ج على قوس ـ د ا ج ـ تتممها الى القائمتين وهو زاوية ـ د ب ج بمقدار قوس ـ د ب ج ـ المساوية لقوس ـ ا د ـ التى عليها زاوية د ب ا ـ فزوايا ـ د ب ا ـ د ب ج ـ د ز ه ـ متساوية وتبقى زاويتا ـ د ب ج ـ د ز ا ـ متساويتين وزاويتا ـ د ا ب ـ د ج ب متساويتان ـ و د ز ـ مساو ـ لد ب ـ فمثلثا ـ ا ج ب ـ د ب ج مع تشابههما متساويان ـ فا ح ـ مساو ـ لب ح ٠

ش ـ ١٠



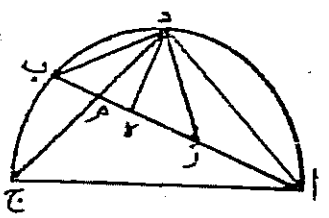
ويجوز ان يقال ان تتمة زاوية ـ د ب ج ـ الى القائمتين هى زاوية ـ ج ب م ـ وهى بمقدار قوس ـ د ل ج ـ فزاويتا ـ م ب

ج ـ د ب ا ـ متساويتان ونجعل زاوية ـ ه ب ج ـ مشتركة فتكون زاوية ـ د ل ج ـ مساوية لزاوية ـ ه ب م ـ وزاوية ـ ه ب م ـ مقابلة لزاوية ـ د ب ط ـ المساوية لزاوية ـ د ز ا ـ فزاوية د ل ج ـ اذن مساوية لزاوية ـ د ز ا •

ابو عبدالله الشنى

قد ذهب فى تصحيح ذلك الى ان فصل ـ ه ز ـ مساويا له ب ـ ووصل ـ د ز ـ ا ج ـ وقال ان فى مثلثى ـ د ز ب ـ ا د ج ـ المتساوى الساقين زاويتا ـ ج ب ـ على قوس واحدة فهما متشابهان فزاويتا ـ ا د ج ـ د ز ب ـ اذن متساويتان ونسقط زاوية ز د م ـ المشتركة فتبقى زاويتا ـ ا د ز ـ ج د ب ـ متساويتين وضلعا ا د ـ ا ز ـ من مثلث ـ د ا ز ـ مساويان لضلعى ـ ج د ـ د ب من مثلث ـ ج د ب ـ فقاعدة ـ ا ز ـ مساوية لقاعدة ـ ب ج •

ش ـ ١١

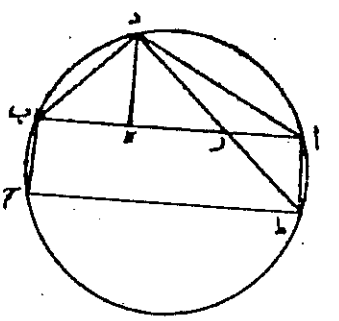


ابو علي الحبوبي

ذهب فيه الى ان تمم الدائرة وفصل ـ ه ز ـ مساويا ـ له ب ووصل ـ د ب ـ د ز ـ واخرج ـ د ز ـ على استقامته الى ـ ح ووصل ـ ا ح ـ ح ج ٠

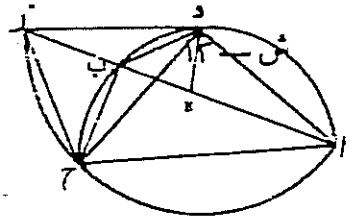
ثم قال ان زاويتي ـ ا ز ح ـ د ز ه ـ لأجل التقابل متساويتان وزاويتا ـ ا ح ز ـ د ب ه الكائنتان على قوس واحدة متساويتان فزاويتا ـ ا ح ز ـ ا ز ح ـ متساويتان ـ فا ح ـ مساو ـ لا ز ـ وزاويتا ـ ا ح د ـ د ح ج ـ متساويتان لكونهما على قوسين متساويتين فزاويتا ـ د ح ج ـ ا ز ح ـ متساويتان وهما متبادلتان فاب مواز ـ لح د ـ فقوسا ـ ا ح ـ ب ج ـ متساويتان فوترا ا ح ـ ب ج ـ متساويتان وقد كان ـ ا ح ـ مساويا ـ لا ز فا ز ـ مساو ـ لب ج ـ ٠

ش ـ ١٢



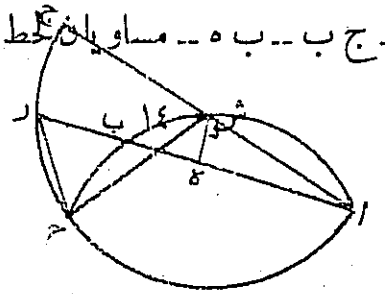
ارشميدس فى كتاب الدوائر

ومنهم من صحح ذلك فى الجانب الآخر كارشميدس فى كتاب الدوائر وساريتوس فى الاصول الهندسية برهان غير الذى حكيناه عنه .



وهو انه اخرج ـ اب ـ على استقامته وجعل ـ هـ ز مساويا ـ له ا ـ ووصل ـ دا ـ د ج ـ د ز ـ د ب ـ فلأن وتر ى اد ـ د ج ـ متساويان فان ـ د ز ـ د ج ـ متساويان وساقا ـ اد د ز ـ متساويان فان ـ د ز ـ د ج ـ متساويان وزوايا ـ د اب د ز ب ـ د ج ب ـ متساوية ولأن قوس ـ دا ـ مساوية لقوس د ج ـ فجعل قوس ـ اح ج ـ مشتركة فتساوى قوس ـ د اح ج قوس ـ د ج ح ا ـ لكن زاوية ـ د ب ج ـ على قوس ـ د اح ج ـ وزاويتا ـ د اب ـ ادب ـ على قوس ـ د ج ح ا ـ امازاوية د اب ـ فعلى قوس ـ د ب ـ وامازاوية ـ ا د ب ـ فعلى قوس ب ج ـ فزاوية ـ د ب ج ـ مساوية لزاويتى ـ د اب ـ ا د ب

وزاوية ـ د ب ز ـ الخارجة من مثلث ـ ا د ب ـ مساوية لزاويتى د ا ب ـ ا د ب ـ اللتين تقابلانها فزاويتا ـ د ب ج ـ د ب ز متساويتان وقد كان تبين ان زاويتى ـ د ز ب ـ د ج ب متساويتان فتبقى زاويتا ـ ج د ب ـ ز د ب ـ متساويتين و ـ د ز ـ مساو ـ لد ج ـ و ـ د ب ـ مشترك فقاعدتا ـ ج ب ـ ب ز متساويتان فخطا ـ ج ب ـ ب ه ـ مساويان لخط ـ ز ـ اعنى ـ ه ا .



اذرخور ابن اشتاذ جشنس

وذهب الآخرون فى تصحيح تساوى مثلثى ـ د ج ب ـ د ز ب ـ الى طرق اخر فاما اذرخور فانه وصل ـ ج ز ـ وبين تساوى خطوط ـ ا د ـ د ز ـ د ج ـ وتساوى زوايا ـ ا ز ج بمثل ما تقدم ثم قال ان مثلث ـ د ج ز ـ متساوى ساقى ـ د ج د ز ـ فزاويتا ـ د ج ز ـ د ز ج ـ فيه متساويتان فاذا القينا منها زاويتى ـ د ج ب ـ د ز ب ـ المتساويتين بقيت زاويتا ـ ب ج ز ـ ب

ب ز ج ـ متساويتين فيكون ـ ب ز ـ مثل ـ ب ج ـ و ـ ب ز مع ـ ب ه ـ مساو ـ له ب ـ ز ج ـ متساويتين فيكون ـ ب ز ـ مثل ب ج ـ و ـ ب ز ـ مع ـ ب ه ـ ايضا مساو ـ له ا ٠

ارشميدس وبعض اليونانيين

ولارشميدس فى كتاب الدوائر ولسارينوس برهان ثالث ووجدته بعينه فى مسائل لليونانيين لاثقة ان تكون لابلونيوس ترجمها يوحنا بن يوسف ٠

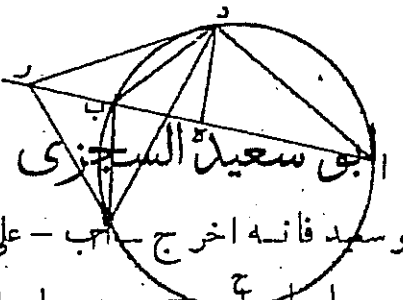
قال فلأن ـ د ج ـ وترفى الدائرة تكون قطعة ـ د ل ج اصغر من نصف دائرة وليس يمكن ان يكون اعظم منه لأن قوس ا د ـ تساويه وممتنع ان يفرز من دائرة قوسان متساويتان كل واحدة منهما اعظم من نصف الدور من غير ان يشترك بينهما شىء فزاوية ـ د ل ج ـ التى يقبلها منفرجة ومن اجل ان ـ ا د ـ وترفى الدائرة تكون قطعة ـ د ج ا ـ اعظم من نصف دائرة فزاوية د ب ا ـ التى يقبلها حادة وتبقى زاوية ـ د ب ز ـ منفرجة وزاويتا ـ د ز ب ـ د ج ب ـ متساويتان وخطا ـ د ج ـ د ز متساويان ونسبتهما الى خط ـ د ب ـ المشترك واحدة فمثلثا ـ د ب ز ـ د ب ج ـ زاوية من احدهما وهى ـ ج ـ مساوية لزاوية من الآخر وهى ـ ز ـ والاضلاع التى تحيط بزاويتين اخراوين متناسبة وزاويتا ـ د ب ج ـ د ب ز ـ كل واحدة منهما اعظم من قائمة

فالزاوية

فالزاوية الباقية متساوية والمثلثان متشابهان فهما ايضا متساويان .

وقلت فى كتابى فى المسائل المفيدة والجوابات السديدة فى علل زيج الخوارزمى نخرج — اب — على استقامته ونجعل — ب ز — مساويا لب ج — ونصل — ج ز — د ز — د ا — وننزل عمود — ب ط على — ج ك — فتنصف قاعدة — ج ز — لتساوى ساقى — ج ب ز ب — ويتساوى مثلثا — ط ج ب — ط ب ز — وزواياهما النظائر ولأن زاوية — اب ط — الخارجة من مثلث — ط ز ب — مساوية لزاويتى — ب ط ز — ب ز ط — الداخلتين وزاوية — د ب ج الخارجة من مثلث — ب ط ج — مساوية لزاويتى — ب ج ط ج ط ب — الداخلتين ومجموع زاويتى — ب ط ز — ز ب ط مساولمجموع زاويتى — ب ج ط — ج ط ب — فزاويتا — اب ط د ب ج — متساويتان ومجموع زاويتى — اب ط — ط ب ز — مساو لمجموع زاويتى — د ب ج — ج ب ط — إلا ان مجموع زاويتى اب ط — ط ب ز — معادل لقائمتين فمجموع زاويتى — د ب ج ج ب ط — كذلك معادل لقائمتين فخط — د ب ط — خط واحد مستقيم وهو عمود مثلث — د ك ج — القاسم قاعدته بنصفين فد ج — د ز — متساويان و — ا د — د ج — متساويان — فا د يساوى — د ك — فعمود — د ه — ينصف — ا ز — فاه — مساو له ب — ب ز — لكن — ب ز — فرض متساويا — اب ج — فاه — اذن

يساوى ـ ه ب ـ ب ج ٠ ش ـ ١٥ ٠



ابو سعيد السجزى

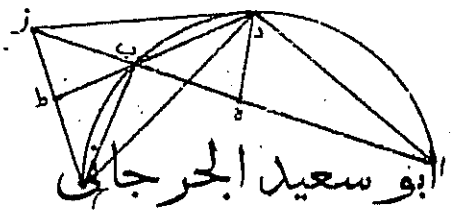
واما ابو سعيد فانه اخرج ـ اب ـ على استقامته حتى صار ـ ب ز ـ مساويا ـ ب ج ـ ووصل ما وصلنا فيما تقدم فلتساوى ـ ب ج ـ ب ز ـ تساوت زاويتا ـ ب ج ز ـ ب ز ج وزاوية ـ اب ج ـ الخارجة تساويهما فهى ضعف احداهما فزاوية ا د ج ـ المساوية لزاوية ـ اب ج ـ ضعف زاوية ـ ب ز ج فالدائرة المخطوطة على مركز ـ د ـ وبيعد ـ دا ـ تمر على نقطتى ج ـ ز ـ وزاوية ـ ا د ج ـ على مركزها وزاوية ـ ا ز ج ـ على محيطها مركبتان على قطعة واحدة منها ـ فا د ـ د ز ـ متساويان وزاويتا ـ د ا ه ـ د ز ه ـ متساويتان و ـ د ه ـ عمود على ـ ا ه ز فا ه ـ مساو ـ له ب ـ ب ز ـ اعنى ـ ب ج ٠

وذهب غيره فى تصحيح تساوى ـ ا د ـ د ز ـ ان زاويتى ـ د ا ج د ج ا ـ متساويتان ومجموع زاويتى ـ اب ج ـ د ا ج ـ معادل

لقائمتين

لقائمتين كما ان مجموع زاويتي ـ د ب ز ـ د ا ب ـ كذلك فزاوية د ب ز ـ مساوية لزاوية ـ د ب ج ـ وضلعا ـ ز ب ـ ز د ـ كضلعي ـ ج ب ـ ب د ـ فقاعدتا ـ د ز ـ د ج ـ متساويتان و ـ د ج ـ مساو ـ لدا ـ فدز ـ مساو ـ لدا ٠

ش — ١٦

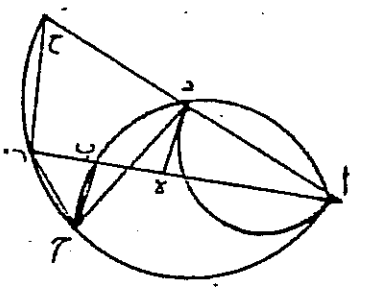


ابو سعيد الضرير

وذهب ابو سعيد الضرير الى اخراج ـ ا د ـ على استقامته حتى صار ـ د ح ـ مساويا ـ لدا ـ وادار على مركز ـ د ـ وببعد د ح ـ نصف دائرة فمرت لامحالة على نقطتي ـ ا ـ ج ـ ثم اخرج ا ب ـ على استقامته الى محيطها ووصل ـ ز ج ـ د ج ـ وبمثل ماتقدم بين ان ـ ب ز ـ مساو ـ اب ج ـ لأن ذلك حكم كل خط يخرج من ـ ا ـ قاطعا دائرة ـ ا د ب ـ اذا وصل بين قطعه اياها وبين ج ـ فان الخط الواصل يكون مساويا لما يقع منه بين الدائرتين ثم جعل ـ ه ب ـ مشتركا فصار ـ ج ب ـ ب ه ـ مساويا ـ لزه ـ

ولكن ـ د ه ـ عمود خرج من مركز دائرة ـ ا ز ج ـ على وتر ا ز ـ فيها فهو يقطعه بنصفين ـ فا ه ـ مساو ـ له ب ـ ب ز ـ اعنى ب ج ٠

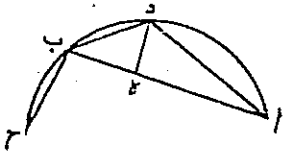
ش ـ ١٧



ابو سعيد السجزى

واشبيه بهذا عمل هو ايضا ما تقدم وادار على ـ ا د ـ نصف دائرة ـ ا ه د ـ ووصل ـ ز ج ـ وقال ان دائرتى ـ ا ج ح ـ ا د ج متماستان على ـ ا ـ فنسبة ـ ا د ـ الى ـ د ح ـ كنسبة ـ ا ه ـ الى ه ز ـ من اجل ان زاويتى ـ ا ه د ـ ا ز ح ـ قائمتان فى مثلثى ـ ا ه د ا ز ح ـ المتشابهين ـ فا ه ـ اذن يساوى ـ ه ز ـ وزاوية ـ ا د ج المساوية لزاوية ـ ا ب ج ـ على المركز وزاوية ـ ا ز ج ـ على المحيط فزاوية ـ ا ب ج ـ ضعف زاوية ـ ا ز ج ـ لكنها مساوية لمجموع زاويتى ـ ب ز ج ـ ب ج ز ـ فهما اذن متساويتان ـ فب ج مساو ـ لب ز ـ الباقى كما تقدم ٠

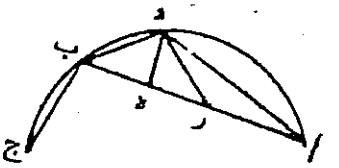
ش — ١٨



دعوى اخرى فى الخط المنحنى

ولأنا اذا عبرنا عن هذا الخط المنحنى مما يحدث منه فى القوس فقلنا اذا قسم قوس بنصفين و بقسمين مختلفين فان مضروب وتر القسمين المختلفين احدهما فى الآخر مع مربع وتر ما بين النصف وبين احد المختلفين مساولمربع وتر نصف القوس كانت خاصية حسنة نافعة وصار كل واحد مما تقدم فى الدعوى الاولى وهى مقدمة للاخرى وربما اسبقت كل واحدة عن صاحبتها وسواء عبرنا عن الخاصية بالاوتار فقلنا ان ضرب وتر — اب — فى وتر — ب ج مع مربع وتر — ه ب — مساولمربع وتر — اد — او عبرنا عنها بالجيوب التى هى انصاف اوتار اضعاف القسى فقلنا ان ضرب جيب قوس — اب — فى جيب قوس — ب ج — مع مربع جيب قوس د ب — يساوى مربع جيب قوس — اد •

ش — ١٩

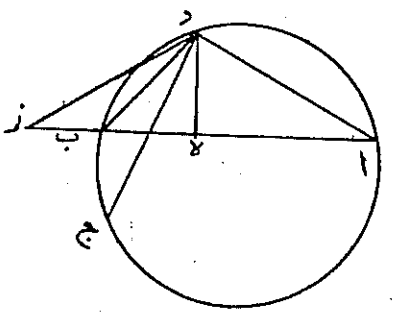


فاما المشهور عند الكافة بعد تقديم الاولى مقدمة فهو ان اب ج — المنحنى كخط واحد مستقيم منقسم بنصفين على — ه وبقسمين مختلفين على — ب — فضرب — اب — فى — ب ج — مع مربع — ب ه — مساولمربع — اه — ونجعل مربع — د ه — مشتركا فيكون ضرب — اب — فى — ب ج — ومربع — د ب — اعنى مربع ب ه — ه د — مساويا لمربع — ا د — اعنى مربعى — اه — ه د .

فقد صحت لهم هذه الدعوى بخاصية الشكل الخامس من المقالة الثانية من كتاب الاصول .

ويمكن ان تصح ايضا بخاصية الشكل منها فقد استبان ان — ا ز — مساو — لب ج — اذا افرز — ز ه — مساويا — له ب — وذلك ان خط — ب ز — قسم بنصفين على — ه — وزيد فيه — ز ا — فضرب ب ا — فى — ا ز — مع مربع — ز ه — مساولمربع — اه — ونجعل مربع — ه د — مشتركا فيكون ضرب — ب ا — فى — ا ز — مع مربعى

ز د ـ اعنى مربعى ـ ز ه ـ ه د ـ مساو لمربع ـ ا د ـ اعنى مربعى ـ اه ـ ه د ـ لكن ـ د ب ـ مساو ـ لد ز فضرب ـ ب ا ـ فى ـ ا ز ـ اعنى ـ ب ج ـ مع مربع ـ د ب ـ مساو لمربع ـ ا د ـ وذلك ما اردنا بيانه • ش ـ ٢٠



احد اليونانيين وابو سعيد السجزى وابوعلى البصرى

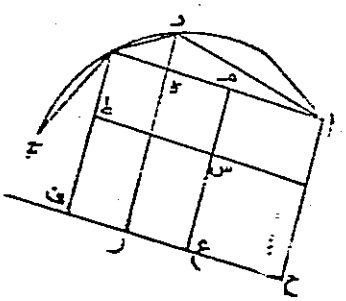
ومن الفضلاء من خفف ثقل هذه الموامرة ومنهم من طول قصرها فخرجت على هيآت مختلفة وقد وجدتها فى المسائل التى ترجمها يوحنا بن يوسف من اليونانى الى العربى واتفق مثلها بعينه لابى على البصرى وابى سعيد السجزى وبرهانها بطريقة واحدة وهى هذه •

كل مثلث متساوى الساقين يخرج فيه خط من الزاوية الى القاعدة فيقسمها بقسمين مختلفين فان ضرب احد القسمين المختلفين فى

الآخر ومربع ذلك الخط مساو لمربع احد الساقين •

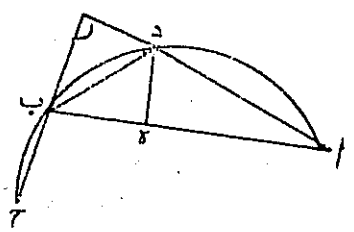
فليكن مثلث ـ ا د ز ـ متساوى ساقى ـ د ا ـ د ز ـ ولنخرج فيه الى القاعدة خط ـ د ب ـ كيف اتفق بعد ان لايكون عمودا عليها ، فاقول ان ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ز ـ مع مربع ـ د ب مساو لمربع ـ ا ب ـ ولندر البرهان على مثلث ـ ا د ب ـ دائرة تحيط به ونخرج عمود ـ د ه ـ فلان خط ـ ا ز ـ قسم بنصفين على ـ ه وبقسمين مختلفين على ـ ب ـ يكون مربع ـ ا ه ـ مساويا لضرب ا ب ـ فى ـ ب ز ـ مع مربع ـ ه ب ـ ونجعل مربع ـ د ه ـ مشتركا كما عملنا فيما تقدم الى ان ينتهى الى مساواة مربع ـ ا د ـ مربع ـ د ب ـ مع ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ز ـ فاذا اخرج ـ ب ج ـ مساويا لب ز ـ آل الامر الى مانحن فيه وصار ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج مع مربع ـ د ب ـ مساويا لضرب ـ ا د ـ فى ـ د ج •

ش—٢١



ويجوز ان نبرهنها بطريق السطوح الواقعة تحت الحس فنخرج عمود ـ د ه ـ على استقامته حتى يصير ـ ه ز ـ مساويا لا ه ـ ونتمم سطح ـ از ـ المتوازى الاضلاع فيكون مربع خط ا ه ـ وعلى خط ـ ه ب ـ نعمل مربع ـ ه ط ـ ونخرج ـ ط ك ـ على استقامته الى ـ ل ـ ونجعل ـ ه م ـ مساويا ـ له ب ـ ونخرج م س ع ـ موازيا ـ له ز ـ ونتمم سطح ـ ا ه ج ـ متوازى الاضلاع فبحسب المقدمة الاولى يكون ـ م ا ـ مساويا ـ لب ج ـ وهو فضل ما بين ـ ه ب ـ ه ا ـ تسمى القاعدة بالعمود ـ و ـ ه س ـ س ح ـ مربعان ـ فام ـ مساو ـ لك ز ـ وسطوح ـ اس ـ س ز زط ـ متساوية فسطح ـ ط ز ـ هو مربع ـ از ـ بنقصان مربع ـ ه ط ـ اعنى ـ ه س ـ عنه •

ش—٢٢



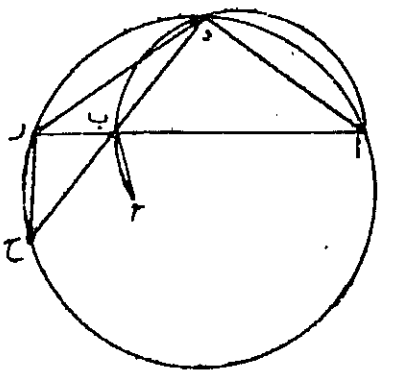
ولكن سطح ـ ط ح ـ هو ضرب ـ ل ط ـ المساوى لاب ـ فى ـ ط ف ـ المساوى ـ م ا ـ الذى هو مساو ـ لب ج فاذا زدنا عليه مربع ـ ب د ـ كنا كأنا زدنا فيه مربع ـ م ك اعنى ـ ك ب ـ قم ـ مربع ـ ا ز ـ بانجبار النقصان اليه ثم زدنا على المبلغ مربع ـ ه د ـ لكن مجموع مربع خط ـ ه د ـ ومربع ـ ا ز ـ الذى قد تم تساوى مربع ـ ا د ـ فاذن مربع ـ ب د ـ وضرب اب ـ فى ـ ب ج ـ يساوى مربع ـ ا د .

ابو نصر الجعدى

برهانه عليها انه اخرج ـ ج ب ـ على استقامته وانزل عليه عمود ـ د ز ـ فلان زاوية ـ ا د ج ـ بمقدار تتمة قوس ـ ا د ج الى كمال الدائرة تكون زاوية ـ ا ب ز ـ بمقدار قوس ـ ا د ج فزاويتا ـ ه ن د ـ د ن ز ـ متساويتان لان ـ ه ن د ـ على نصف قوس ـ ا د ج ـ وزاويتا ـ ه ز ـ قائمتان وضلع ـ د ب ـ مشترك فالمثلثان متساويان و ـ ب ز ـ مساو ـ لب ه ـ و ـ د ج ـ يقوى على ج ز ـ ز د ـ و ـ ب د ـ يقوى على ـ ب ز ـ ز د ـ فج د ـ اذن يقوى على ـ ب د ـ وزيادة قوة ـ ج ز ـ على ـ قوة ـ ب ز ـ وتلك الزيادة هى مربع ـ ج ب ـ مع ضعف ـ ب ز ـ فى ـ ب ج ـ لكن ـ ا ه مساو لمجموع ـ ه ب ـ ب ج ـ وقد تبين ان ـ ه ب ـ يساوى ـ ب ز ـ فاب ـ يساوى ـ ب ج ـ وضعف ـ ب ز ـ فمربع ـ د ج

يساوى مربع ـ ب د ـ وضرب ـ اب ـ فى ـ ب ج .

ش ـ ٢٣

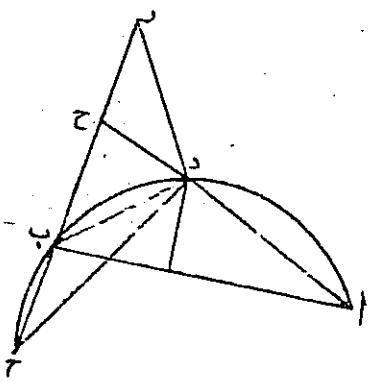


ابو سعيد السجزى

قال نخرج ـ اب ـ على استقامته حتى يكون مثلث ـ ا د ز متساوى ساقى ـ ا د ـ د ز ـ وندير على هذا المثلث دائرة تحيط به ونخرج ـ د ب ـ على استقامته الى محيطها ونصل ـ ح ز ـ فضرب ـ اب ـ فى ـ ب ز ـ مساولضرب ـ د ب ـ فى ـ ب ح ولكن ضرب ـ د ب ـ فى ـ ب ح ـ ومربع ـ د ب ـ مساولضرب د ح ـ فى ـ د ب ـ وزاويتا ـ د زا ـ د ح ز ـ من مثلثى ـ د ب ز د ح ز ـ مساويتان لانهما على قوسى ـ ا د ـ د ز ـ المتساويتين وزاوية مشتركة لهما يكون المثلثان متشابهين فنسبة ـ د ح ـ الى د ز ـ كنسبة ـ د ز ـ الى ـ د ب ـ فى ـ د ب ـ مساولمربع ـ د ز لكن ـ د ح ـ فى ـ د ب ـ مساو ـ لاب ـ فى ـ ب ز ـ مع مربع د ب ـ فاب ـ فى ـ ب ز ـ المساوى ـ اب ج ـ كما تبين اولا مع

مربع ـ د ب ـ مساولمربع ـ ا د ـ المساوى ـ لد ز •

ش ـ ٢٤



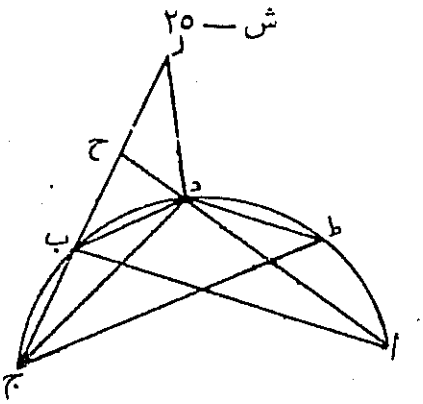
فهذه هى الطرق التى بنوها فى تصحيح هذه الدعوى على المقدمة الاولى ولهم فى ذلك طرق مستغنية عن تلك فكأنها سوابق وتلك لواحق منها •

طريق لابى نصر الجعدى

اخرج فيه ـ ج ب ـ على استقامته وانزل عليه عمود ـ د ح وجعل ـ ح ز ـ مساويا ـ اب ج ـ ووصل ـ د ز ـ فلان ـ د ج يقوى على ـ د ح ـ ج ح ـ و ـ د ب ـ يقوى على ـ د ح ـ ح ب فان مربع ـ د ج ـ مساولمربعى ـ د ب ـ ب ج ـ وضعف ضرب ح ب ـ فى ـ ب ج ـ لكن ـ ح ز ـ يساوى ـ ح ب ـ فمربع د ج ـ مساولمربع ـ د ب ـ وضرب ـ ز ج ـ فى ـ ج ب ـ جميعا وزاوية ـ ج ـ تساوى زاوية ـ ا ـ وخط ـ د ب ـ قسم زاوية ا ب ز ـ بنصفين وزاوية ـ ز ـ تساوى ـ د ب ج ـ فزاوية ـ ا ب د

تساوى زاوية ـ ج زد ـ وقد كانت زاوية ـ ج ـ مساوية لزاوية ا ـ وضلع ـ د ج ـ مساو لضلع ـ اد ـ فج ز ـ يساوى ـ اب ومربع ـ د ج ـ يساوى مربع ـ د ب ـ مع ضرب ـ ز ج ـ فى ج ب ـ فمربع ـ اد ـ اذن مساو لمربع ـ د ب ـ وضرب ـ اب فى ـ ب ج .

ش ـ ٢٥

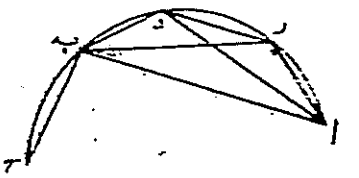


ابو عبدالله الشنى

فصل قوس ـ ا ط ـ مساوية لقوس ـ ب ج ـ ووصل ج ز ـ واخرج ج ـ ج ب ـ على استقامته حتى صار ـ ج ز ـ مساويا لخط ـ ج ط ـ وانزل عليه عمود ـ د ح ـ ووصل ـ د ز ـ فكلا خطى ـ ط ج ـ ح د ـ مساويان لكلا خطى ـ ز ج ـ ج د ـ وزاويتا ط ج د ـ ز ج د ـ على قوسين متساويتين فقاعدتا ـ د ز ـ ز ط متساويتان لكن ـ د ز ـ يساوى ـ د ب ـ فد ط ـ مساو ـ لد ب ـ فخط ـ ز ب ـ منقسم بعمود ـ د ح ـ بنصفين و ـ ب ج

زيادة ـ فيه فضرب ـ ز ب ـ فى ـ ج ب ـ مع مربع ـ ب ح مساولمربع ـ د ج ـ لكن ـ ا ب ـ يساوى ـ ج ز ـ اعنى ـ ج ط ـ فضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ مع مربع ـ د ب ـ يساوى مربع ـ ج د ـ اعنى ـ ا د ٠

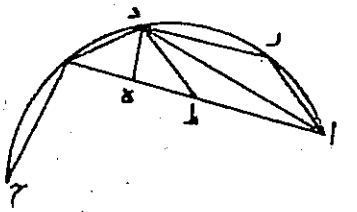
ش ـ ٢٦



ولما احتجت اليه فى بعض كتبى قلت نخرج ـ د ز ـ موازيا لاب ـ ونصل ـ ا ز ـ ا د ـ ز ب ـ ب د ـ فلان قوس ـ ا د مساوية قوس ـ د ج ـ وقوسا ـ ا ز ـ د ب ـ متساويتان تبقى قوس ـ د ز ـ مساوية قوس ـ ب ج ـ فوتراهما متساويان ولان ذا لربعة اضلاع ـ ا ز د ب ـ فى دائرة تحيط به يكون ضرب ـ ا د ـ فى ـ ز ب ـ مساويا لمجموع ضرب ـ ز د ـ فى ـ ا ب ـ وضرب ا ز ـ فى ـ د ب ـ لكن ـ ز د ـ مساو ـ لب ج ـ و ـ ا د ز ب ـ متساويان فاذن مربع ـ ا د ـ مساولضرب ـ ا ب ـ فى

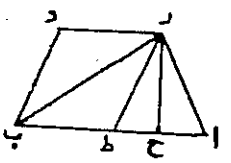
ب ج ـ اعنى ـ ز د ـ ومربع ـ د ب •

ش ـ ٢٧



وقلت فى موضع آخر من غير احالة على كتاب المجسطى نزل عمود ـ د ه ـ على ـ ا ب ـ ونصل ـ ا د ـ ونخرج ـ د ز ـ موازيا لا ب ـ و ـ د ط ـ موازيا ـ ز ا ـ فيكون مساويا له و ـ لد ب ـ وزاوية ـ د ط ا ـ منفرجة فمربع ـ ا د ـ يزيد على مربعى ا ط ـ ط د ـ لضرب ـ ا ط ـ فى ـ ط ب ـ اعنى فى ـ ط ه ـ مرتين لكن ضرب ـ ا ط ـ فى ـ ط ب ـ مع مربع ـ ا ط ـ مساو لضرب ب ا ـ فى ـ ا ط ـ فمربع ـ ا د ـ اذن مساو لمجموع ـ د ب ـ المساوى لد ط ـ اعنى ضرب ـ د ب ـ فى ـ ز ا ـ وضرب ـ ب ا ـ فى ا ط ـ اعنى مربع ـ ا ط ـ وضرب ـ ط ه ـ فى ـ ط ا ـ مرتين و ا ط ـ مساو ـ لح ز ـ و ـ ز د ـ مساو ـ لب ج ـ فمربع ـ ا د مساو لمربع ـ د ب ـ وضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج •

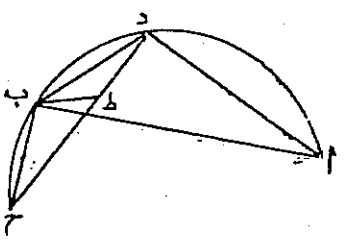
ش — ٢٨



سليمان بن عصمة السمرقندى

له رسالة فى مساحة ذوات النواحى اخرج فيها فى المتوازى الضلعين المتساويين آخرين ـ و ز ـ موازيا ـ لا ب ـ وفصل ب ط ـ مساويا ـ از ب ـ ووصل ـ ز ط ـ فساوى ـ د ب المساوى ـ لا ب ـ المساوى ـ لزا ـ واخرج عمود مثلث ـ ا ز ط فقسم ـ ا ط ـ على ـ ج ـ بنصفين و ـ ط ب ـ زيادة فيه فضرب ا ب ـ فى ـ ب ط ـ مع مربع ـ ح ط ـ مساولمربع ـ ح ب ـ ثم جعل مربع ـ ز ح ـ مشتركا حتى صارضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ط ـ اعنى فى ز ب ـ المساوى ـ لب ح ـ مع مربع ـ ز ط ـ اعنى ـ د ب ـ مساويا لمربع ـ ز ب ٠

ش — ٢٩



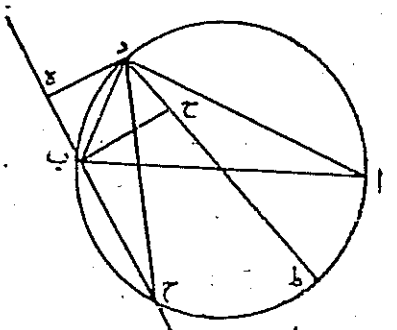
ابو الحسن

ابو الحسن علي بن عبد الله بن بامشاذ

ذهب فيه الى شبيه مما بين به بطلميوس خاصية ذى الاربعة الاضلاع فى الدائرة وقال ان زاويتى ـ ب د ج ـ ب ج د ـ على قوس ـ د ب ج ـ فهما متساويتان لزاوية ـ د ب ا ـ ثم افرز من زاوية ـ د ب ا ـ زاوية مساوية لزاوية ـ د ج ب ـ وتلك زاوية د ب ط ـ فهى فى مثلث ـ د ب ط مساوية لزاوية ـ د ج ب فى مثلث ـ د ج ب ـ وزاوية ـ ج د ب ـ مشتركة للمثلثين فهما اذن متشابهان فنسبة ـ ج د ـ الى ـ د ب ـ كنسبة ـ ب د ـ الى د ط ـ فمضروب ـ ج د ـ فى ـ د ط ـ مساو لمربع ـ ب د ـ ولان زاوية ـ د ب ا ـ مساوية لزاوية ـ ب د ج ـ ب ج د ـ وقد فصل زاوية ـ د ب ط ـ مساوية لزاوية ـ ب ج د ـ فان زاوية ط ب ا ـ الباقية تساوى زاوية ـ ب د ج ـ وزاويتا ـ ا ب ج ا د ج ـ متساويتان فجميع زاوية ـ ا د ب ـ مساوية لجميع زاوية ـ ط ب ج ـ ومثلث ـ ا د ب ـ شبيه بمثلث ـ ط ب ج فنسبة ـ ا ب ـ الى ـ ط ج ـ كنسبة ـ ا د ـ الى ـ ب ج فمضروب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ مساو لمضروب ـ د ج ـ فى ـ ج ط ـ وقد كان مضروب ـ ج د ـ فى ـ د ط ـ مساويا لمربع ـ ا د ومضروب ـ د ج ـ فى كل واحد من قسمى ـ د ط ـ ط ج ـ هو مربع ـ د ج ـ المساوى لمربع ـ ا د ـ فمربع ـ ا د ـ اذن مساو لمربع

د ب ـ مع مضروب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ٠

ش ـ ٣٠



ابو الحسن المصرى بسمرقند

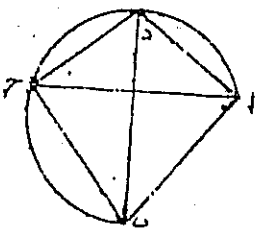
الذى حكى عنه جزى(١) وكأن حاجته كانت قصرت عليه وسياقة الحكاية انه فرض زاوية ـ ا د ج ـ قائمة وقال ان ـ د ج يقوى على ـ د ب ـ وضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ ثم تمم الدائرة واخرج فيها قطر ـ د ط ـ وانزل عليه عمود ـ ب ح ـ ومن ـ د على ـ ب ج ـ عمود ـ د ه ـ فتساوى ـ د ج ه ب ـ واخرج ب ج ـ على استقامته حتى صار ـ ج ك ـ ضعف ـ ه ب ـ فمعلوم ان ـ ب ك ـ مساو لقطر ـ د ط ـ ولانفراج زاوية ـ د ب ج يقوى ـ د ج ـ على ـ د ب ـ ب ج ـ مع ضعف ضرب ـ ب ج فى ـ ه ب ـ اعنى ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ج ك ـ ولكن مربع ـ ب ج ـ مع ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ج ك ـ مساو لضرب ـ ب ج فى ـ ب ك ـ اعنى ـ ا ب ـ القطر فضرب ـ ا ب ـ القطر فى ـ ب ج

(١) كذا مساو

مساو لمربع – ب ج – وضرب – ب ج – فى – ج ك – فمربع د ج – اذن مساو لمربع – د ح – وضرب – اب – فى – ب ج •

وعلى جزئيته لايساوى – ب ك – القطر بزيادة ضعف – ه ب – فى – ب ج – الاعند مساواة قوسى – د ب – ج ط – وزوال الحكاية عن الصواب محمول على الحاكى دون ابى الحسن فربما اسقط النسيان عنه شيأ زال به الامر عن الحقيقة •

ش—٣١



اتمام هذه الدعوى الثانية بقسمها الثانى حتى تكون دعوى ثالثة

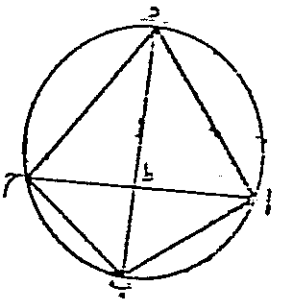
وكما ان قسمة القوس بنصفين وبقسمين مختلفين افادت فى اوتار خاصية مشابهة لما يقبلها الخط المستقيم المنقسم كذلك فان القوس المنطاة اذا قسمت بنصفين وزيد عليها من دائرتها قوس ما على استدراتها فان اوتار تلك الاقسام تقبل ايضا خاصية شبيهة مما يقبلها الخط المستقيم كذلك ، وهى ان مضروب وتر القوس

المنطاة مع الزيادة فى وتر الزيادة مع مربع نصف القوس المنطاة يساوى مربع وتر مجموع هذا النصف مع الزيادة •

مثاله ان القوس المنطاة ـ ا د ج ـ منتصفها ـ د ـ وقد زيد عليها قوس ـ ج ب ـ •

فأقول ان ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ مع مربع ـ د ج مساولمربع ـ د ب ـ •

ش—٣٢



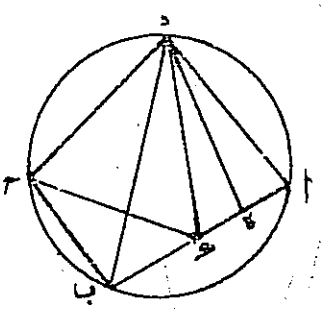
ابو الحسن بن بامشاذ

وصل ـ ا ج ـ مقاطعا ـ لد ب ـ على ـ ط ـ وتم الدائرة فزاويتا ـ ا ب د ـ د ب ج ـ متساويتان لتساوى قوسى ـ ا د د ج ـ وزاويتا ـ ج د ب ـ ج ا ب ـ متساويتان لانهما على قوس واحدة فمثلثا ـ ج د ب ـ ـ ب ط ا ـ متشابهان فنسبة ـ ا ب الى ـ ب ط ـ كنسبة ـ د ب ـ الى ـ ب ج ـ فمضروب ـ ا ب فى ـ ب ج ـ مساولمضروب ـ ب ط ـ فى ـ د ب ـ وايضا

فان زاويتى ـ د ب ج - ا ج د ـ متساويتان وزاوية ـ ج ب د مشتركة لمثلثى ـ د ب ج ـ ط ج د ـ فهما متشابهان ونسبة ـ ب د الى ـ د ج - كنسبة ـ د ج ـ الى ـ د ط ـ فمضروب ـ ب د ـ فى د ط ـ مسا ولمربع ـ د ج ـ وقد كان تبين ان مضروب ـ اب فى ـ ب ج ـ مسا ولمضروب ـ ب ط ـ فى ـ د ب ـ ومضروب د ب ـ فى كل واحد من قسميه اعنى ـ د ط ـ ـ ط ب ـ هو مربع د ب ـ فمضروب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ مع مربع ـ ج د ـ مساو لمربع ـ د ب ـ وهو ما قلناه •

ولابى جعفر الخازن مثله لكنه حصل فيه مساواة ضرب ـ ب د ـ فى ـ د ط ـ ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ من تشابه مثلثى ـ ج ط ـ ب د ـ لتساوى زاويتى ـ ج ب ط ـ د ب ا فيهما وتساوى زاويتى ـ ط ج ب ـ ا د ب ـ وحصل مساواة ضرب ب د ـ فى ـ د ط ـ مربع ـ د ج ـ المساوى ـ لا د ـ من تشابه مثلثى ـ ا ط د ـ ا ب د ـ لتساوى زاويتى ـ د ا ط ـ د ب ا ـ واشتراك زاوية ـ ا د ط ـ فيهما •

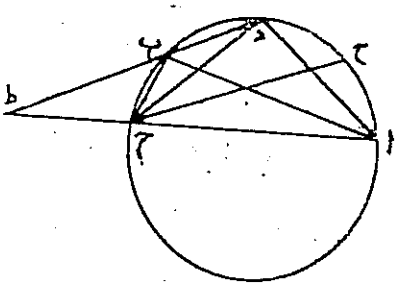
ش ـ ٣٣



برهان لبعضهم على ذلك ولم يذكر اسمه

فصل ـ ب ك ـ مساويا ـ لب ج ـ ووصل ـ ك ج ـ ك د وانزل عمود ـ د ه ـ فلتساوي زاويتي ـ ج ب د ـ د ب ا ـ مع تساوي ضلعي ـ ك ب ـ ب ج ـ تساوي قاعدتا ـ ك د ـ د ج اعني ـ اب ـ ولتساوي ساقي ـ دك ـ دا ـ يكون ـ ه ـ منتصف اك ـ ويكون ـ ك ب ـ زيادة فيه فضرب ـ اب ـ في ـ ب ك مع مربع ـ ه ك ـ مساولمربع ـ ه ب ـ فليكن مربع ـ د ه ـ مشتركا حتى يكون ضرب ـ اب ـ في ـ ك ب ـ اعني ـ ب ج ـ مع مربع دك ـ اعني ـ د ج ـ مساويا لمربع ـ ب د ـ المساوي لمربعي ـ ب ه ه د .

ش ـ ٣٤



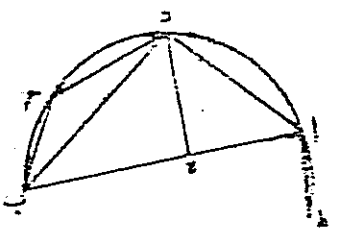
وهاتان الخاصيتان تشتبكان حتى تصحح احداهما الاخرى وتصح بنفسها منفردة .

والمتقدمة وهي الدعوى الثانية فلنخرج ـ د ب ـ على

استقامته حتى يلقى ـ ا ج ـ على ـ ط ـ فلان ضرب ـ ط ا ـ فى ط ج ـ مساو لضرب ـ د ط ـ فى ـ ط ب ـ تكون نسبة ـ ا ط ـ الى ط ب ـ كنسبة ـ د ط ـ الى ـ ط ج ـ فمثلثا ـ ا ب ط ـ د ج ط متشابهان فزاويتا ـ ا ب ط ـ د ج ط ـ متساويتان ولمعادلة زاويتى د ا ج ـ ب د ج ـ القائمتين كمعادلة زاويتى ـ ب د ج ـ ج د ه اياهما تساوى زاوية ـ ج ب ط ـ زاوية ـ د ا ط ـ المساوية لزاوية د ب ا ـ فزاوية ـ د ب ا ـ مساوية لزاوية ـ ا ب ط ـ اعنى ـ د ج ط ويتشابه مثلثا ـ د ج ط ـ د ب ج ـ وتكون نسبة ـ ج د ـ الى د ط ـ كنسبة ـ ب د ـ الى ـ د ج ـ فمربع ـ د ج ـ اذن مساو لمضروب ـ د ب ـ فى ـ د ط ـ وضرب ـ د ب ـ فى ـ د ط ـ هو كضرب ـ د ب ـ فى ـ ب ط ـ مع مربع ـ د ب ـ ولان كل واحدة من زاويتى ـ ا د ب ـ ب ج د ـ مع زاوية ـ ب ج ا ـ قائمة فانهما لذلك متساويتان ومثلثا ـ ا د ب ـ ب ج ط ـ متشابهان ونسبة ـ ا ب ـ الى ـ ب د ـ كنسبة ـ ط ب ـ الى ـ ب ج فضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ مساو لضرب ـ ط ب ـ فى ـ ب د فاذا جعل مربع ـ د ب ـ مشتركا كان ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج مع مربع ـ د ب ـ مساويا لضرب ـ ط ب ـ فى ـ ب د ـ مع مربع ـ د ب ـ وقد تقدم ان ذلك مساو لمربع ـ د ج ـ فضرب ا ب ـ فى ـ ب ج ـ مع مربع ـ ب د ـ مساو لمربع ـ د ج ـ اعنى

مربع ـ ا د ٠

ش ـ ٣٥



وقد صحت الدعوى الثانيـة ، فان اريد تصحيح الثالثة منها فصل قوس ـ ا ح ـ مساوية لقوس ـ ج ب ـ ووصل ـ ج ح فمعلوم ان ـ د ـ يكون منتصف قوس ـ ح ب ـ وتكون قوس ب ج ـ زيادة فيها فلما تقدم من خاصية الثانية يكون ضرب وتر ح ج ـ اعنى ـ ا ب ـ فى وتر ـ ج ب ـ مع مربع وتر ـ ب د مساويا لمربع ـ ج د ـ وقد صحت الدعوى الثالثة من الثانية ٠

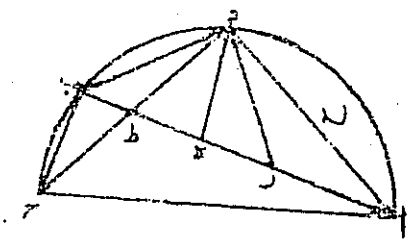
ثم ان قدمت الثالثة واريد تصحيح الثانية منها فصل قوس د ح ـ مساوية لقوس ـ د ب ـ فانقسمت قوس ـ ح ب ـ على ـ د بنصفين وقوس ـ ب ج ـ زيادة فيها فضرب ـ ح ج ـ المساوى لا ب ـ فى ـ ج ب ـ مع مربع ـ ب د ـ مساولمربع ـ ج د ـ اعنى ا د ـ وذلك ما اردناه ٠

واذا

واذا كانت الدعوى الثانية منفردة وخاصيتها متقدمة فبطريق مشابه للطرق المتقدمة يسهل تصحيح الثالثة منها وتعليق قضيتها بقضيتها بغير ما ذكر ابوالحسن بن بامشاذ وغيره هكذا •

لنرد على قوس — ا د ج — قوس — ا ط — مساوية لقوس ب ج — ونصل — ا ط — فيصير جميع قوس — ط د ب — منقسمة بنصفين على — د — وبقسمين مختلفين على — ا — ويكون ضرب — ب ا فى — ا ط — اعنى — ب ج — مع مربع — ا د — اعنى — د ج — مساويا لمربع — د ب — وعموده — د ه — يقسم خط — ب ا ط — المنحنى على — ه — بنصفين فيكون — ب ه — مساويا — لا ه — ا ط — وخط ب ا ط — مساو لخط — ا ب ج — فخط — ه ب — مساو لمجموع — ا ه — ب ج •

ش — ٣٦



دعوى رابعة على الخط المنحنى

وتوجد لهذا الشكل خاصية اخرى نافعة،هى ان فصل مابين

مثلث ـ ا ج د ـ لتساوى الساقين ومثال ـ ا ب ج ـ لمختلفهما(١) مساولمضروب ـ د ه ـ فى ـ ه ب •

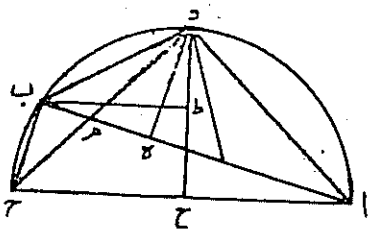
ونبرهن هذه الدعوى بان نسقط مثلث ـ ا ط ج ـ المشترك ثم نفرز ـ ه ز ـ مساويا ـ له ط ـ ونصل ـ د ز ـ وقد تبين فيما تقدم من تساوى مثلثى ـ د ز ا ـ د ز(٢) ـ تساوى زاويتى ـ د ز ا د ب ج ـ فنفصل من زاوية ـ د ز ا ـ زاوية ـ ا ز ح ـ مساوية لزاوية ـ ج ب ط ـ فيتساوى مثلثا ـ ا ز ح ـ ب ط ج ـ ويسقطهما قصاصا فيبقى مثلث ـ د ز ح ـ مساويا لمثلث ـ د ط ب ـ ونجعل مثلث ـ د ه ط ـ مشتركا فيكون مثلثا ـ د ز ح ـ د ه ط ـ مساويان لمثلث ـ د ه ب ـ فنحرف ـ د ط ز ح ـ اذن وهو فضل مثلث ا د ب ـ مساولمثلث ـ د ز ب ـ وذلك ضرب عمود ـ د ه ـ فى ه ب ـ نصف القاعدة •

وايضا فان مثلثى ـ ا ز د ـ د ب ح ـ اذا كانا متساويين كان فضل مثلث ـ ا ز د ـ على مثلث ـ ب ط ح ـ هو مثلث د ب ط ـ ففضل ـ مثلث ـ ا د ط ـ على ـ ب ط ج ـ هو مثلث د ز ب ـ المساوى لضرب ـ د ه ـ فى ـ ه ب ـ لكن فضل مثلث ا د ط ـ على مثلث ـ ب ط ج ـ هو فضل مثلث ـ ا د ج ـ على مثلث (٣) لان مثلث ـ ا ط ج ـ مشترك •

---

(١) كذا (٢) هكذا فى الاصل (٣) هكذا فى الاصل . .

ش — ٣٧



ابو نصر الجعدى

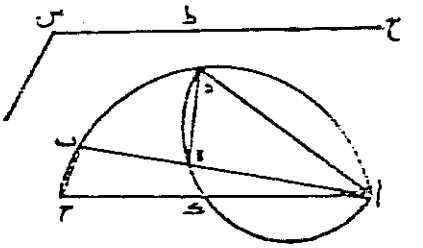
فصل — اح — مساويا — لط ج — ووصل — ح ز — فتساوى مثلثا — اح ز — ج ط ب — وتى مثلثا — د ز ح — اط ب — متساويان فمثلثات — ب ط ج — ب ط د — د ط ز — مساوية لمثلث — ا د ط وجعل مثلث — اط ج — مشتركا فكان مثلثا — اه ط — اط ج مساويين لمثلثات — اط ج — ب ط ج — ب ط د — د ط ز — ففصل ما بين مثلثى — ا د ج — اب ج هو مثلثا — ب ط د — د ط ز — ومجموعهما يساوى ضرب — د ه فى — ه ب — .

ابو عبد الله الشنى

وصل — اج — واخرج عليه عمود — د خ — وعمود — ب ط على — د ح — فتشابهت مثلثات — اك ح — ك ب ط — د ك ه — ونسبة اح — الى — ه د — كنسبة — ب ه — الى — ط د — فضرب — اح — فى د ط — مساو لضرب — ه د — فى — ب ه — وضرب — اح — فى — د

ط ـ هو فضل ضرب ـ د ح ـ فى ـ ح ج ـ على ضرب ـ ط ح ـ فى ح ج ـ هو فضل مثلث ـ ا د ج ـ على مثلث ـ ا ب ج •

ش ـ ٣٨



وهذه الخواص مشتبكة بعضها ببعض تصح احداهما من صحة الاخرى فان فضل ما بين مثلثى ـ ا د ج ـ ا ب ج ـ اذا كان متقررا انه مساولضرب ـ د ه ـ فى ـ ه ب ـ وفضلنا ـ ه ز ـ مساويا له ب ـ ثم استطنا مثلث ـ ا م ج ـ المشترك بقى فضل مثلث ـ ا د م على مثلث ـ ب ه ج ـ هو ضرب ـ د ه ـ فى ـ ه ب ـ اعنى مثلث ا ز ب ـ ولذلك يكون فضل مثلث ـ ا د م ـ على مثلث ـ د ب ج هو مثلث ـ د ز م ـ فمثلث ـ ا د ز ـ مساولمثلث ـ د ب ج ـ وضلعا ا د ـ د ز ـ مساويان ـ لضلعى ـ ج د ـ د ب ـ فضلع ـ ا ز ـ الثالث مساولضلع ـ ب ج ـ وكانفضلنا ـ ه ز ـ مساويا ـ له ب ـ فمجموع ا ز ـ ز ه ـ مساولمجموع ـ ه ب ـ ب ج •

وهنالك استبان انه اذا كان وترقوس قاعدة مثلثين فيهما احدها

متساوى الساقين والآخر مختلفهما فان احاطة الاول اعظم من احاطة الآخر من اجل ان ـ ا د ـ اعظم من ـ ا ه ـ فد ج ـ ايضا اعظم من مجموع ـ ه ب ـ ب ج ـ ونجعل ـ ا ج ـ مشتركا فمجموع ـ ا د د ج ـ ا ج ـ اعظم من مجموع ـ ا ه ـ ه ب ـ ب ج ـ ا ج ـ فاضلاع مثلث ـ ا د ج ـ مجموعه اعظم من اضلاع مثلث ـ ا ب ج ـ مجموعه وذلك ما اردنا ان نبين ٠

وهذه الخواص التى قدمناها معدودة من الاصول الهندسية ولذلك رجعت اليها فى مطلوبات كثيرة خرجت بها ، وانا اذكر عدة من ذلك ومتى اتفق لغيرى منها شئ نسبته اليه وسميته باذن الله تعالى وعونه ٠

اخراج خطين من نقطتين مفروضتين يحيطان بزاوية مفروضة يساوى مجموعهما خطا مفروضا

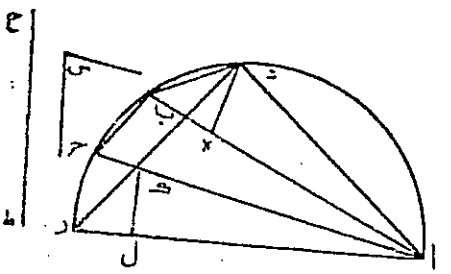
ان مانالاوس رام فى الشكل الثانى من المقالة الثالثة من كتابه فى الاصول الهندسية ان يبين كيف يعطف فى نصف دائرة مفروضة خطا منعطفا مساويا لخط مفروض فسلك اليه مسلكا طويلا جدا ثم عمله ثابت بن قرة حين فسر ذلك الكتاب يعمل فى طول عمل مانالاوس فاما بعد تقديم ما تقدم من خاصية الخط المنحنى فى تقعير كل قوس فقد تسهل عمل ما رامه مانالاوس ويكون عاما فى جميع قسى الدائرة المفروضة دون نصفها فقط ٠

وان ابا الجود افرد لهذا المعنى مقالة واستخرجه بطريق تجاوز كل طوالة وصعوبة فلما وقف عليها ابو سعيد السجزى استخرجه بطريق هو فى نهاية السهولة ولن تقصر عنه فيها هذا الذى نورده باحدى الخواص المتقدمة.

فنقول نريد ان نخرج من نقطتى ـ اج ـ المعلومتين خطين مستقيمين يجتمعان عند نقطة ويحيطان بزاوية مساوية لزاوية ـ س المعطاة ويكون مجموعهما مساويا لخط ـ ح ط ـ المفروض فنصل اج ـ ونعمل عليه قطعة قوس تقبل زاوية كزاوية ـ س ـ وهى قطعة ـ ادج ـ ولتكن نقطة ـ د ـ منتصفها ونصل ـ اد ـ وينبغى ان يكون خط ـ ح ط ـ المفروض اعظم من ـ اج ـ وليس باعظم من ضعف ـ اد ـ حتى يمكن فيه حصول المطلوب ثم ندير على ـ اد نصف دائرة ـ اب ج د ـ ونوقع فيه وتر ـ اه ـ مساويا لنصف خط ـ ح ط ـ ثم نخرجه على استقامته الى ـ ب ـ ونصل ـ ب ج فاقول انا عملنا ما اردنا برهانه انا نصل ـ ده ـ فيكون عمودا على ـ اه ـ وهو نازل من منتصف القطعة يكون ـ اه ـ مساويا لمجموع ـ هب ـ ب ج ـ لكن ـ اه ـ فرض مساويا لنصف ـ ح ط ـ فمجموع ـ هب ـ ب ج ـ مساو لنصفه الآخر فجميع خطى اب ـ ب ج ـ مساو لخط ـ ح ط ـ كله وزاوية ـ اب ج ـ مساوية لزاوية ـ س ـ لانها فى قطعة قابلة زاوية مساوية لها وذلك ما

اردناه •

ش — ٣٩



اخراج خطين من نقطتين مفروضتين يحيطان بزاوية مفروضة ويكون فضل احدهما على الآخر مساويا لخط مفروض

ونريد ان نخرجهما كذلك فنعمل ما ذكر حتى تتركب القطعة على خط ـ ا ج ـ ونتممها الى ـ د ـ نصف ـ دائرة ونصل ا د ـ د ز ـ ا ز ـ ونفصل ـ ز ك ـ مساويا لنصف ـ خط ـ ح ط ونتزل عمود ـ ك ل ـ على ـ ا ز ـ ثم نوقع وتر ـ د ب ـ مساويا ا ز ـ ونصل ـ ا ب ـ ب ج ـ •

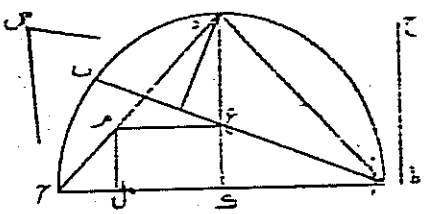
فاقول ان فصل ـ ا ب ـ على ـ ب ج ـ يساوى خط ـ ح ط •

برهانه انا نتزل عمود ـ د ه ـ على ـ ا ب ـ فلتساوى زاويتى د ب ه ـ د ز ا ـ الكائنتين على قوس ـ ا د ـ وقيام زاويتى ـ د ه ب ك ل و ـ يتشابه مثلثا ـ د ه ب ـ ك ل ز ـ لكننا فرضنا ـ د ب مساويا ـ ز ل ـ فالمثلثان مع تشابههما متساويان ـ فك ز ـ مساو

لة ـ و ـ ك ز ـ فرض مساويا لنصف ـ ح ط •

ومعلوم مما تقدم ان ـ ه ب ـ نصف فضل ـ اب ـ على ب ج ـ فضعفه هو كل الفضل واذا كان نصف الفضل مساويا لنصف ـ ح ط ـ فكله مساو لكل ـ ح ط ـ ونحتاج هاهنا الى شريطة هي كون ـ ل ز ـ ليس باعظم من ـ ا د ـ والا لم يوجد المطلوب •

ش — ٤٠



طريق آخر

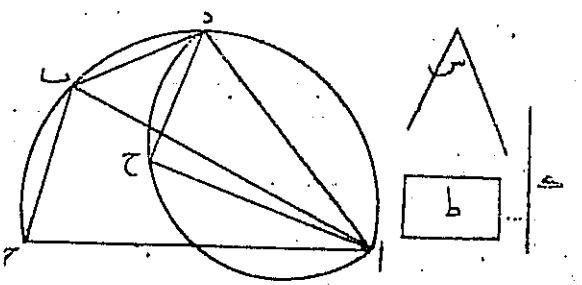
ونمثلها انزلنا من ـ د ـ منتصف ـ ا ج ـ عمود ـ د ك على ـ ا ج ـ وافرزنا ـ ك ل ـ مساويا لنصف ـ ح ط ـ واخرجنا ل م ـ موازية ـ لد ك ـ و ـ م ع ـ مساويا ـ لك ج ـ وجعلنا وتر د ب ـ مساويا ـ لد م ـ ووصلنا ـ اب ـ ب ج ـ فيكونان ما اردنا •

برهانه ان نتزل عمود — د ه ـ على ـ اب ـ فيتشابه مثلثا د ب ه ـ د ج ك ـ ويشابههما مثلث ـ د م ع ـ لتوازي ـ ع م ـ ك ـ ج

لكن

لكن ـ د م ـ مساو ـ لد ب ـ فم ع ـ مساو ـ اب ه ـ و ـ م ع مساو ـ لك ل ـ فب ه ـ مساو ـ لك ل ـ الذى هو مساو لنصف ج ط ـ و ـ ه ب ـ نصف فضل ـ اب ـ على ـ ب ج ـ فضعفه هو كل الفضل وهو مساو ـ لح ط ـ .

ش — ٤١

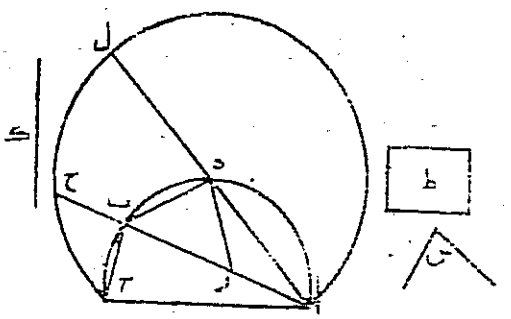


اخراج خطين من نقطتين مفروضتين تحيطان بزاوية معطاة ويكون ضرب احدهما فى الآخر مساويا لسطح مفروض

ونريد ان نخرجهما محيطين بمثل زاوية ـ س ـ ويساوى ضرب احدهما فى الآخر مساويا لسطح ـ ط ـ فليكن القوى ـ ى على سطح ـ ط ـ خط ـ ك ـ ونركب على ـ ا ج ـ القطعة القابلة لمثل زاوية ـ س ـ ونصل ـ ا ـ مع ـ د ـ المنتصف وندير عليه نصف دائرة ـ ا ح د ـ ونوقع فيه وتر ـ ا ح ـ مساويا لخط ك ـ ونصل ـ د ح ـ ثم نجعل وتر ـ د ب ـ مساويا لوتر ـ د ح ونصل ـ ا ب ـ ب ج ـ فيكون ما اردنا .

برهانه ان مربع ـ اد ـ كما تقدم يساوى مربع ـ دب وضرب ـ اب ـ فى ـ ب ج ـ فمربع ـ اد ـ منقوصا منه مربع د ب ـ يساوى ضرب ـ اب ـ فى ـ ب ج ـ لكن مربع ـ اد منقوصا منه مربع ـ دب ـ هو مساو لمربع ـ ا ح ـ لانا فرضنا د ب ـ مساويا ـ لد ح ـ فمربع ـ ا ح ـ اذن يساوى ضرب اب ـ فى ـ ب ج ـ ولكن مربع ـ ا ح ـ اعنى مربع ـ ك قد جعل مساويا لسطح ـ ط ـ فضرب ـ اب ـ فى ـ ب ج يساوى سطح ـ ط .

ش — ٤٢



طريق آخر

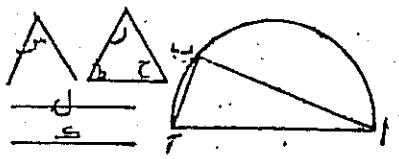
نصل ـ ا ج ـ ونركب عليه القطعة القابلة لمثل زاوية ـ س ونجعل خط ـ ك ـ قويا على سطح ـ ط ـ ونخرج وتر ـ اد ـ الى نصف قوس ـ ادب ـ ونتأمله فان اتفق ان يكون ـ ك ـ اقصر

من ـ اد ـ كان المطلوب ممكنا فليكن كذلك ونخرج وتر ـ دب قويا على فضل مربع ـ ك ـ وفضل ـ اب ـ ب ج ـ فيكون المراد ٠

برهانه انا نجعل نقطة ـ د ـ مركزا وندير عليه ببعد ـ دا قطعة دائرة عليها ـ ال ح ج ـ ونخرج ـ اد ـ دب ـ على استقامته الى محيط القطعة ونصل ـ ب ج ـ فبين انه يكون مساويا ـ لدا ونخرج ـ د ز ـ مساويا ـ لدب ـ وـاد ـ مساويا ـ اب ج وزاوية ـ ا ز ه د ـ منفرجة فمربع ـ اد ـ مساولمربعى ـ ا ز ـ ز د ـ وضرب ـ ا ز ـ فى ـ ز ب ـ مرة واحدة و ـ د ز ـ مساو لـدب ـ ومربع ـ ا ز ـ مع ضرب ـ ا ز ـ فى ـ ز ب ـ مساو لضرب ـ ب ا ـ فى ـ ا ز ـ اعنى ضرب ـ اب ـ فى ـ ب ح ـ فمربع اد ـ اذن مساولمربع ـ دب ـ وضرب ـ اب ـ فى ـ ب ح ـ وقد جعلنا فضل مربع ـ اد ـ على مربع ـ ك ـ مساويا لمربع ـ دب فضرب ـ اب ـ فى ـ ب ح ـ اذن مساولمربع ـ ك ـ اعنى سطح المفروض ثم نصل خطوط ـ ج ح ـ ج ل ـ ج د ـ فزاوية ـ ادج مساوية لزاوية ـ اب ج ـ فزاويتا ـ ل د ح ـ ح ب ج متساويتان وزاويتا ـ ال ج ـ ا ح ج ـ ايضا متساويتان فمثلثا ل د ج ـ ح ل ج ـ متشابهان ومثلث ـ ل د ج ـ متساوى الساقين فمثلث ـ ح ل ج ـ مثله ـ فح ب ـ مساو ـ لاب ج ـ فضرب اب ـ فى ـ ب ج ـ مساو لسطح ـ ط ـ المفروض ٠

كتابخانه ١٣٦٩

ش — ٤٣



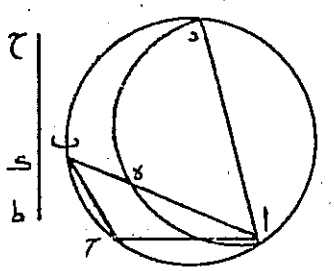
اخراج خطين من نقطتين مفروضتين تحيطان بزاوية مغطاة وتكون نسبة احدهما الى الآخر كنسبة مغطاة

فان اردنا ان تكون نسبة احدها الى الآخر كنسبة مفروضة ولتكن كنسبة ـ ل ـ الى ـ ك ـ جعلنا خطى ـ ط ز ـ ز ح يحيطان بزاوية كزاوية ـ س ـ وجعلنا ـ ز ط ـ مساويا ـ لك و ـ ز ح ـ مساويا ـ ال ـ ووصلنا ـ ح ط ـ وركبنا على ا ج ـ قطعة قابلة لزاوية ـ س ـ وجعلنا زاوية ـ ج اب ـ مساوية لزاوية ـ ز ح ط ـ ووصلنا ـ ب ج ـ فيكون ما اردنا .

برهانه ان زاوية ـ ط ز ح ـ مساوية لزاوية ـ ا ب ج وزاوية ـ ط ح ز ـ مساوية لزاوية ـ ج ا ب ـ فمثلثا ـ ا ب ج ز ط ح ـ متشابهان ونسبة ـ ا ب ـ الى ـ ب ج ـ كنسبة ـ ج ز الى ـ ز ط ـ لكن نسبة ـ ح ز ـ الى ـ ز ط ـ قد جعلناها كنسبة ل ـ الى ـ ك ـ فنسبة ـ ا ب ـ الى ـ ب ج كنسبة ـ ل ـ الى ـ ك .

ولم يتصل هذا الاخير بما نحن فيه من الخواص المتقدمة لكنه لما اتصل بالفن تبعه لينسلق بـه الى ما يتممه اذ لم يكن الغرض فى ذكر ما تقدم استيفاء ما تؤدى اليه القسمة فيه وتنويع جنسه ولكنى حكيت ما اتفق فيه جواب مستنبط من الخواص المذكورة.

ش — ٤٤

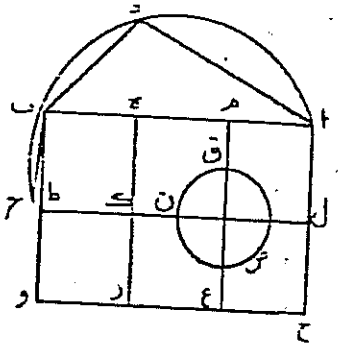


عمل مثلث فى دائرة مفروضة يساوى مجموع اضلاعـــه خطا مفروضا

فليكن الخط المفروض — ح ط — وينبغى ان يكون ليس باعظم من مجموع اضلاع المثلث المتساوى الاضلاع الواقـع فى تلك الدائرة فنتعلم على خط — ح ط — نقطة كيف اتفقت ونوقع فى الدائرة وتر — ا ج — مساويا — لح ك — ونصف قوس — ا ج على — د — ونصل — ا د — وندير عليه نصف دائرة — ا ه د — ونوقع فيه وتر — ا د — مساويا لنصف — ك ط — ونخرج — ا ه — على

استقامته الى ـ ب ـ ونصل ـ ب ج ـ فمثلث ـ اب ج ـ يساوى مجموع اضلاعه خط ـ ج ط ـ لأن ـ ا ج ـ يساوى ـ ح ك و ـ اه ـ وهو نصف خط ـ اب ج ـ المنحنى يساوى نصف خط ك ط ـ فكله يساوى كله فمثلث ـ اب ج ـ هو المطلوب •

ش ـ ٤٥



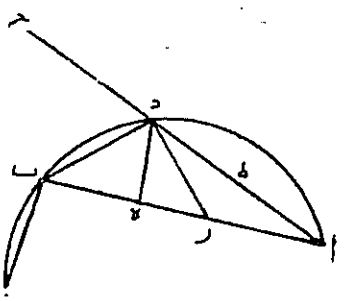
برهان عمل ارشميدس فى استخراج اعمدة المثلثات المعلومة الاضلاع

قال ارشميدس نلقى مربع احد الضلعين من مربع الآخر ونقسم ما بقى على القاعدة فما خرج فهو الذى ان زدناه على القاعدة وأخذنا نصف المجتمع كان اطول قسمى القاعدة بالعمود اعنى مسقط الحجر وان نقصناه منها وأخذنا نصف الباقى كان قسميها الاقصر اليه

فليكن المثلث ـ ا د ب ـ وعموده ـ د ه ـ وندير عليه دائرة وتقرز ـ د ج ـ منها مساويا ـ لدا ـ ونصل ـ ب ج ونعمل على ـ اه ـ مربع ـ از ـ وعلى ـ ب ه ـ مربع ـ ه ط ـ

ونجعل

ونجعل ـ ه م ـ مساويا ـ له ب ـ ونخرج ـ م ع ـ موازيا ـ له
ز ـ و ـ ط ك ل ـ موازيا ـ لاب ـ ونتمم سطح ـ ا ف ـ فلأن ـ د
ب ـ يقوى على ـ د ه ـ ه ب ـ و ـ د ا ـ يقوى على ـ د ه ـ ه ا
يكون مربع ـ د ه ـ مشتركا فى القوتين معا فاذا القينا مربع ـ ب
د ـ من مربع ـ د ا ـ كنا كأنا القينا مربع ـ ب ه ـ من مربع
ه ا ـ ولاخفاء فان ذلك الباقى يكون العلم الذى عليه ـ ف ص ن
لمساواة خطوط ـ ط ك ـ ك س ـ س م ـ وخطوط ـ ط ف ـ ك
ز ـ م ا ـ يتساوى سطوح ـ ط ز ـ ك ع ـ م ل ـ فاذن سطح
ط ح ـ مساو لعلم ـ ف ص ن ـ لكن ـ ط ف ـ اعنى ـ ا م
يساوى ـ ب ج ـ لأن خطى ـ ا م ـ م ه ـ يساويان خطى ـ ه ب
ب ج ـ فاذن سطح ـ ط ح ـ هو ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج
فاذا قسمناه على القاعدة خرج ـ ب ج ـ فان زدناه عليها اجتمع
خط ـ ا ب ج ـ المنحنى ونصف ـ ا ه ـ القسم الاطول وان نقصناه
منها بقى ـ م ب ـ ونصفه ـ ب ه ـ وهو القسم الاقصر من القاعدة
الى مسقط الحجر.

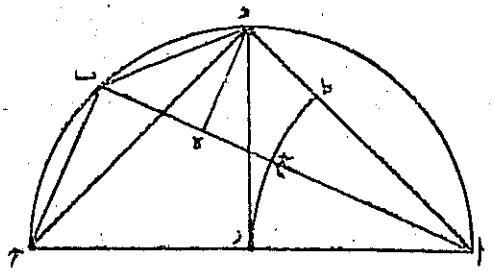


وان شئنا اوجزنا هذا التطويل بفصلنا ـ هز ـ مساويا ـ له ب ـ فلأن مربع ـ اد ـ يساوى مربع ـ ب د ـ مع ضرب ـ اب فى ـ ب ج ـ تكون اذا نقصنا مربع ـ ب د ـ من مربع ـ اد يبقى ضرب ـ اب ـ فى ـ ب ج ٠

فاذا قسمناه على القاعدة خرج ـ ب ج ـ واذا زدناه على ـ اب ـ اجتمع خط ـ اب ح ـ المنحنى ونصفه ـ اه ٠

واذا نقصناه من ـ اب ـ بقى ـ زب ـ ونصف ـ ه ب ونخرج ـ اد ـ على استقامته الى ـ ح ـ يكون ـ دح ـ مساويا لدب ونفصل ـ دط ـ مثله ـ فاط ـ از ـ زيادتان فى خطى ـ ط ح ـ زب ـ المستقيمين على ـ ده ـ بنصفين فضرب ـ ح ا ـ فى اط ـ مع مربع ـ ط د ـ مساولمربع ـ اد ـ وضرب ـ ب ا ـ فى از ـ مع مربع ـ زه ـ ه د ـ مساو لمربع ـ اد ـ ومربعى ـ دز دط ـ متساويان فلقيهما حتى يبقى ضرب ـ ح ا ـ فى ـ اط مساويا لضرب ـ اب ـ فى ـ از ـ اعنى ـ ب ج ـ فضرب ح ا ـ فى ـ اط ـ هو ضرب مجموع ضلعى ـ اد ـ دب ـ فى فضل ما بينهما فاذن هو مساو لفضل ما بين مربعى ضلعى ـ اد ـ دب ٠

ش — ٤٧



برهان عمل ارشميدس

فى مساحة المثلثات بالتفاضل

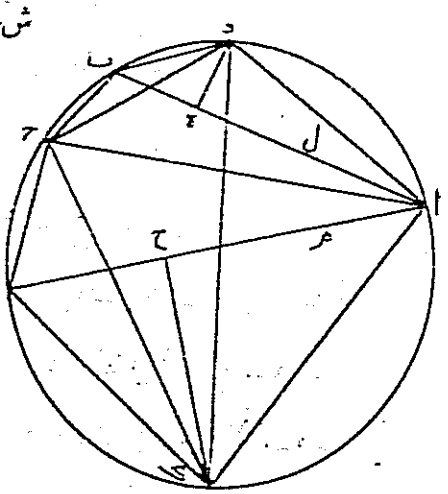
قال ارشميدس يضرب نصف مجموع اضلاع المثلث الثلاثة فى فضله على احدها وما اجتمع فى فضله على الثانى وما بلغ فى فضله على الثالث ويؤخذ جذر المجتمع فيكون تكسير المثلث •

برهانه ان المثلث — اب ج — وندير عليه دائرة ونخرج من منتصف قوس — اب ج — وهو — د — عمود — د ه — على — اب وندير على مركز — ا — وبيعد — ا ز — قوس — ز ح ط — فلأن — ا د يقوى على — د ز — ز ا — يكون مربع — د ط — وضرب — د ط فى — ظ ا — ومربع — ط ا — مساويا لمربعى — د ز — ز ا — المساوى لط ا — فاذا القينا مربعى — ا ط — ا ز — المتساويين بقى مربع — د ط وضرب — د ط — فى — ط ا — مرتين مساويا لمربع — د ز — وكذلك ا د — يقوى على — د ه — ه ا — فربعا — د ط — ط ا — وضرب — د ط

فى ـ ط ا ـ مرتين مساويا لمربع ـ ده ـ ومربعى ـ ه ح ـ ح ا
وضرب ـ ه ح ـ فى ـ ح ا ـ لكن ـ ح ا ـ مساو ـ لا ط ـ فاذا
اسقطنا مربعيهما المتساويين بقى مربع ـ د ط ـ وضرب ـ د ط ـ فى
ط ا ـ مرتين مساويا لمربعى ـ ده ـ ه ح ـ وضرب ـ ه ح ـ فى
ح ا ـ مرتين وذلك ايضا مساو لمربع ـ د ز ـ ومثلث ـ د ز ا
شبيه بمثلث ـ ده ب ـ لأن زاوية ـ د ج ز ـ المساوية لزاوية
د ا ز ـ مساوية لزاوية ـ د ب ه ـ الكائنة معها على قوس واحدة
فنسبة ـ ده ـ الى ـ ه ب ـ كنسبة ـ د ز ـ الى ـ ز ا ـ ونسبة
د ز ـ الى ـ ز ا ـ كنسبة مربع ـ د ز ـ الى ضرب ـ د ز ـ فى
ز ا ـ وكنسبة ضرب ـ د ز ـ فى ـ ز ا ـ الى مربع ـ ز ا ـ وكذلك ايضا
نسبة مربع ـ ده ـ الى ضرب ـ ده ـ فى ـ ه ب ـ كنسبة ضرب ـ ده
فى ـ ه ب ـ الى مربع ـ ه ب ـ واذا التى من مقادير متناسبة مقادير
متناسبة على نسبها كانت نسب البواقى على حالها فنلقى مربع ـ ده ـ من

وما اجتمع فى ـ ج ك ـ فان كلا المبلغين يكون ـ واء وذلك مربع تكسير المثلث فاذا أخذ ناجذره كان المطلوب •

ش ـ ٤٨



برهان عمل الهند فى مساحة المنحرف فى الدائرة لابى عبد الله الشنى

وعلى هذا بنى ابو عبد الله الشنى فى البرهان على طريق الهند فى تكسير ذى الاربعة الاضلاع فى الدائرة وهو انهم يضربون فضول نصف جماعة اضلاعه على كل ضلع منه بعضها فى بعض ويأخذون جذر المبلغ فيكون تكسير المنحرف وليكن ـ اب ـ ج ط ـ ونصل ا ج ـ ونخرج من منتصف قوس ـ ا ب ج ـ وهو ـ د ـ قطر ـ د ز ك ـ وعمودى ـ د ه ـ ك ح ـ على ـ ا ب ـ ا ط ـ فلتشابه مثلثى ـ د ه ب ـ د ز ج ـ وقصور ـ د ب ـ عن ـ د ج ـ يكون ا ج ـ اعنى ـ ا ز ـ اعظم من ـ ه ب ـ و ـ ا ز ـ نصف ضلع ـ ا ج

اصغر من ـ ا ح ـ نصف ـ مجموع ضلعى ـ ا ج ـ ط ج ـ فاح اعظم كثيرا من ـ ه ب ـ وبمثل هذا يتبين ان ـ ا ه ـ اعظم من ح ط ـ فنفصل ـ ه ل ـ مساويا ـ لح ط ـ و ـ ح م ـ مساويا له ب ـ ومعلوم ان فضل سطح ـ ا د ج ك ـ على ـ سطح ـ ا ب ج ط ـ مساويا لضرب ـ د ه ـ فى ـ ه ب ـ مع ضرب ـ ك ج فى ـ ح ط ـ ومثلث ـ د ا ك ـ يشابه كل واحد من مثلثى ـ د ه ب ـ ك ح ط ـ فنسبة ـ د ا ـ الى ـ ا ك ـ كنسبة ـ د ه ـ الى ه ب ـ وكنسبة ـ ط ح ـ الى ـ ح ك ـ ونسبة ـ د ا ـ الى ـ ا ك ـ كنسبة مربع ـ د ا ـ الى ضرب ـ د ا ـ فى ـ ا ك ـ وضرب د ا ـ فى ـ ا ك ـ يساوى ضعف مثلث ـ د ا ك ـ وذلك سطح ـ ا د ج ك ـ فهو اذن وسط فى النسبة بين ضرب ـ ا د ـ فى ـ د ج وبين ضرب ـ ا ك ـ فى ـ ك ج ـ ومجموع المقادير المتناسبة مقادير اخر متناسبة على نسبها اوفصول ما بينها كل واحد مع نظيره كذلك متناسبة ٠

فنسبة مجموع مربعى ـ د ه ـ ط ح ـ الى مجموع ضرب ـ د ه ـ فى ـ ه ب ـ وضرب ـ ط ح ـ فى ـ ك ح ـ كنسبة مجموع هذين السطحين الى مجموع مربعى ـ ه ب ـ ك ح ـ فان اسقط مجموع مربعى ـ د ه ـ ط ج ـ اعنى ـ ه ل ـ من مربع ـ ا د ومجموع ضرب ـ د ه ـ فى ـ ه ب ـ وضرب ـ ط ح ـ فى ـ ك

ح ـ من سطح ـ ا د ج ك ـ ومجموع مربعي ـ ه ب ـ ك ح من مربع ـ ا ك ـ كانت البواقي متناسبة .

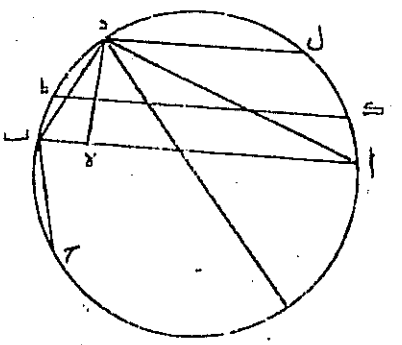
فاما البقية الاولى فيكون ضرب ـ ا ل ـ في مجموع ل ب ـ ل ج ـ لأنه اذا اسقط من مربع ـ ا د ـ مربع ـ د ه بقي مربع ـ ا ه ـ فالقى منه مربع ـ ح ط ـ المساوى ـ له ل بقي مربع ـ ا ل ـ وضعف ضرب ـ ا ل ـ في ل ه ـ وذلك مساو لضرب ـ ا ل ـ في مجموع ـ ا ه ـ ه ل ـ اعني ضرب ـ ا ل ـ في مجموع ـ ج ب ـ ب ه ـ المساوى ـ لا ه ـ الى ـ ل ه .

فاما البقية الثانية فيكون منحرف ـ ا ب ج ط ـ واما الثالثة فيكون لمثل ما تقدم في الاولى ضرب ـ ا م ـ في مجموع ـ م ط ـ ط ج ـ منحرف ـ ا ب ج ط ـ وسط في النسبة بين سطحي ا ل ـ في ـ ل ب ـ ب ج ـ و ـ ا م ـ في ـ م ط ـ ط ج ـ ومعلوم ان ـ ا ه ـ نصف مجموع ـ ا ط ـ ط ج ـ فمجموع ـ ه ا ـ ا ح نصف جماعة اضلاع منحرف ـ ا ب ج ط ـ ولمساواة ـ ه ب ـ ح م يكون فضل مجموع ـ ه ا ـ ا ح ـ على ضلع ـ ا ب ـ اعني ـ ا ه ـ ح م ـ هو ـ ا م ـ الفضل الاول وعلى ضلع ـ ا ط ـ لمثل ذلك الى الفضل الثاني .

وايضا فان مجموع خطوط ـ ه ب ـ ب ج ـ ج ط ـ ط ح ـ هو ايضا نصف جماعة اضلاع المنحرف ففضله على ضلع

ب ج ـ هو مجموع ـ ج ط ـ ط ح ـ مع ـ ح م ـ المساوى ـ له ب ـ وهو الفضل الثالث وفضله على ضلع ـ ج ط ـ لمثل ذلك هو ل ب ـ ل ج ـ وهو الرابع ولكن ضرب ـ اب ج د ـ كما تقدم وسط فى النسبة بين ضرب ـ ل ـ الثانى فى مجموع ـ ل ب ـ ب ج ـ الرابع بين ضرب ـ ا م ـ الفضل الاول فى مجموع ـ م ط ـ ط ج ـ الثالث وسواء ضربنا احد هذين المضروبين فى الآخر اوضربنا الفضل الاول فى الثانى وما اجتمع فى الثالث وما اجتمع فى الرابع فان بكليهما يحصل مربع الموسط اعنى المنحرف فاذا أخذنا جذره كان المطلوب •

ش ـ ٤٩

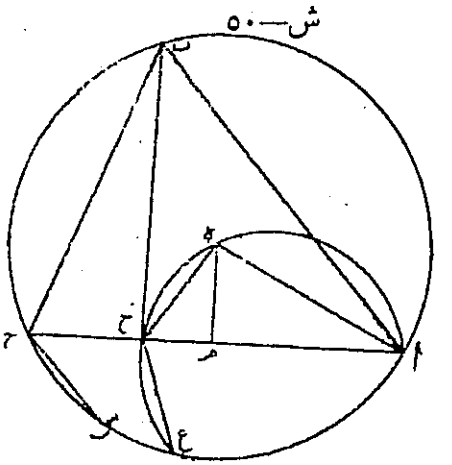


اقامة البرهان على عمل لمحمد بن الصباح فى رصد الميل الاعظم

لمحمد هذا رسالة فى هذا المعنى بحساب مجرد عن البرهان وانا اشير الى مغزاه وهو انه رصد سعة المشرق فى فصل واحد من فصول

السنة ثلاث مرات على اطراف مدتين متساويتين واقتضى حسابه انه فرض دائرة مخطوطة ببعد جيب سعة المشرق الكلى وكأنها ا ب ج ـ فيها اوتار ـ ل د ـ ك ط ـ ا ب ـ متوازية معلومة وهى اضعاف جيوب سعة مشارق الشمس الثلاث ومطلوبه قطر هذه الدائرة فنصل بقضية حسابه ـ ا د ـ فتساوى وتر ـ ك ط ـ لأن قوس ـ ل د ـ مع قوسى ـ ل ك ـ و ط ـ المتساويتين فرضا لتساوى المدتين وذلك بالتقريب منه دون التحقيق مساوية لقوس ـ ل د مع قوسى ـ ل ك ـ ك ا ـ المتساويتين ونجعل قوس ـ د ج مساوية لقوس ـ د ا ـ ونصل ـ ب ج ـ فيكون مساويا لـال د ولأن مربع ـ ا د ـ ونسميه المحفوظ الثانى مساو لمربع وتر ـ د ب وضرب ـ ا ب ـ المحفوظ الثالث فى ـ ب ج ـ المحفوظ الاول فد ب ـ الوتر معلوم ونخرج عمود ـ د ه ـ فيكون معلوما لأن د ب ـ الوتر معلوم ـ و ـ ه ب ـ نصف ـ ا ب ـ ل د ـ ونخرج قطر ـ د ح ـ ونصل ـ ا ح ـ فيتشابه مثلثا ـ د ه ب ـ د ا ح وتكون نسبة ـ د ب ـ الوتر الى ـ د ه ـ العمود كنسبة ـ د ح القطر الى ـ د ه ـ المحفوظ الثانى وقطر ـ د ح ـ معلوم بحسب موضوعه وهو جيب سعة المشرق الكلى ومنه يعلم الميل الاعظم لأن نسبة جيب سعة المشرق الى جيب الميل فى المدار الواحد كنسبة الجيب كله الى جيب تمام عرض البلد وهى نسبة واحدة ثابتة فى كل

بلد على مقدار واحد ومهما كان مارصد من سعة المشارق ارتفاعات في فلك نصف النهار كان الشغل اسهل والامر الى التحقيق اقرب •



معرفة موضع اوج الشمس وما بين المركزين من رصد ثلاث نقط بينها في الرؤية ارباع دوائر من كتابي في التطريق الى تحقيق حركة الشمس

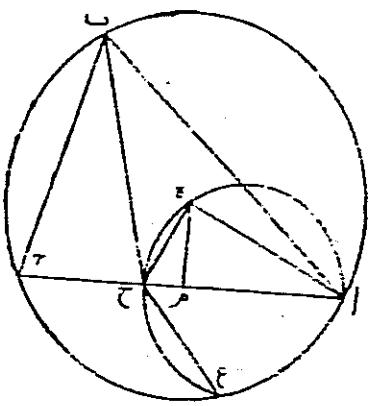
لعمل الفلك الخارج المركز — اب ج — ومركزه — ه ومركز فلك البروج الذي هو موضع الابصار بالقوة — ح — والنقط المرصودة من فلك البروج هي التي ينتهي اليها خطوط — ح ا — ح ب ح ج — فمن البين ان — ا ح — ح ج — متصلان على استقامة و. ح ب — قائم عليه على زوايا قائمة فلأن حركة الشمس الوسطى (١) حاملة قبل هذا المطلب تكون قوسا — اب — ب ج — وسط مسيرها فيما بين اوقات طولها النقط المرسومة للرصد فبها اذن معلومتان ونفرز قوس — ب ج س — مساوية لقوس — ب — ونصل — ج س

(١) هنا خرم في الاصل .

وننزل على ـ اج ـ عمود ـ ه م ـ ونصل ـ اه ـ ه ح ـ ونديرعلى مثلث ـ اه ج ـ دائرة ٠

ونصل منها قوس ـ ه ح ع ـ مساوية لقوس ـ اه ونصل ـ ح ع ـ فمعلوم انا اذا قسمنا فضل ما بين مربعى ـ اب ب ج ـ على مربع ـ اج ـ نخرج ـ ج س ـ ونصف مجموعه الى ل د ـ وهو ـ ا ح ـ فهو معلوم ونصف فضل ما بين ـ ج س ا ج ـ هو ـ ج ح ـ الساوى ـ لح ع ـ فاذا ثنينا مضروب ا ح ـ ح ع ـ من مربع الجيب كله اعنى ـ اه ـ بقى مربع ـ ه ح الذى ما بين المركزين فهو معلوم ونسبه الى ـ ه م ـ كنسبة جيب زاوية ـ م ـ القائمة فى مثلث ـ ه م ح ـ الى جيب زاوية ه ح م ـ فيه فهذه الزاوية معلومة وهى بمقدار بعد نقطة الاوج فى فلك البروج من النقطة التى ينتهى اليها خط ـ ح ا ـ المرصود فوضع الاوج معلوم ٠

ش ـ ٥١



معرفة ذلك من نقطتين

في فلك البروج بينهما نصف دائرة

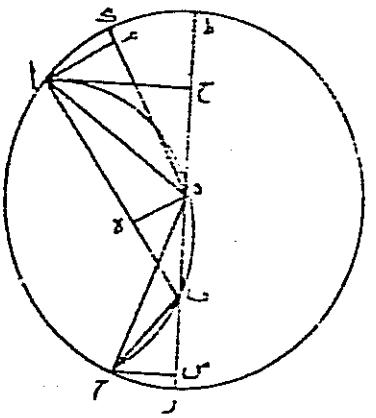
وبعد الثالثة عنهما كيف اتفق

فليكن بين نقطتي ـ ا ـ ج ـ نصف دائرة حتى تكونا متقاطرتين و ـ ح ب ـ غير قائم على خط ـ ا ح ج ـ في مثلث اب ح ـ زاوية ـ ب ا ح ـ بمقدار نصف الحركة الوسطى على زاوية ـ ب ح ج ـ المعلومة.

وذلك لأن زاوية ـ ب ا ح ـ على المحيط فبالتنصيف تتحول الى المركز وزاوية ـ ب ح ا ـ باقيها الى تمام القائمتين فتبقى زاوية ـ اب ح ـ معلومة فمثلث ـ اب ح معلوم الزوايا ونسبة ـ اب ـ وتر الحركة الوسطى فيما بين نقطتي ا ـ ب ـ الى ـ ا ـ ح ـ كنسبة جيب زاوية ـ ا ح ب ـ الى جيب زاوية ـ اب ح ـ فاح ـ معلوم واذا القيناه من ـ ا ج ـ وتر الحركة الوسطى فيما بين نقطتي ـ ا ـ ج ـ بقي ـ ج ح ـ معلوما وهو مساو ـ لح ع.

فاذا القينا مضروب ـ ا ح ـ في ـ ح ع ـ من مربع ـ ا ه ـ الجيب كله بقي مربع ـ ه ح ـ ما بين المركزين وباقي العمل الى معرفة الاوج على حاله.

ش — ٥٢ .



حل التعديل لنصف الفلك الخارج المركز

من كتاب لى مخصوص بهذا المعنى

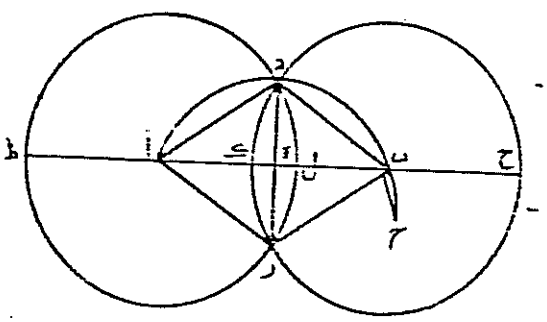
تكن دائرة ـ ط ا ز ـ الفلك الخارج المركز على مركز ـ د وليكن ـ ب ـ مركز الفلك الممثل المار عليهما ـ ط د ب ز ـ فيكون ط ـ بعد الابعد ـ و ـ ز ـ البعد الاقرب وتفرض الشمس على نقطة ـ ا ـ فيكون ـ ط ا ـ الحصة وننزل عمود ـ ا ح ـ على القطر فيكون جيبها و ـ ح د ـ جيب تمامه ونصل ـ ا د ـ ا ب فمعلوم ان زاوية ـ ط د ا ـ بمقدار الحصة وان زاوية ـ ط ب ا ـ بمقدار رؤيتها وهى الحصة المقومة وزاوية ـ ط د ا ـ الخارجة من مثلث ا د ب ـ المساوية لزاويتى ـ د ب ا ـ د ا ب ـ فزاوية ـ د ا ب هى فضل ما بين زاويتى ـ ط د ا ـ ط ب ا ـ لكن فضل كما (١)

(١) كذا . الظاهر ـ ما .

بين الوسط والمقوم هو التعديل فزاوية ـ د ا ب ـ بمقدار تعديل حصة ـ ط ا ـ ونريد ان نعرفها فننزل عمود ـ د ه ـ على ـ ا ب ـ وندير على مثلث ـ ا د ب ـ دائرة تحيط به ونصل ـ ب ج فلانفراج زاوية ـ ا د ب ـ تفصل مربع ـ ا ب ـ على مربعى ـ ا د ب ـ لضعف ضرب ـ ب د ـ فى ـ د ح ـ فتى ضربنا جيب تمام الحصة وهو ـ د ح ـ فى ضعف ـ د ب ـ وهو جيب التعديل الاعظم وجمعنا ما بلغ الى مجموع مربعى ـ ا د ـ الجيب كله و ـ د ب ـ جيب التعديل الاعظم حصل مربع ـ ا ب ـ فاذا أخذنا جذره كان ـ ا ب ولأن خط ـ ا ب ج ـ المنحنى فى قوس ـ ا ب ج ـ وقد نصفه عمود ـ د ه ـ فانا اذا القينا مربع ـ د ب ـ جيب التعديل الاعظم من مربع ـ د ا ـ الجيب كله بقى ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج فاذا قضيناه على ـ ا ب ـ خرج ـ ب ج ـ فاذا زدناه على ـ ا ب واخذنا نصف الجملة كان ـ ا ه ـ وفضل ما بين مربعه وبين مربع ـ ا د ـ الجيب كله وهو مربع ـ د ه ـ واذا نقصنا ـ ب ج ـ من ـ ا ب بقى مربع ـ ب ه ـ وفضل ما بين مربعه وبين مربع ـ د ب ـ جيب التعديل الاعظم هو مربع ـ د ه ـ ايضا ـ فده ـ معلوم وهو جيب زاوية التعديل فى الدائرة التى قطرها ـ ا د ـ لكن اذا اخرجنا د ك ـ يوازى ـ ا ب ـ و ـ ا م ـ عمودا عليه توازت اضلاع سطح ا ه د م ـ و ـ ا م ـ الذى هو جيب زاوية ـ ا د ك ـ يساوى ـ د ه

وزاويتا ـ ادك ـ داب ـ المتبادلتين متساويتين ـ فده ـ اذن جيب التعديل فى الفلك الخارج المركز لحصة ـ طا ـ وـ اه ـ جيب تمامه فان كانت الحصة ـ ز ج ـ كان جيبها ـ ج س ـ وزاوية ج ب د ـ منفرجة فاذا القينا مربع ـ دب ـ من مربع ـ د ج بقى ضرب ـ د ب ـ فى ـ ب س ـ مرتين و ـ ب س ـ فضل ما بين جيب تمام الحصة وبين جيب التعديل الاعظم واذا القينا ضعف ضرب ـ د ب ـ فى ـ د س ـ من البقية بقى مربع ـ ج ب فاذا قمنا عليه فضل ما بين مربعى ـ ا د ـ د ب ـ خرج ـ ا ب ونصف مجموعه مع ـ ب ج ـ هو ـ اه ـ ونصف فضل ما بينهما ب ه ـ فد ه ـ معلوم وهو جيب زاوية ـ د اه ـ لكن هذه الزاوية مساوية لزاوية ـ ب ج ه ـ فد ه ـ ايضا جيب تعديل حصة ب ز ج ـ اعنى ـ ط ا ج ـ وحال التعديل فى فلك التدوير على مثله وتستمر المؤامرة فيه اذا انتقلت هذه الارقام اليه مع ادنى تأمل وروية .

ش ـ ٥٣



معرفة القطعة المنكسفة من احد النيرين

من كتابي في المسائل المفيدة

لتكن دائرة ـ د ط ز ل ـ للكاسف على مركز ـ ا و دائرة ـ د ك ز ح ـ للمنكسف على مركز ـ ب ـ وقد حصل من الزيج قطراهاتين الدائرتين بمقدار دوائر العظام اعني الذي به الدائرة العظيمة .

على الكرة ثلاثمائة وستين جزءا ونريد ان تعلم تكسير قطعة د ك ز ل ـ التي تسترها دائرة ـ د ط ز ل ـ من دائرة ـ د ك ز ح بالمقدار الذي به تكسير جميع دائرة ـ د ك ز ح ـ اثنا عشر فنصل ب ز ـ ب د ـ ا د ـ ا ز ـ ونخرج الخط المار على المركزين ومعه ط ا ب ج ـ وهذه كلها قسي إلا انا نستعملها استعمال الخطوط المستقيمة لصغر مقدارها بالانكسافة (١) الى دور الدائرة التي عليها ـ ط ا ب ج ـ فندير على مثلث ـ ا د ب ـ دائرة تحيط به ونأخذ منها قوس ـ د ب ج ـ مساوية لقوس ـ ا د ـ ونصل ـ ب ج ـ فخط ـ ا ب ج ـ منحنى في قوس ـ ا د ب ج ـ وعموده ـ د ه ينصفه فاذا القينا مربع ـ ب د ـ نصف مقدار فلك النير من مربع ا د ـ نصف مقدار فلك الكاسف بقي ضرب ـ ا ب ـ في ـ ب ج فاذا قسمناه على ـ ا ب ـ وهو عرض القمر في كسوفه مطلقا وعرضه المرئي المسمى في كسوفات الشمس محكما خرج ـ ب ج ـ ونصف

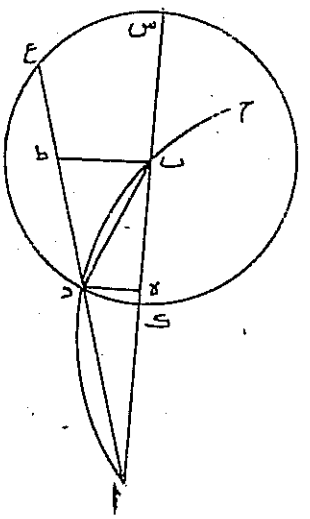
(١) [illegible]

مجموعه مع ـ اب ـ هو ـ اه ـ فكل واحد من ـ اه ـ هب ـ معلوم وضرب ـ ل ه ـ فى ـ ه ط ـ يساوى مربع ـ ه د ـ لكن ـ ه د اذا اخرج لناخرج بالمقدار الذى به حصل كل واحد من قطرى الكاسف والمنكسف وليست لنا جيوب على هذا المقدار مقطوعة حتى يمكننا منها معرفة قوس ـ د ل ـ فلذلك نحتاج الى تحويل هذا اعنى ـ ه د ـ الى المقدار الذى به ـ ب د ـ الجيب كله بان نضربه فى ـ ال ـ ونقسم المبلغ على الجيب كله فيخرج ـ ه د بالمقدار المطلوب ٠

ونقوسه حينئذ فى جداول الجيوب فنخرج قوس ـ د ل بالمقدار الذى به دور الكاسف ثلاثمائة وستين جزءا ومتى عرفنا نسبة قوس ـ د ل ـ الى دور دائرة الكاسف بذلك المقدار اجتجنا الى ان نعرف قدره بالمقدار الاول الذى به عرفنا اولا مقدار القطر الكاسف فلأن نسبة القطر الى الدور نسبة واحدة الى ثلاثة وسبع بضرب ـ ط ل ـ فى ثلاثة وسبع فيجتمع دور الكاسف ونسبة ـ د ل بهذا المقدار وهو المطلوب الى دور الكاسف بهذا المقدار كنسبة بالمقدار الذى به دور الكاسف ثلاثمائة وستين جزءا الى جميع دوره كذلك فاذا حصل ـ د ز ـ المطلوب ضربناه فى ـ ال ـ فاجتمع تكسير قطاع ـ ا د ل ز ـ واذا ضربنا ـ اه ـ فى ـ ه د ـ اجتمع تكسير مثلث ـ ا د ز ـ وفضل ما بينه وبين تكسير القطاع هو مساحة

قطعة ـ د ل ز ه ـ ثم يتمثل فى قوس ـ ك د ـ وقطاع ـ د ك ز ب ومثلث ـ د ب ز ـ العمل المتقدم حتى تحصل لنا مساحة قطعتى الكاسف والمنكسف فيجتمع مساحة القطعة المنكسفة إلا انها بالمقدار الذى به ـ ج ك ـ قطر المنكسف هو العدد الاول الذى حصل لنا من الزيج •

ش ـ ٥٤



ونحتاج ان نحوله الى المقدار الذى به مساحة المنكسف كله اثنا عشر فلأن نسبة الجزء من الدائرة الى الجزء المشابه له من الدائرة الاخرى كنسبة كل الدائرة الاولى الى كل الدائرة الاخرى ونسب الدوائر بعضها الى بعض على نسب مربعات اقطارها فنسبة تكسير القطعة المنكسفة بالمقدار الذى حصل لنا الى تكسيرها بالمقدار الذى به مساحة جرم المنكسف اثنا عشر كنسبة مربع قطر المنكسف على ما حصل لنا من الزيج الى مائة واربعة واربعين

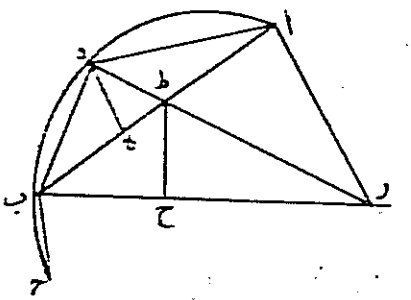
فساحة القطعة المنكسفة على ما طلبناها معلومة •

معرفة قوس رجوع الكوكب من كتابي في ابطال

البيتين بايراد البرهان على اعمال الخوارزمي في زيجه

لتكن دائرة ـ س ع د ـ فلك تدوير الكوكب على مركز ـ ب ـ و ـ ا ـ مركز العالم وذبية تصف ـ ع د ـ اعني ط د ـ الى ـ ا د ـ كنسبة مسير الطول الى مسير الاختلاف اعني مسير مركز فلك التدوير على محيط حامله الى مسير جرم الكوكب على محيط فلك التدوير فيكون ـ د ـ موضع المقام و ـ ك د ـ نصف قوس الرجوع •

ولما استخرج بطليوس كل واحد عن ـ ا د ـ د ط ـ باقسام اب ـ الستين سلك في معرفة زاوية ـ د ب ك ـ طريقته في جميع اعمال كتاب المجسطي • ش ـ ٥٥



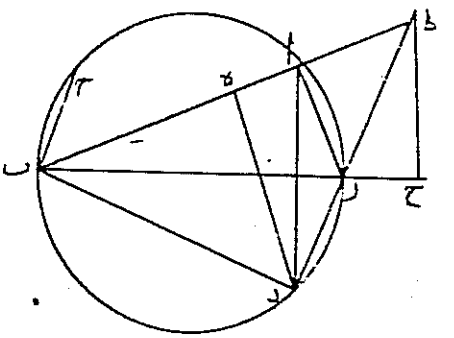
ولندرنحن على مثلث ـ ا د ب ـ دائرة و نفرز منها ـ د ج مساوية ـ لا د ـ ونصل ـ ب ج ـ وننزل عمود ـ د ه ـ فلأن اب ج ـ منحنى فى قوس ـ ا د ج ـ يكون مربع ـ ا د ـ المعلوم مساويا لمربع ـ ب د ـ نصف قطر فلك التدوير وضرب ـ اب ـ الذى هو ستون فى ـ ب ج ـ المجهول واذا القينا مربع ـ ب د ـ من مربع ا د ـ بقى ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ فاذا قسمناه على ـ اب خرج ـ ب ج ـ ونصف مجموعه الى ـ ا ب ـ هو ـ ا ه ـ فنه ب معلوم و ـ د ه ـ يكون معلوما باجزاء ـ اب ـ ونسبة ـ د ه ـ بهذا المقدار الى ـ د ب ـ بهذا المقدار كنسبة ـ د ه ـ بالمقدار الذى به ـ د ب الجيب كله الى ـ د ب ـ الجيب كله فاذا حولناه وقوسناه خرج ذلك ـ المطلوبة وهو ما اردناه ٠

مسئلة احوج اليها معرفة الابعاد فى مقالتى فى دلالة الآثار العلوية على الاحداث السفلية

مثلثا ـ ز ا ب ـ ب د ز ـ قائمى زاويتى ـ ا ـ د ـ وهما معا على قاعدة ـ ز ب ـ وقد اخرج عمود ـ ط ح ـ على ز ب ـ من نقطة تقاطع ـ ز د ـ ب ا ـ كيف نعلم ـ ط ح ـ من اضلاع المثلثين المعلومة فلنصل ـ ا د ـ فيكون معلومان من جهة ان ذا اربعة اضلاع ا د ب ز ـ مما تحيط به دائرة لأن ـ د ب ـ وتر كل واحدة من زاويتى المثلثين القائمين فهو بعينه قطر للدائرة المحيطة بكل واحد منها

وضرب ـ اب ـ المعلوم فى ـ د ز ـ المعلوم مساو لمجموع ضرب از ـ المعلوم فى ـ د ب ـ المعلوم وضرب ـ ز ب ـ المعلوم فى ـ اد ـ المجهول ثم ندير على مثلث ـ ا د ب ـ دائرة تحيط به ونفرز قوس ـ د ب ج المساوية لقوس ـ اد ـ وننزل عمود ـ د ه ـ على ـ اب ـ فيكون خط اب ج ـ منحنيا فى قوس ـ اب ج ـ بنصفه عمود ـ د ه ـ و اد يقوى على ـ ب د ـ وضرب ـ اب ـ فى ـ ب ج ـ المجهول فهو اذن معلوم ـ و اه ـ ه ب ـ لذلك معلومان ولأن زاوية ـ ب د ط قائمة ـ و د ه ـ عمود على ـ ب ط ـ يكون ضرب ـ ب ه ـ فى ه ط ـ مساويا لمربع ـ د ه ـ فمتى قسمنا مربع ـ د ه ـ على ـ ه ب خرج ـ ه ط ـ فيصير ـ ب ط ـ كله معلوما ونسبة ـ ط ب المعلوم الى ـ ط ح ـ المطلوب كنسبة ـ ز ب ـ المعلوم الى ـ ز ا المعلوم ـ فط ح ـ معلوم وذلك ما اردناه .

ش ـ ٥٦



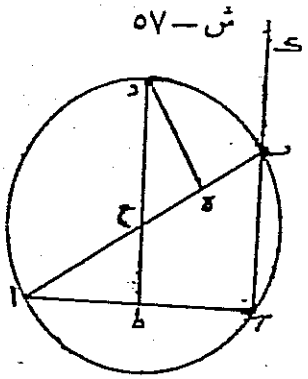
مسئلة النخلة ويجيء ذكرها فى كتاب الجبر والمقابلة

اذا كان خشبة معلومة الطول منصوبة على الارض قائمة على وجهها قد انكسرت وانعطفت حتى بلغ الارض فكان ما بين موضع رأسها من الارض الى اصلها معلوما واردنا معرفة موضع انكسارها ضربنا نصف البعد الذى بين موضع رأسه من الارض وبين اصله فى نفسه وقسمنا المجتمع على نصف طول الخشبة فاخرج فهو الذى ان نقص من طول الخشبة بقى ما بقى منها قائما على وجه الارض وان زيد على نصف طولها اجتمع مقدار ما انكسر وانعطف الى الارض .

فلتكن الخشبة ـ ك ج ـ قائمة على ـ ا ج ـ وجه الارض ولما انكسرت على ـ ب ـ وانعطفت ولم ينمازا حد قسميها من الآخر بلغ رأسها نقطة ـ ا ـ من الارض وكان ـ ا ج ـ معلوما ونريد الآن معرفة مقدار ـ ب ج ـ فلندر على مثلث ـ ا ب ج ـ القائم زاوية ج ـ دائرة ونخرج عمود ـ د ه ـ على ـ ا ب ـ من منتصف قوس ـ ا ب ج ـ وعمود ـ د ط ـ على ـ ا ج ـ فلأنه خارج من منتصف القوس فانه لا محالة ينصف وتر ـ ا ج ـ وتكون قطعة من قطر الدائرة و ـ ا ب ـ قطرها فالمركز نقطة ـ ج ـ ضرورة ومثلثا ـ د ه ح ـ ا ط ح ـ المتناظران قائمى زاويتى ـ ه ـ ط ـ فهما متشابهان و ـ د ح ـ يساوى ـ ح ا ـ فد م ـ يساوى ـ ا ط ـ اذن

ونسبة ـ اه ـ نصف طول الخشبة الى ـ ه د ـ الساوى ـ لا ط كنسبة ـ د ه ـ الى ـ ه ب ـ المطلوب فهو معلوم فاذا زدناه على اه ـ اجتمع ـ اب ـ المنكسر من الخشبة واذا نقصناه من ـ اه اعنى مجموع ـ ج ب ـ ب ه ـ تبقى ـ ب ج ـ الباقى منها قائما على الأرض .

ش ـ ٥٧



مسئلة الطائرين والسمكة وهى متداولة فى كتاب الجبر والمقابلة

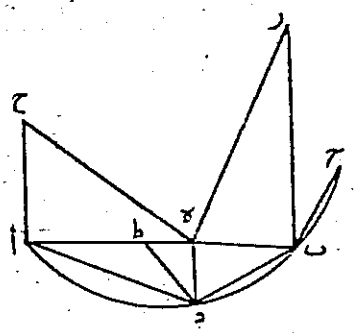
نخلتا ـ ب ز ـ ا ح ـ معلومتا الطولين على حافتى نهر عرضه اب ـ وقد ظهر على وجه الماء فيه سمكة فانقض عليها من رأسى النخلتين طائران واصطادها معا فى وقت واحد ويريدان نعلم بعد موضع ظهور السمكة من شاطئ النهر وملتقى الطائرين فنضرب كل واحد من طول النخلتين فى نفسه ونقسم فضل ما بين المجتمعين منهما على عرض النهر فما خرج نريده على المقسوم عليه ونأخذ نصف ما بلغ

فيكون بعد موضع ظهور السمكة من اصل النخلة القصيرة وان القينا ذلك من عرض النهر بقى بعده من اصل النخلة الطويلة وان ضربنا طول النخلة فى نفسه وبعد مابين اصلها وبين موضع السمكة فى نفسه وأخذنا جذر مجموع المبلغين كان ذلك هو ما طاره كل واحد من الطائرين فليكن اطول النخلتين — ز ب — واقصرها — ح ا — وموضع ظهور السمكة على الماء — ه — ونصل — ز ه — ح ه — فيكونان متساويين لأنهما بعدان قطعهما الطائران فى زمان واحد ولذلك يساوى مجموع مربعى — ز ب — ب ه — مجموع مربعى — ح ا — ا ه — فيكون فضل مربع — ب ز — على مربع — ح ا — مساويا لفضل مربع — ا ه — على مربع — ب ه — ثم نعمل مثلث — ا ب د — ونجعل — ا د — فيه مساويا — لب ز — و — ب د — مساويا — لا ح — ونصل — د ه .

فاقول انه عمود على — ا ب — لا يمكن غيره فان امكن فلايكونن عمودا على — ا ب — ولتنزل العمود فيكون — د ط — ففضل مابين مربعى — ب د — د ا — مساولفضل ما بين مربعى — ب ط ط ا — ولكن فضل مابين مربعى — ب د — د ا — اعنى مربعى — ا ح — ب ز — مساولفضل ما بين مربعى — ا ه — ب ه — فكل واحد من — ج ط — د ه — عمود على — ا ب — ففى مثلث — د ط ه زاويتان قائمتان سوى الثالثة هذا خلف — فد ه — هو العمود على ا ب — دون — د ط — ثم ندير على مثلث — ا د ب — دائرة يحيط به

ونفرز قوس ـ د ب ج ـ مساوية لقوس ـ ا د ـ فمربع ـ ا د بفضل على مربع ـ ب د ـ بضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ فاذا قسمنا فضل ما بين مربعى ـ ا د ـ د ب ـ اعنى مربعى ـ ب ز ـ ا ح على ـ ا ب ـ خرج ـ ب ج ـ و ـ ا ه ـ بعد موضع السمكة من نخلة ا ح ـ هو نصف مجموعهما و ـ ه ب ـ بعده من نخلة ـ ب ز ـ هو نصف فضل ما بينهما •

ش — ٥٨



وقد يمكن وجود طرق الى المطالب فى المسائل المتقدمة اسهل من التى اتفقت فى الوقت إلا ان الغرض فى صرفها الى امرو احد هو الابانة عن محل خواص هذا الشكل من هذه الصناعة والارشاد الى كيفية التصرف فيها •

ذكر اوتار الدائرة

ومما لاخفاء به ان معرفة اوتار قسى الدائرة لعلم الهيئة قائمة مقام الطور من المادة فيها تخرج من القوة الى الفعل وخواص هذا

الشكل يتسوى فى اكثرها سريان الروح فى البدن ولنشر الى ذلك فنقول انه لا بد من ان تكون من اوتار الدائرة واحدا معلوما لنستنبط سائرها منه وننسب مقاديرها اليه •

ومن البين ان الاوتار مختلفة باختلاف قسيها بعضها اصغر من بعض مشاكلة للكسور الموجودة كذلك فهى سيالة الى التصاغر غير واقفة عند حد محدود وما ليس بمحدود فلن يساغ الوقوف عند بعضه من غير ما سبب موجب للوقوف •

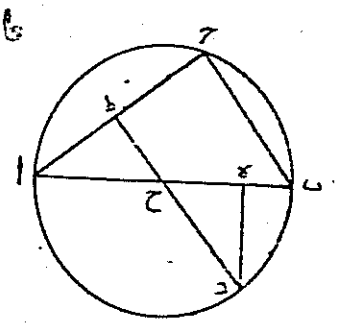
الشكل الحادى عشر من المقالة الثانية من كتاب الاصول فقد حصل الوتر الثانى والثامن وتر الاويعرف منه وترتتمة قوسه الى نصف الدور •

معرفة وتر تتمة كل قوس معلومة الوتر الى نصف الدائرة

وليكن الوتر المعلوم ـ ب ج ـ وقطر الدائرة ـ ا ب ولنصف قوس ـ ا ب ج ـ على ـ د ـ ونزل عمود ـ د ه ـ على ا ب ـ وعمود ـ ح ط ـ على ـ ا ج ـ فكما تقدم فى مسئلة النخلة نصف وتر ـ ا ج ـ بعمود ـ د ح ط ـ ويكون ـ ح ـ مركز الدائرة ويتساوى مثلثا ـ ه د ح ـ ط ا ح ـ المتشابهان فيتساوى ـ ه د ا ط ـ وتكون نسبة ـ ا ه ـ نصف مجموع الوتر والقطر الى ـ ه د المساوى ـ لط ا ـ كنسبة ـ ه د ـ الى ـ ه ب ـ الذى هو فضل نصف مجموع القطر والوتر على القطر ـ فا ط ـ نصف المطلوب معلوم •

وحسابه ان يضرب نصف مجموع الوتر والقطر فى فضل القطر على هذا النصف ويضعف جذر المبلغ فيكون وترتتمة القوس المعلومة الوتر الى نصف الدور وهذا الحساب ايسر من أخذ جذر فضل مابين مربعى ـ ا ب ـ ب ج ـ لسقوط احد التربيعين عنه فقد حصل اذن بالوترين الاولين وتران آخران •

ش — ٦٠

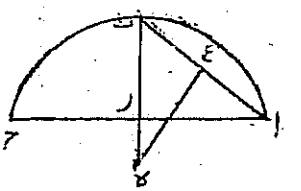


معرفة وتر ضعف كل قوس معلومة الوتر ومعرفة وتر نصف القوس المعلومة الوتر وان لم تظهر فيه آثار هذه الخواص بالفعل

ليكن — اب — وترا معلوما فى دائرة معلومة القطر وقوس ب ج — تساوى قوس — ا ب — ونصل — اج — وهو المطلوب فنخرج من المركز عمود — ه ح — على — ا ب — فتساوى زاويتا ب ا ز — ب ه ح — مع قيام زاويتى — ح ز — ويتشابه مثلثا — ا ب ز ب ه ح — فتكون نسبة — ا ب — الى — ا ز — كنسبة — ب ه — الى ه ح — فا ز — معلوم وضعفه — اج — وحسابه ان نضرب الوتر المعلوم فى جذر ربع فضل ما بين مربعه وبين مربع القطر وتقسم المجتمع على نصف القطر ونضعف ما يخرج من القسمة فيكون وتر ضعفها فان كان الوتر المعلوم — اج — واريد — اب — وتر نصف قوسه فان ز ه — نصف وتر تتمة قوس — ا ب ج — الى نصف الدائرة تكون

ب ز ـ باقية من نصف القطر و ـ ا ب ـ يقوى على ـ ا ز ـ ز ب فهو معلوم وحسابه ان يضرب الوتر المعلوم فى نفسه ويلقى ما اجتمع من مضروب القطر فى نفسه وينقص جذر ما بقى من القطر ويضرب نصف ما يبقى فى مثله ويزادا المبلغ على مضروب نصف الوتر المعلوم فى مثله ويؤخذ جذر المجتمع فيكون وتر نصفها المطلوب •

ش—٦١



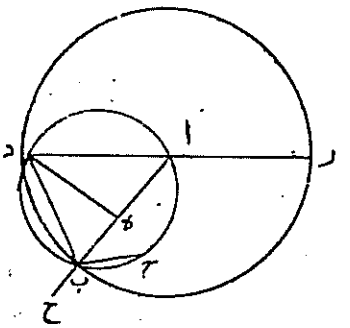
فقد علم وتر السدس والثلث وبطريقة التنصيف من عند السدس وتر نصف السدس ووتر ربعه وعلم وتر العشر ووتر الاربعة الاعشار ووتر الخمس ، اما بتنصيف هذا واما بتضعيف ذلك ومن وتر العشر وتر نصف التسع وربعه ومن نصف الدائرة وتر الربع لأنه يقوى على نصف مربع القطر ووتر الثمن ، اما بالتنصيف واما بمثل ما تقدم فى وتر العشر •

معرفة وتر الثمن

وهو ان يكون ـ ب د ـ ثمن محيط دائرة ـ د ب ز ـ المعلومة قطر ونصل ـ د ب ـ فيكون وتر الثمن فاقول انه معلوم •

برهانه انا نخرج قطر ـ د ا ز ـ وليكن المركز ـ ا ـ ونصل ا ب ـ ونخرج عمود ـ د ه ـ على ـ ا ب ـ ونديره على مثلث ا د ب ـ دائرة ونفصل قوس ـ د ب ج ـ منها مساوية لقوس ا د ـ ونصل ـ ب ج ـ ولأن ـ د ه ـ نصف وتر ضعف الثمن فانه نصف وتر الربع وزاوية ـ د ا ب ـ ثمن اربع زوايا قائمات فهي اذن نصف قائمة وزاوية ـ ا ه د ـ قائمة فتبقى زاوية ـ ا د ه نصف قائمة فخط ـ ا ه ـ ه د ـ متساويان وكل واحد منهما نصف وتر الربع ونخرج ـ ا ب ـ على استقامته حتى يصير ـ ه ح ـ مساويا له ا ـ فمعلوم ان ـ ب ح ـ ب ج ـ يتساويان لأن عمود ـ د ه ينصف كل واحد من ـ ا ب ج ـ المنحنى و ـ ا ب ح ـ المستقيم ومربع ـ ا د ـ مساو لمربع ـ د ب ـ المطلوب وضرب ـ ا ب ـ المعلوم في ـ ب ج ـ اعني ـ ب ح ـ فد ب ـ اذن معلوم وحسابه ان تلقى نصف القطر من ضعف وتر الربع ونضرب الباقي في نصف القطر وتلقى المبلغ من مضروب نصف القطر في نفسه ويؤخذ جذر الباقي فيكون وتر الثمن تماما نصف وتر ثمن فتكسر وان طلب فبالتنصيف موجود •

ش — ٦٢

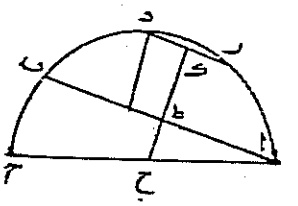


معرفة وتر مجموع قوسين معلومتي الوتر

وكل قوسين معلومتي الوتر فان وتر مجموعهما معلوم وليكونا اب ـ ب ج ـ ونخرج ـ د ز ـ موازيا ـ از اب ـ وننزل عمود د ه ـ من منتصف قوس ـ اب ج ـ على ـ اب ـ ونخرج من مركز الدائرة وهو ـ ح ـ عمود ـ ح ط ك ـ على ـ زد ـ ومعلوم ان ما بين قوسى ـ اب ـ ب ج ـ اعنى ـ زد ـ هو مجموع قوسى ب د ـ ز ا ـ ولأن ـ ح ك ـ هو نصف وتر تمام ـ ز د ـ اعنى ب ـ ج المعلوم — و ـ ح ط ـ نصف وتر تمام ـ اب ـ ففضلى وهو ـ ك ط ـ معلوم ـ و ـ د ه — يساويه و ـ ا د ـ يقوى عليه ما بينهما وعلى ـ اه — الذى هو نصف مجموع الوترين واذا صار ا د ـ معلوما كان ـ ا ج ـ وترضعف قوسه معلوما ، وحسابه ان

نسقط مضروب كل واحد من الوترين فى نفسه من مضروب القطر فى نفسه ونأخذ جذر ربع كل واحد من الباقين ونضرب فضل ما بين الجذرين فى نفسه ونزيد عليه مضروب نصف مجموع الوتر فى نفسه وتقسم على القطر وتلقى ماخرج من نصف القطر نضعف الباقى ونضرب ذلك الضعف فى نفسه وتلقيه من مضروب القطر فى نفسه ونأخذ جذر مايبقى فيكون وتر مجموع القوسين •

ش — ٦٣



معرفة وتر نصف مجموع قوسين معلوم منى الوتر

متى ماعلم وتر مجموعهما عرف بالتنصيف المتقدم وترنصف مجموعهما ويمكن نعبره فيكونا ـ اب ـ ب ج ـ ونخرج من المركز وهو ـ ح ـ عمودى ـ ح ك ـ ح ط ـ على ـ اب ـ د ه ط فلان ـ ح ك ـ نصف وترتتمة ـ اب ـ الى نصف الدائرة و ـ ط ه يساويه

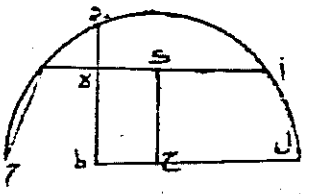
يساويه - و - اه - نصف مجموع الوترين - فك ه - يساوى نصف ب ج - اذهو مسا ولنصف الوتر الخارج من نقطة - د - على موازاة اب - ونخرج - ح ط ل - على استقامته فبين ان ضرب - ل ط فى باقيه من القطر مساولمربع - ط د - فاذا اسقط منه - ط د - بقى ه د - معلوما و - اه - معلوم - فاد - معلوم وحسابه ان ندير نصف اصغر الوترين على نصف القطر ونتقصه ايضا منه ثم نضرب الزائد فى الناقص ونحفظ جذر المجتمع ونسقط مضروب اعظم الوترين فى نفسه من مضروب القطر فى نفسه ونأخذ جذر ربع ما يبقى فنلقيه من المحفوظ ثم نضرب الباقى فى نفسه ونزيده على مضروب نصف مجموع الوترين فى نفسه ونأخذ جذر الجملة فيكون وترنصف مجموع القوسين المعلومتى الوترين .

معرفة وتر مابين قوسين معلومتى الوتر

وليكونا - اب - ب ج - ونخرج من منتصف قوس اب ج - و - ز - موازيا - لاب - ومن مركز - ح - عمود - ح ط ك عليه فيكون مجموع - د ب - زا - هو فضل مابين قوس - ب ج - اعنى - د ز ه - وقد تقدم ان - ك ط - يكون معلوما و - ه ب هو فضل الوتر الاطول على نصف مجموعه الى الاقصر - فد ب القوى عليهما معلوم فوتر ضعفه معلوم، وحسابه ان نمثل ما تقدم فى وتر المجموع حتى يحصل فضل مابين الجذرين فنضربه فى نفسه

ونجمع المبلغ الى مضروب فضل الوتر الاطول على نصف مجموع الوترين فى نفسه ونقسم ما يجتمع على القطر فما خرج نلقيه من القطر ثم نضرب الباقى فى نفسه ونلقيه من مضروب القطر فى نفسه ونأخذ جذر ما يبقى فيكون وتر التفاضل •

ش — ٦٤



ولأن لوتر مجموع القوسين ووتر فضل ما بينهما اشتراكا فى الاسم وذلك ان — د ب — وتر تفاضل ما بين قوسى — ا د — د ب وهو بعينه اعنى — د ب — وتر تفاضل قوسى — ا د — ج ب — فانهما يتعاونان فى الحصول •

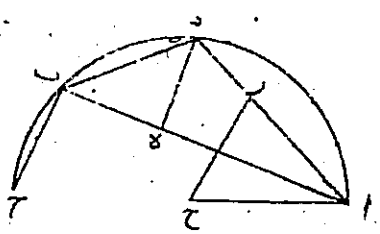
معرفة وتر مجموع قوسين معلومتى الوترين
ومعرفة وتر تفاضل ما بينهما بالتجاوز

وليكونا — ا د — د ب — ونفرض قوس — ا د — يساوى د ج — فمعلوم ان وتر المجموع — ا ب — ووتر التفاضل — ب ج ولنخرج من مركز — ح — عمود — ح ز — على — ا د — ونصل

ا ح ـ فلأن زاوية ـ ا ح ز ـ على نصف القوس التى عليها زاوية د ب ه ـ فانهما متساويتان ومثلثا ـ ا ز ح ـ ه ن د ـ متشابهان فنسبة ـ ا ح ـ نصف القطر الى ـ ح ز ـ نصف وتر تتمة قوس ا د ـ الى نصف الدائرة كنسبة ـ د ب ـ الى ـ ب ه ـ فب ه معلوم و ـ ا د ـ يقوى على ـ ب ه ـ ه د ـ فه د ـ ايضا معلوم و ـ ا د ـ يقوى على ـ اه ـ ه د ـ فاه ـ معلوم فاذا جمعنا ـ اه ه ب ـ اجتمع وتر المجموع واذا نقصنا ـ ه ب ـ من ـ اه ـ بقى وتر التفاضل •

وحسابه ان نضرب الوتر الاقصر فى نصف تتمة القوس الوتر الاطول الى نصف الدائرة ونقسم المجتمع على نصف القطر فيخرج المحفوظ وهو ـ ب ه ـ ونضرب هذا المحفوظ فى نفسه والوتر الاقصر فى نفسه ونلقى فضل ما بين المجتمعين من مضروب الوتر الاطول فى نفسه ونأخذ جذر ما بقى فان زدنا المحفوظ على هذا الجذر اجتمع وتر المجموع وان نقصناه منه بقى وتر التفاضل •

ش ـ ٦٥



طريق آخر

فان أخذنا نسبة ـ ا ز ـ الى ـ ا ح ـ التى هى كنسبة ـ د ه الى ـ د ب ـ صار منه ـ د ه ـ معلوما ونعبر حسابه فصار هكذا .

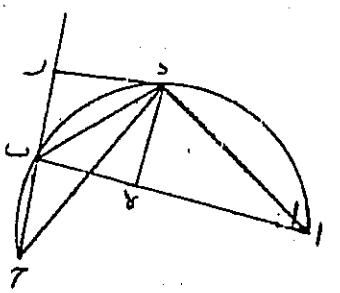
نضرب الوتر الاقصر فى نصف الاطول ونقسم المبلغ على نصف القطر فما خرج نضربه فى مثله ونلقيه من مضروب الوترين كل واحد على حدة فى نفسه ونأخذ جذرى البقيتين فان جمعا اجتمع وتر المجموع وان أخذ فضل ما بينهما كان مساويا لوتر فضل ما بينهما .

طريق آخر لغيرى

وقريب منه ما عمل عليه ابو نصر منصور بن على بن عراق فى كتابه الموسوم بالمجسطى الشاهى، وهو انه اخرج ـ ج ب ـ على استقامته وانزل عليه عمود ـ د ز ـ فلأن ـ د ب ـ معلوم ونسبة د ب ـ الى ـ ب ز ـ كنسبة القطر الى وترتمة ـ ا د ـ الى نصف الدائرة لأن زاوية ـ د ب ز ـ بمقدار قوس ـ ا د ـ وزاوية ـ د ز ب قائمة واذا اخرج قطر دائرة من ـ د ـ ووصل بين ـ ا ـ وبين منتهاه تبين مشابهة ما بين ذلك المثلث ومثلث ـ د ز ب ـ فنسبة القطر الى ب ز ـ معلومة ونسبة مربع ـ ج د ـ الى مربع ـ ب د ـ معلومة فنسبته الى الزيادة معلومة وزيادة مربع ـ ج د ـ على مربع ـ ب د هو زيادة مربع ـ ج ز ـ على مربع ـ ب ز ـ فنسبة مربع ـ ح د

الى كل واحد من مربعى ـ ج ز ـ ب ز ـ معلومة ونسبة القطر الى ب د ـ قد فرضت معلومة فنسبة القطر الى كل واحد من ـ ب ز ج ز ـ معلومة فيبقى ـ ب د ـ معلوما ثم وصل ـ ا ب ـ وانزل عليه عمود ـ د ه ـ فلأن نسبة ـ ا د ـ الى ـ اه ـ كنسبة القطر الى وتر تمام ـ ب د ـ تكون نسبة ـ ا د ـ الى ـ اه ـ معلومة ونسبة ب د ـ الى ـ ب ه ـ كنسبة القطر الى وتر تتمة ـ ا د ـ تكون نسبة ـ ب د ـ الى ـ ه ب ـ معلومة فنسبة القطر الى كل واحد من اه ـ ب ه ـ معلومة فنسبته الى مجموعهما معلومة وقد تبين فيما سلف ان فضل ـ اه ـ على ـ ب ه ـ مساو ـ لاب ج ـ .

ش ـ ٦٦



وحساب وتر التفاضل منه ان نضرب الوتر الاقصر فى وترتتمة قوس الاطول الى نصف الدائرة ونقسم المجتمع على القطر فنخرج المحفوظ الاطول فنضربه فى مثله ونزيد المبلغ على فضل مابين مضروب

كل واحد من الوترين فى مثله وتأخذ جذر الجملة وتلقى المحفوظ الاول منه فبقى وتر تفاضل •

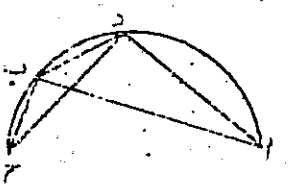
وجواب وتر المجموع منه ان نضرب الوتر الاطول فى وترتتمة الاقصر فى نصف الدائرة ونقسم المجتمع على القطر فنخرج المحفوظ الثانى فمتى جمعنا المحفوظين الاول والثانى كانت الجملة وتر مجموع القوسين ومتى نقصنا اقلهما من الاكثر بقى وتر تفاضل ما بينهما •

ولنا فى استخراج احدهما من الآخر طريق آخر اوردناه فى الكتاب المذكور

اذا كان معلوم ـ ب ج ـ وتر التفاضل واريد ـ اب ـ وتر المجموع فان مربع ـ اد ـ المعلوم يساوى ضرب ـ اب ـ المطلوب فى ـ ب ج ـ المعلوم مع مربع ـ د ب ـ المعلوم فاذا القينا مربع د ب ـ من مربع ـ اد ـ بقى ضرب ـ اب ـ فى ـ ب ج ـ و ـ ب ج ـ معلوم ـ فاب ـ معلوم •

وجوابه ان نضرب كل واحد من الوترين فى نفسه ونقسم فضل ما بين المجتمعين منهما على وتر فضل ما بين قوسيهما فيخرج وتر المجموع واذا كان ـ اب ـ وتر المجموع معلوما واريد ـ ب ج ـ وتر التفاضل فمربع ـ اد ـ يساوى مربع ـ د ب ـ وضرب اب ـ فى ـ ب ج ـ المجهول •

ش — ٦٧



وحسابه ان نقسم فضل مابين مربعى الوترين على وترالمجموع فيخرج وترالتفاضل •

طريق آخر فى ذلك لى

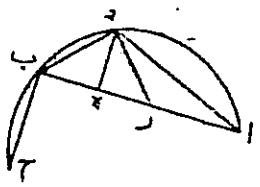
قلت فى بعض المقالات التى احتجت الى هذا المعنى فيها نتزل عمود ـ ده ـ على ـ اب ـ اذا كان ـ اب ـ وترالمجموع معلوما واردنا ـ ب ج ـ التفاضل فلأن مربع ـ اد ـ ينقص عن مربعى د ب ـ ب ا ـ اضعف ضرب ـ اب ـ فى ـ ب ه ـ فان نصف فضل مابين مربعى ـ اد ـ د ب ـ اذا قسم على ـ اب ـ خرج ـ ب ه (١) نصف فضل مابين وترالمجموع ووتر التفاضل وحسابه ان نضرب كل واحد من الوترين فى نفسه وننقص اقل مايجتمع من اكثرهما

(١) هنا خرم فى الاصل والغالب ان يكون القطر

ونقسم نصف ما يبقى على وتر المجموع فما خرج نلقى ضعفه من وتر المجموع فيبقى وتر التفاضل وان كان ـ ب ج ـ وتر التفاضل معلوما واريد معرفة ـ ا ب ـ وتر مجموع قوسيهما فانا نفصل ـ ه ز مساويا ـ له ب ـ ونصل ـ د ز ـ فيكون ـ د ز ـ د ب متساويان ومربع ـ ا د ـ يفضل على مربعى ـ د ز ـ ز ا ـ لضرب ا ز ـ فى ـ ز ب ـ اعنى ضعف ضرب ـ ا ز ـ فى ـ ز ه ـ لكن ا ز ـ مساو ـ لب ج ـ فز ب ـ معلوم •

وحسابه ان نضرب كل واحد من الوتر الاقصر ووتر التفاضل فى نفسه ونجمعهما ونلقى المبلغ من مضروب الوتر الاطول فى مثله ونقسم ما بقى على وتر التفاضل فما خرج نزيده على وتر التفاضل فيجتمع وتر المجموع •

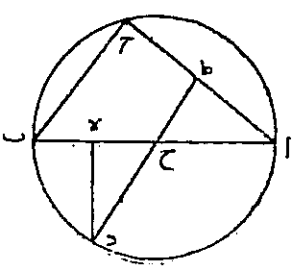
ش ـ ٦٨



معرفة وتر تتمة قوس معلومة الوتر الى نصف الدائرة اذا كان جملة قطر الدائرة مع وتر التتمة معلومة وكل واحد منهما بانفراده مجهول

هذا راجع الى مسئلة النخلة المتقدمة فليكن ـ اد ـ معلوم الوتر ومجموع ـ ج ب ـ وتر تتمتها الى نصف الدائرة مع قطر ـ ب ا معلوم وكل واحد من ـ ا ب ـ ب ج ـ بانفراده مجهول فلنتصف قوس ـ ا ب ج ـ على ـ د ـ وننزل عمود ـ د ه ـ على ـ ا ب وعمود ـ د ح ط ـ على ـ ا ج ـ وقد تبين فيما تقدم ان نقطة ح ـ مركز الدائرة وان ـ ا ط ـ يساوى ـ د ه ـ ونسبة ـ ا ه الذى هو نصف مجموع قطر ـ ا ب ـ ووتر ـ ب ج ـ الى ـ د ه المساوى لنصف ـ ا ج ـ كنسبة ـ د ه ـ الى ـ ه ب ـ على ا ه ـ اجتمع القطر واذا نقصناه منه حصل الوتر •

وحسابه ان نضرب الوتر المعلوم فى نفسه ونقسم ما بلغ على نصف مجموع القطر ووتر قوس الوتر المعلوم فما خرج فهو الذى اذا زدناه على ذلك النصف المقسوم عليه اجتمع القطر وان نقصناه منه حصل وتر تتمة قوس الوتر المعلوم • ش — ٦٩



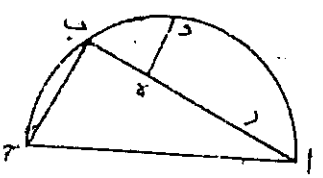
وقد استبان انه اذا كان في الدائرة المجهولة القطر وتران معلومان وكان مجموع وترى تتمتى قوسيهما معلوما وقسم فضل مابين مربعي الوترين المعلومين على مجموع وترى تتمتى قوسيهما الى نصف الدائرة ثم زيد الخارج من القسمة على هذا المجموع وأخذ نصف الجملة كان وترتتمة قوس اصغر الوترين المعلومين وان نقص الخارج من القسمة من هذا المجموع واخذ نصف الباقي كان وترتتمة قوس اعظم ذينك الوترين وقطر الدائرة يقوى على وتر كل قوس ووترتتمتها فهو معلوم وهذا على قياس مسئله النخلتين والطائر

معرفة وتر القوس ووتر تتمتها الى نصف الدائرة المعلومة القطر اذا كان الوتران بمجموعهما معلومين وبالتفصيل مجهولين

فليكن قطر ـ ا ج ـ معلوما ومجموع وترى ـ ا ب ـ ب ج ـ معلوم ونريدان نعلم كل واحد منهما بانفراده فلنصف قوس ا ب ج ـ على ـ د ـ ونتزل ـ ده ـ على ـ اب ـ فلأن خط ـ ا ب ج المنحني منقسم بنصفين على ـ ه ـ بقسمين مختلفين على ـ ب ـ يكون مجموع مربعي ـ ا ب ـ ب ج ـ مساويا لضعف مربع ـ ا ه ـ وضعف مربع ـ ه ب ـ لكن ـ ا ج ـ يقوى على ـ ب ـ فاذا القينا من مربع ا ج ـ نصفه كان مابقي مساويا لمجموع مربعي ـ ا ه ـ ه ب ـ إلا ان مربع ـ ا ه ـ معلوم لأن ـ ا ه ـ نصف ـ ا ب ج ـ المعلوم فاذا القيناه من ذلك الباقي بقي مربع ـ ه ب ـ فه ب ـ معلوم فان زدناه

على ـ ا ه ـ (١) هو نصف مجموع ـ اب ـ ب ج ـ اجتمع ـ اب ـ وان نقصناه منه بقى ـ ب ج ـ وان شئنا فصلنا ـ ه ز ـ مساويا ـ له ب فيبقى ـ از ـ مساويا ـ اب ج ـ فخط ـ ب ز ـ منقسم بنصفين على ـ ه ـ وقد زيد فيه ـ از ـ فمجموع مربعى ـ ب ا ـ از يساوى ضعف مربعى ـ ب ه ـ ه ا ـ فمتى القينا من مربع ـ اج ضعف مربع ـ ه ب ـ فه ب ـ معلوم وهو التعديل الذى عدلنا به الوترين، ومتى استعملنا انصاف هذه المقادير خف العمل لأن الانصاف على نسب الاضعاف وكان حسابه ان نضرب نصف مجموع ذينك الوترين فى نفسه ونلقى ما اجتمع من نصف مضروب القطر فى مثله ونأخذ جذر ما يبقى فان اردنا اطول الوترين زدنا هذا الجذر على نصف مجموع الوترين وان اردنا اقصرهما نقصنا هذا الجذر من نصف مجموعهما فيحصل المطلوب •

ش ـ ٧٠

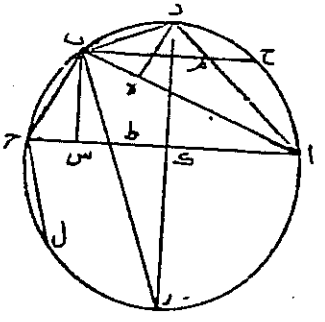


(١) هنا خرم فى الاصل .

معرفة كل واحد من وترين لقوسين متواليتين اذا كانت نسبة احدهما الى الآخر معلومة ووتر مجموعهما معلوما

ليكن وتر – ا ج – معلوما ونسبة وتر – اب – الى وتر ب ج – معلومة ونريد كل واحد منهما بانفراده فنصف زاوية اب ج – بخط – ب ط ز – ونخرج قطر – ز ك د – فيكون قائما على – ا ج – وننزل عمود – ب م ح – عليه فكل واحد من – اط ط ج – معلوم لأنهما على نسبة – اب – الى – ب ج – المفروضة و – ك ط – معلوم – و – ك ز – باقي سهم – د ك – الى تمام القطر فمثلث ط ز ك – معلوم ومثلثا – ب ز د – ب ط س – يشابهانه فهما معلوما الاضلاع ويصير كل واحد من – اب – ب ج – معلوما فضرب – ا ج – في – ب ج – معلوم فضرب – ا ج – في – ب ج اعني – ج ل – معلوم وفضل ما بينه وبين مربع – اب – هو مربع ب ج – فكل واحد من وتري – اب – ب ج – معلوم وهو ما اردنا .

ش – ٧١



فايضا فان مثلثى ـ ط ك ز ـ ـ ا د ه ـ متشابهان و ـ ا د وترنصف قوس ـ اب ج ـ معلوم فمثلث ـ ا د ه ـ معلوم الاضلاع فيصير ـ ا ه ـ معلوما فضعفه وهو جملة ـ ا ب ج ـ معلوم فقسما اب ـ ب ج ـ منه على النسبة المعلومة معلومان وهو مطلوبنا •

ذكر وتر الجزء الواحد من ثلاثمائة وستين جزءا من الدور

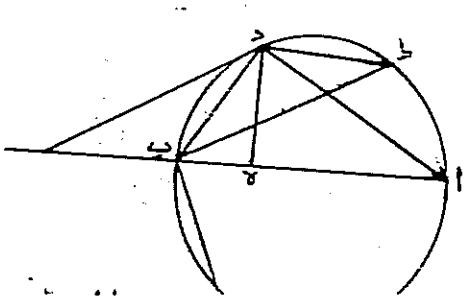
فبهذه الاصول المتقدمة ينتهى بالتفاضل والتنصيف الى ثلاثة اجزاء من محيط الدائرة المقسومة بثلاثمائة وستين جزءا فيتحقق وترها ثم ينكسر ما وراء ذلك •

والى الآن لم ينفتح لاحد طريق الى معرفة ثلث القوس المعلومة الوتر بالاطلاق وانما يحومون فى المطلوب حول الحق و يخطون ما يتفرسون فيه من التساهل الى اجزاء الاجزاء التى لا يستعملونها ولاجل هذا تبقى القسى المتفاضلة من عند الثلاثة الاجزاء اوالمتفاضلة من عند الجزء والنصف اومن عند الثلاثة ارباع الجزء يتفاضل مساولها غير معلومة الاوتار وليكن ـ ا د ب ـ قوسا معلومة الوتر وثلثها ـ ب د ـ ولنجعل ـ د ج ـ مساويا ـ لد ا ـ فيكون ب ج ـ مساويا ـ لد ب ـ ونجعل ـ ب ز ـ مساويا ـ لب ج ونصل ـ ز د ـ فيكون ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب د ـ اعنى ـ ب ج مساويا لمربع ـ ا د •

وايضا فان ـ ط ـ منتصف ـ ا د ـ و ـ د ب ـ زيادة فى قوس ـ ا د ـ يكون ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب د ـ مع مربع ب د ـ اعنى ـ ط د ـ مساويا لمربع ـ ا د ـ اعنى ـ ط ب ـ فلو امكننا فى خط ـ ا ب ـ زيادة بحيث اذا اخرجنا من منتصف الجملة عمودا كعمود ـ ه د ـ كان وتر ما فصل وهو ـ د ب ـ مساويا لتلك الزيادة لكانت تلك الزيادة هى المطلوبة فيما نحن بصدده •

بل لو امكن اجازة خط مستقيم مماس لهذه الدائرة تلقى ـ ا ب ـ على ـ ز ـ وننزل العمود النازل من نقطة التماس وهى ـ د ـ على منتصف خط ـ ا ز ـ لكان وجها ما فى الطلبة فان الخط الواصل فيما بين ـ ز د ـ مماس للدائرة من اجل ان زاوية ـ ا ب د ـ ضعف زاوية ـ ب ا د ـ ولكن زاويتى ـ ا ز ـ متساويتان فزاوية ـ ا ب د ـ المساوية لزاويتى ـ ب ز د ـ ب د ز ـ ضعف زاوية ـ ب د ز فزاوية ـ ب د ز ـ مساوية لزاوية ـ ز ـ اعنى زاوية ـ ا ـ فى قطعة د ا ب ـ وزاوية ـ ب د ز ـ من وتر هذه القطعة ومن الخط الخارج من ـ د ـ فخط ـ د ز ـ مماس للدائرة ومواز ـ لب ط ـ ولكن جميع ذلك متعذر •

ش—٧٢



الاحتيال لاستخراج وتر ثلث القوس المعلومة الوتر

ونحن احق بان نقتفى اثر الاسلاف فى التحل لمعرفة وتر ثلث القوس المعلومة الوتر ليتم به الاقتدار على تقطيع الاوتار فى جدول •

فليكن ـ اب ـ قوسا معلومة الوتر ونخرج من طرفيها قطرى ـ اج ـ ب د ـ يتقاطعان على ـ ه ـ فيكون المركز ويتساوى قوسا ـ اب ـ ج د ـ ونخرج ـ ج ا ـ على استقامته فى جهة ـ ا ـ غير محدودة ونخرج ـ د ز ـ على موازاة ـ ج ا و ـ ه ح ـ عمودا عليه ثم نخرج ـ ز م ط ك ـ اخراجا يساوى به ط ك ـ نصف قطر الدائرة •

ولم يتأت ذلك بالاصول الهندسية لاحد الى زماننا هذا واعيأ الكل استخراجه الا بالحيل المقربة المنحرفة عن طريق الهندسة كما اخرجه الكندى والقدماء بالآلة والتحريك ، واستخرجه المحدثون لخواص القطع الزائد من قطوع المخروط وما كان سبيله كذلك فلن ينقاد فى الحساب للخروج من القوة الى الفعل •

ولنتزل ان ذلك تهيأ كذلك فاذا اخرجنا ـ ه ع ـ على موازاة هذا الخط المخرج كانت قوس ـ اع ـ نصف قوس ـ ع ب برهانه انا نصل ـ ه ط ـ فيتساوى زاويتا ـ ط ه ك ـ ط

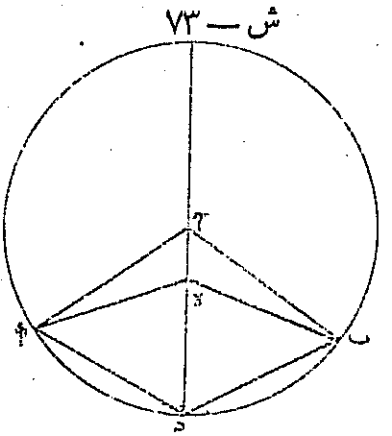
ك ه ـ كما تساوى زاويتا ـ ه ط د ـ ه د ط ـ وزاوية ـ ه ط د مساوية لزاويتى ـ ط ه ك ـ ط ك ه ـ المتساويتين فزاوية ـ ه د ط ضعف زاوية ـ ط ك ه ـ لكن زاوية ـ ط ك ه ـ مبادلة لزاوية زدك ـ فزاوية ـ ه د ط ـ ضعف زاوية ـ ط د ز ـ وزاوية ـ ب د ز ـ على قوس ـ زب ـ وزاوية ـ اه ب ـ يساويها لتوازى ـ ه ا د ز ـ فتوسا ـ اب ـ ا ز ـ متساويتان فاذا اخرجنا ـ ه ع موازيا ـ لدك ـ كانت زاوية ـ ب ه ع ـ الخارجة مساوية لزاوية ب دك ـ الداخلة وتبقى زاوية ـ ع ه ا ـ المساوية لزاوية معلومة •

واما نسبة سطح نسبته الى ضرب ـ ح د ـ فى ـ ز ج معلومة الى سطح نسبته الى ضرب ـ ح د ـ فى ـ د ز ـ معلومة فهى كنسبة خط معلوم النسبة عند ـ ز ح ا ـ الى خط معلوم النسبة عند ـ ز د ـ فاذن نسبة ـ ح د ـ الى خط معلوم النسبة الى ح ز ـ كنسبة خط معلوم النسبة الى ـ ج ز ـ (١) •

المتساويتين بقيت زاوية ـ ج ب ه ـ مساوية لزاوية ـ ج اه ـ فزوايا التعاديل للحصص المتساوية فى الجهتين المختلفتين متساوية وذلك ما اردنا ان يتضح •

---

(١) من هنا الى عدة صفحات اغتشاش فى اوراق الكتاب كما يظهر من بيان كاتب اصل النسخة فتأمل



واذ قد تبين هذا فانا نحتاج ان نبين مقدمتين تصل احداهما بالاخرى على انى كنت افردت للخواص التى سع (١) منهما كتابا كافيا ولكن لابد من اشارة اليهما واحداهما هى هذه (٢)

اذا قسم قوس بنصفين وبقسمين مختلفين ووصل بين كل واحد من طرفيها وبين نقطتى انقسامها فان ضرب وترى القسمين المتساويين احدهما فى الآخر نفصل على ضرب وترى القسمين المختلفين بمربع وترما بين نقطتى الانقسامين .

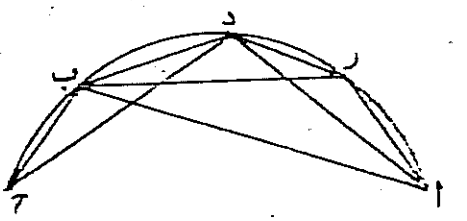
مثال ذلك قوس — ا ج — قسم بنصفين على — د — وبقسمين مختلفين على — ب — ووصل — ا ب — ب ج — ا د — د ج — د ب فاقول ان ضرب — ا د — فى — د ج — يفضل على ضرب — ا ب — فى ب ج — بمربع — د ب .

برهانه انا نخرج — د ز — موازيا — لا ب — ونصل — ا ز — ز ب

(١) كذا — (٢) فى هذه العبارات وما بعدها الى عدة صفحات اختلاف من مضامين اصل الكتاب كما يظهر من بيان كاتب اصل النسخة .

فتكون قوسا ـ ا ز ـ د ب ـ متساويتان وتبقى قوسا ـ ز د ـ ب ج ايضا متساويتين فيكون ـ ز ب ـ مساويا ـ لد ج ـ ويتساوى وتراهما فلأن ذا اربعة اضلاع ـ ا ز د ب ـ فى دائرة تحيط به ٠

ومما تبين فى المقالة الاولى من كتاب المجسطى ان ضرب الاضلاع المتقابلة من مثله يساوى مجموعها ضرب احد القطرين فى الآخر فضرب ـ ا د ـ فى ـ د ب ـ اعنى ـ د ج ـ يساوى ضرب ا ب ـ فى ـ ز د ـ اعنى ـ ب ج ـ مجموعا الى ضرب ـ ا ز ـ فى د ب ـ المساويين اعنى مربع ـ د ب ـ فقضل ضرب ـ ا د ـ فى د ج ـ على ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ هو مربع ـ د ب ـ وذلك ما اردنا ان نبين ٠ ش — ٧٤



والمقدمة الثانية (١)

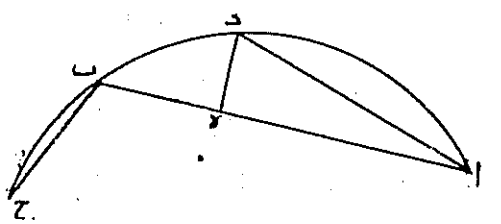
اذا عطف فى قوس من دائرة خط مستقيم فقسم القوس بقسمين مختلفين فان العمود النازل من منتصف تلك القوس على ذلك الخط المنعطف يقسمه بنصفين ٠

(١) كذا وضعت المقدمة الاولى مثال

مثال ذلك قوس ا ج ـ قد عطف فيها خط ـ ا ب ج المستقيم ثم نصف القوس على نقطة ـ د ـ وانزل منها على الخط المنعطف عمود ـ د ه ـ اقول ان ـ ا ه ـ مساو لمجموع ـ ه ب ب ج ـ •

برهان ذلك انا نصل ـ ا د ـ د ب ـ وقد تبين فى المقدمة الاولى ان ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ ومربع ـ ب د ـ يساوى مربع ـ ا د ـ ايكن ـ ا د ـ يقوى على ـ د ه ـ ه ا ـ و ـ ب د يقوى على ـ د ه ـ ه ب ـ فضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب د ـ ومربعا د ه ـ ه ب ـ يساوى مربعى ـ د ه ـ ه ا ـ يسقط مربع ـ د ه المشترك فيبقى ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب ج ـ ومربع ـ ه ب ـ مساويا لمربع ـ ه ا ـ فخط ـ ا ب ج ـ اذن منقسم بنصفين على ـ ه وبقسمين مختلفين على ـ ب ـ وذلك ما اردنا ان نبين •

ش ـ ٧٥



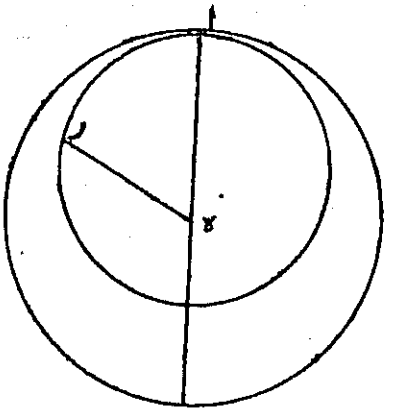
ومما سنحتاج اليه فيما يستأنف انه اذا كانت دائرتان مختلفتان وقسم كل واحد من قطريهما باجزاء متساوية ثم علم فضل ما بين قطريهما باجزاء احدها فان كل خط معلوم النسبة الى احدهما يكون معلوم النسبة الى الآخر •

فلنعد للمثال الفلك الخارج المركز مع الفلك الممثل ومعلوم ان نصف قطر كل واحد منهما مقسوم باجزاء الجيب كله وما بين مركزيهما وهو الاصل معلوم الاجزاء التى بها الجيب كله ولنضع ان خط ـ ه ز ـ ايضا معلوم بذلك المقدار •

واقول انه ايضا معلوم بالمقدار الذى به ـ ا ه ـ الجيب كله وذلك ان نسبة اعداد ـ ه ز ـ بمقدار قطر الخارج المركز الى ـ ه ا على انه مجموع ـ ا ج ـ الجيب كله و ـ ج ه ـ الاصل كنسبة اعداد ه ز ـ بمقدار قطر الممثل وهو المطلوب الى ـ ه ا ـ على انه الجيب كله فكل خط كان معلوما بمقدار قطر الخارج المركز فانا ان ضربناه فى الجيب كله وقسمنا المبلغ على مجموع الجيب كله والاصل يحول الى مقدار قطر الممثل •

وبالعكس اذا كان معلوما بمقدار قطر الممثل فانا اذا ضربناه فى مجموع الجيب كله والاصل وقسمنا المجتمع على الجيب كله يحول الى مقدار قطر الخارج المركز وذلك ما اردنا ان نبين •

ش — ٧٦

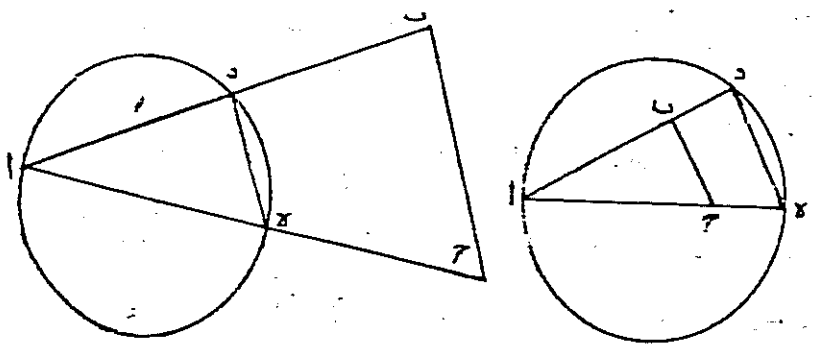


ومما نحتاج اليه ايضا انه اذا كان مثلث قائم الزاوية وعلم منه احد اضلاعه مع زاوية واحدة سوى القائمة فان المثلث كله يصير معلوما، وليكن ذلك المثلث فى المثال مثلث ـ ا ب ج قائم زاوية ـ ب ـ وليكن فيه زاوية ـ ب ا ج ـ وضلع ـ ا ج معلومين فنخرج ـ ا ج ـ ا ب ـ على استقامتهما ونفصل ـ ا د مساويا لضعف اجزاء الجيب كله بالاجزاء التى بها ضلع ـ ا ج معلوم، ونديرعلى قطر ـ ا د ـ دائرة ـ ا ه د ـ ونصل ـ ه د فظاهر ان مثلثى ـ ا ب ج ـ ا ه د ـ متشابهان واضلاعهما النظائر متناسبة وزاوية ـ ب ا ج ـ ان كانت معلومة بالاجزاء التى بها الاربع الزوايا القائمة ثلاثمائة وستون جزءا فانا نضعفها حتى يصير بالمقدار الذى به الزاويتان القائمتان ثلاثمائة وستون جزءا لأن الزاويتين المتساويتين اذا كانت احداهما عند المركز والاخرى عند

المحيط فاتى عند المحيـــط يفرز من الدائرة ضعف ما يفرز منه
التى على المركز فقوس ـ ه د ـ يكون اذن بمقدار ضعف زاوية
ب ا ج ـ فوترها ـ ه د ـ معلوم ـ و ـ ه ا ـ اذ هو وتر تمام قوس
ه د ـ الى نصف الدائرة يكون معلوما ونسبـــة ـ ه د ـ المعلوم
الى ـ ا د المعلوم كنسبة ـ ب ج ـ المجهول الى ـ ا ج ـ المعلوم
فب ج ـ اذن معلوم وكذلك نسبة ـ ه ا ـ المعلوم الى ـ ب ا
المجهول كنسبـــة ـ د ا ـ المعلوم الى ـ ج ا ـ المعلوم ـ فب
ا ـ ايضا معلوم فمثلث ـ ا ب ج ـ كله معلوم الاضلاع وذلك
ما اردنا ان نبين •

هذا ما كنا احتجنا الى تقديمه فلنختم به المقالة الاولى

ش ـ ٧٧



المقالة الثانيـة فى تعديد الحسابات لحل التعديل بامثلتها العديدة وهى التى مثلت عن اكثرها وطولبت بالبرهان على صحتها اوسقمها

والآن اريد ان اعد فى هذه المقالة الطرق الحسابية التى بها يحل التعديل لنصف الفلك الخارج المركز ويقطع لاجزائه مع امثلة لها عددية مجردة عن الصور الحسية والخطوط المساحية، وابتدى باطولها منحدرا الى اقصرها ومن اصعبها الى اسهلها الاماكان منها غير صحيح فان حقه ان لم يلغ ان يؤخر، وسهولة الحساب وصعوبته لاتخفى على من تحقق فصل سهولة الزيادة على النقصان والضرب المجانس على غير المجانس والضرب المطلق على القسمة والقسمة على التجذير •

ومن عرف ذلك علم ان تكرير الضرب عدة مرات بدلا من تجذير مرة واحدة غير كاسب للعمل وان طال الا سهولة •

وسأرتب هذه الحسابات فى فصول يشتمل كل واحد منها على واحد منها لتسهيل الاشارة اليها عند ايراد براهينها فى المقالة الثالثة ان شاء الله •

الفصل الاول

فى حل التعديل لنصف الدور بحساب انتجه الخاطرلى

اذا اردنا ان نقطع التعديل لاجزاء نصف الفلك الخارج

المركز أخذنا جيب التعديل الاعظم وصيرناه اصلا لجميع الاعمال وجعلنا كل واحد من الحصة وتمامها جيبا فان كانت اقل من تسعين جزءا زدنا جيب تمامها على الاصل فيجتمع الجامع وان كانت اكثر من تسعين جزءا أخذنا فضل ما بين الاصل وبين جيب تمام الحصة فتكون الفضلة فنضرب ايما حصل من الجامع او الفضلة فى نفسه ونضيفه الى مضروب جيب الحصة فى نفسه ونحفظ ما اجتمع ثم نأخذ جذر هذا المجتمع فيكون القطر ونجمع المحفوظ الى مضروب الاصل فى نفسه ونأخذ الفضل بين ما حصل وبين مضروب الجيب كله فى نفسه ونقسم نصفه على القطر فما خرج ننقص مضروبه فى نفسه من مضروب الاصل فى نفسه ونأخذ جذر ما يبقى فيكون جيب التعديل لتلك الحصة وهذا القسم الاول والثالث والخامس التى اشترطنا اختلاف احوالها فى المقالة الاولى .

فاما الرابع فهو متروك فيما يجئ من الاعمال فيما بعد لما تقدم ذكره .

واما الثانى فانا نجمع له مضروب الجيب كله فى نفسه الى مضرب الاصل فى نفسه ونأخذ جذر المجتمع فيكون القطر ثم نضرب الجيب كله فى الاصل ونقسم المبلغ على القطر فيخرج جيب التعديل .

وهذا مثال بعض اوضاعه الحصة المفروضة ثلاثون جزءا وجيبها ـ ل ه ـ وجيب تمامها ـ ن اب ح ـ والتعديل الاعظم

اب ط ـ وجيبه ـ ب ه ـ وهو الاصل فلأن الحصة اقل من الربع زدنا جيب تمام الحصة على الاصل فاجتمع ـ ن د ج ـ وهو الجامع ضربناه فى نفسه فبلغ (١٠٥١٧٠٤٩ ثوانى) وضربنا جيب الحصة فى نفسه فبلغ (٣٢٤٠٠٠٠ ثوانى) جمعنا هما فحصل (١٣٧٥٧٠٤٩ ثوانى) وهو المحفوظ واخذنا جذره فكان (٣٧٠٩ دقائق) وهو القطر ثم ضربنا الاصل فى نفسه فبلغ (١٥٦٢٥ ثوانى) وزدنا ها على المحفوظ فكان (١٣٧٧٢٦٧٤ ثوانى) اسقطنا من ذلك مضروب الجيب كله فى نفسه وهو (١٢٩٦٠٠٠٠ ثوانى) فيبقى (٨١٢٦٧٤ ثوانى) نصفناها فكانت (٤٠٦٣٣٧ ثوانى) قسمنا ها على القطر فخرج (١١٠ دقائق) ضربنا ها فى نفسها فبلغت (١٢١٠٠ ثوالث) والقينا ها من مضروب الاصل فى نفسه فبقى (٣٠٢٥ ثوانى) اخذنا جذر هذا الباقى فكان ـ ه ب ط ـ وهو جيب التعديل قوسناه فى جد اول الجيوب فكان قوسه ـ ه ن وى ط وهو تعديل الحصة المفروضة فى اول المثال .

الفصل الثانى

فى حل التعديل بحساب سنح لى من خواص الخط المنعطف فى قوس من دائرة

نستخرج الجامع او الفضلة بمثل ما تقدم ذكره فى الفصل الاول ونضربه فى نفسه ونجمعه الى مضروب جيب الحصة فى نفسه ونأخذ جذر الجملة فيكون القطر ثم نلقى مضروب الاصل فى نفسه

من مضروب الجيب كله فى نفسه ونقسم ما بقى على القطر ونلقى ما خرج لنا من القطر ثم نصف الباقى ونضربه فى نفسه ونلقى ما اجتمع من مضروب الاصل فى نفسه ونأخذ جذر ما يبقى فيكون جيب التعديل •

مثال ذلك بالحصة الاولى المفروضة القينا مضروب الاصل فى نفسه من مضروب الجيب كله فى نفسه فبقى (١٢٩٤٤٣٧٥ ثوانى) قسمنا ذلك على القطر فخرج (٣٤٩٠ دقائق) القيناها من القطر فبقى (٢١٩ دقائق) نصفنا هذا الثانى فكان (١١٠ دقائق) و القينا مضروبها فى نفسها من مضروب الاصل فى نفسه فبقى (٣٥٢٥ ثوانى) جذر ذلك ـ ه ن ط ـ وهو جيب التعديل المطلوب •

الفصل الثالث

فى حل التعديل بحساب اورده محمد بن جابر البستانى

فى زيجه وذكره ايضا محمد بن عبد العزيز الهاشمى فى موضعين من كتاب تعليله لزيج الخوارزمى مجردا من البرهان زاعما فى احدهما انه

عمل التعديل على مذهب السند ـ هند

نضرب جيب الحصة فى الاصل ونقسم المجتمع على الجيب كله فيخرج الضلع ونضرب جيب تمام الحصة فى الاصل ونقسم المجتمع على الجيب كله فما خرج نزيده على الجيب كله ان كانت الحصة اقل من تسعين فيكون الجيب الزايد او ننقصه من الجيب كله ان كانت

الحصة

الحصة اكثر من تسعين جزءا فيكون الجيب الناقص ثم نضرب ايهما حصل من الزايد اوالناقص فى نفسه ونزيد على ما بلغ مضروب الضلع فى نفسه ونأخذ جزر الجملة فيكون القطر ثم نضرب الضلع فى الجيب كله ونقسم المبلغ على القطر فيخرج جيب التعديل •

واما فى القسم الثانى فانا نزيد مضروب الاصل فى نفسه على مضروب الجيب كله فى نفسه ونأخذ جذر الجملة فيكون القطر ثم نضرب الاصل فى الجيب كله ونقسم مابلغ على القطر فيخرج جيب التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة ضربنا جيب الحصة فى الاصل فبلغ (٢٢٥٠٠٠ ثوانى) قسمنا ذلك على الجيب كله فخرج (٦٣ دقائق) وهو الضلع وضربنا جيب تمام الحصة فى الاصل فاجتمع (٣٨٩٧٥٠ ثوانى) قسمنا ذلك على الجيب كله فخرج (١٠٨ دقائق) زدناه على الجيب كله فكان ـ س ام ح وهو الجيب الزايد ضربناه فى نفسه فبلغ (١٣٧٤٩٢٦٤ ثوانى) وضربنا الضلع فى نفسه فبلغ (٣٩٦٩ ثوالث) جمعناهما فحصل (١٣٧٥٣٢٣٣ ثوانى) فجذر ذلك (٣٧٠٨ دقائق) وهو القطر ثم ضربنا الضلع فى الجيب كله فبلغ (٢٢٦٨٠٠ ثوانى) وقسمنا ذلك على القطر فخرج (٩١) وهو جيب التعديل قوسناه فكان ـ ه ن ح ب ه ـ وهو التعديل المطلوب •

الفصل الرابع

في حل تعديل بحساب اورده محمد بن ابراهيم الفزاري في زيج السند ـ عند الكثير ٠

قال نضرب جيب الحصة في خمسي الاصل وتقسم المبلغ على ستين فيخرج الضلع ونضرب جيب تمام الحصة في خمسي الاصل وتقسم المجتمع على ستين فما خرج نزيده على الجيب كله ان كانت الحصة اقل من الربع فيكون الجيب الزايد وننقصه من الجيب كله فيكون الجيب الناقص: والماحصل له الضلع والجيب الزايد والناقص اجرى العمل على مثل ما حكيناه عن البتاني والهاشمي حذو القذة بالقذة لم يغير شيئا فلذلك احلنا الباقي على ما تقدم هناك ٠

مثال ذلك الحصة المفروضة لما كان عدد اجزاء الجيب عند الهند مثلي ونصف عدد الستين كان جيب الحصة المفروضة ـ ع ه وجيب تمامها ـ ق ك ط ن ه ـ والاصل ـ ه ب ج ـ وخمساه ب ه ـ ومضروب جيب الحصة في خمسي الاصل (٩٣٧٥) قسماه على ستين فخرج ـ ب ل و ـ وهو الضلع ومضروب جيب تمام الحصة في خمسي الاصل (٩٧٤٣٧٥) قسماه على ستين فخرج ـ د ل ا زدناه على الجيب كله فبلغ ـ ق ن د ل ا ـ وهو الجيب الزايد ومتى ما قل ماحصل له من الضلع والجيب الزايد من الاجزاء الهندية الى الاجزاء الستينية إن يوخذ خمسا كل واحد منهما كان

الضلع (٦٣ دقائق)والجيب الزائد ـ س ا م ح ـ كما كانا فى العمل المتقدم واذا اتفقا فى ذلك حرنا (١) فيما بعده على امر واحدا تفقت نتيجتاهما على آخر العمل •

الفصل الخامس

فى حل التعديل بالحساب الذى يقتضيه كتاب المجسطى

والذى فى المقالة الثالثة من كتاب المجسطى شبيه بما حكيته عن البتانى الا انه يستعمل فيه الاوتار بدل الجيوب وهو ان يؤخذ وترضعف الحصة ووتر تمام ضعفها الى نصف الدائرة.ونضرب كل واحد منهما فى الاصل ونقسم كل واحد من المبلغين على حدة على ضعف الجيب كله ، فاما الذى يخرج من وترضعف الحصة فانا نحفظه ، واما الذى يخرج من وترتمام ضعف الحصة فانا نزيده على الجيب كله اذا كانت الحصة اقل من الربع ثم نجمع مضروب الحاصل فى نفسه الى مضروب المحفوظ فى نفسه ونأخذ جذر المجتمع فيكون القطر ثم نضرب المحفوظ فى الجيب كله ونقسم المبلغ على القطر فيخرج نصف وترضعف التعديل •

مثال ذلك ضعف الحصة ـ س ـ وتره ـ س ـ (٢) ضعف تمام الحصة ـ ق ك ـ ووتره ـ ف ج ن هـ ـ ضربنا وتر الحصة فى الاصل فبلغ (٤٥٠٠٠٠ ثوانى) قسمنا ذلك على الجيب كله فخرج (٦٣ دقائق) حفظناه ثم

(١) هنا خرم فى الاصل (٢) كذا

ضربناه فى نفسه فاجتمع (٣٩٦٩) ثوانى مضروب وترضعف تمام الحصة فى الاصل (٧٧٤٣٧٥) ثوانى قسمنا ذلك على ضعف الجيب كله فخرج (١٠٨) دقائق زدناه على الجيب كله فاجتمع الجيب الزائد ـ س ا ـ ح م جمعنا مضروب ذلك فى نفسه الى مضروب المحفوظ فى نفسه وأخذنا جذر ذلك فكان (٣٧٠٨) دقائق وهو القطر ثم ضربنا المحفوظ فى الجيب كله فبلغ (٢٢٦٨٠٠) ثوانى وقسمنا المجتمع على القطر فخرج ـ ا ا ـ وهو جيب التعديل قوسناه فكان ـ ه ن ح ى ه ـ وهو التعديل المطلوب •

الفصل السادس

فى حل التعديل بحساب استخرجته

نحصل الجامع او الفضلة ونضربه فى نفسه ونجمعه الى مضروب جيب الحصة فى نفسه ونحفظ الجملة ثم نضرب هذا المحفوظ فى مضروب الحصة ونقسم المبلغ على المحفوظ ثم نضرب الخارج من القسمة فى الجيب كله ونقسم المجتمع على مجموع الجيب كله والاصل فيخرج جيب زاوية الرؤية وفصل ما بينها وبين زاوية الحصة هو التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة ضربنا كل واحد من الجامع وجيب الحصة فى نفسه على حدة وجمعناهما فبلغ (١٣٧٥٧٠٤٩) ثوانى وهو المحفوظ ثم ضربنا مجموع الجيب كله والاصل فى نفسه فبلغ (١٣٨٧٥٦٢٥) ثوانى وضربنا هذا المبلغ فى المحفوظ فاجتمع

(٦٩٠٨٨٧٦٥٣٠٣٠٦٢٥ روابع) جذر ذلك (١٣٨١٦٢١٠ ثوانى) ضربنا هذا الجذر فى جيب الحصة فبلغ (٢٤٨٦٩١٧٨٠٠٠ روابع) قسمنا ذلك على المحفوظ فخرج (١٨٠٨ ثوانى) ضربنا هذا الخارج فى الجيب كله فاجتمع (٦٥٠٨٨٠٠ ثوالث) قسمنا ذلك على مجموع الاصل والجيب كله فخرج (١٧٤٧ دقايق) وهو جيب زاوية الرؤية قوسناه فكانت ـ ك ط ب وفصل ما بينها وبين الحصة ـ ه ب ج ـ وهو جيب التعديل •

الفصل السابع

فى حل التعديل بحساب اتجه لى

نضرب جيب الحصة فى الاصل ونقسم المجتمع اما اذا كانت الحصة اقل من الربع فعلى الجامع واذا كانت اكثر من الربع فعلى الفضلة فما خرج ضربناه فى نفسه وحفظناه ثم ضربنا المحفوظ فى مضروب الاصل فى نفسه وقسمنا المجتمع على مجموع مضروب الاصل فى نفسه الى المحفوظ فيخرج جيب التعديل •

واما فى القسم الثانى فانا نضرب الاصل فى نفسه والجيب كله فى نفسه ونقسم على مجموع هذين المضروبين مضروب احدهما فى الآخر فيخرج جيب التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة قسمنا مضروب جيب الحصة فى الاصل على الجامع فخرج (٦٩ دقايق) ضربنا ذلك فى نفسه فكان (٤٧٦١ ثوانى)

حفظناه وضربنا هذا المحفوظ فى مضروب الاصل فى نفسه فبلغ
(٧٤٣٩٠٦٢٥ دوائر) قسمنا ذلك على مجموع مضروب الاصل فى نفسه الى
المحفوظ وهو (٢٥٣٨٦ ثوانى) فخرج (٣٦٤٩ ثوانى) وهو جيب التعديل
قوسناه فكان ـ ا م ط ـ وهو التعديل المطلوب •

الفصل الثامن

فى حل التعديل بحساب تهيألى استخراجه

نستخرج الجامع اوالفضلة على حسب ما تقتضيه الشريطة المكرر
ذكرها ونضربه فى نفسه وجيب الحصة فى نفسه ونجمعهما ونحفظ
الجملة ثم نضرب مجموع الجيب كله والاصل فى نفسه ونضرب مابلغ
فى مضروب جيب الحصة فى نفسه ونقسم المجتمع على المحفوظ
فما خرج من القسمة نأخذ جذره ونضربه فى الجيب كله ونقسم
المبلغ على مجموع الجيب كله والاصل فيخرج جيب زاوية الرؤية
وفصل ما بينها وبين زاوية الحصة هو التعديل •

مثل ذلك للحصة المفروضة مجموع مضروب كل واحد من
الجامع وجيب الحصة فى نفسه (١٢٧٥٧٠٤٩ ثوانى) وهو المحفوظ ومضروب
مجموع الجيب كله والاصل فى نفسه (١٣٨٧٥٦٢٥ ثوانى) ضربنا ذلك فى
مضروب جيب الحصة فى نفسه فاجتمع (١٢٤٨٨٠٦٢٥٠٠ ثوانى) قسمناه على
المحفوظ فخرج (٥٤٤٦٥ دقائق) ضربناه فى الجيب كله فبلغ (٦٥٠٥٢٠٠ ثوانى)
قسمناه على مجموع الجيب كله والاصل وهو (٣٧٢٥ دقائق) فخرج

(١٧٤٦) وهو جيب زاوية الرؤية قوسناه فكان ـ ك ط ا ـ وفصل دقائق ما بينها وبين الحصة ـ ه ن ط ـ وهو التعديل المطلوب •

الفصل التاسع

فى حل التعديل بحساب ادنى اليه الفكرة

نلقى الحصة من مائة وثمانين ونصف ما يبقى نجعله جيبا ونضعف ذلك الجيب فيصير وترا ونضربه فى نفسه ونحفظ المبلغ فان كانت الحصة اقل من الربع ضربنا فضل ما بين الجيب كله وبين الاصل وهو كمال الاصل فى نفسه واضعفنا ضرب الجامع فى كمال الاصل ونقصنا كل ذلك من المحفوظ وان كانت تسعين جزءا فانا نضرب كمال الاصل فى نفسه ونضعف ضرب كمال الاصل فى الاصل ثم ننقص ذلك من المحفوظ وان كانت اكثر من تسعين فانا نضرب كمال الاصل فى نفسه ونضعف ضرب هذا الكمال فى الفضلة ونلقى جميع ذلك من المحفوظ ثم نأخذ جذر الحاصل فى جميع هذه الاقسام فيكون القطر ثم نضع الجيب كله فى موضعين وننقص الاصل من احدهما ونزيده على الآخر ونضرب المزيد عليه فى المنقوص منه ونقسم المجتمع على القطر فما خرج نزيده على القطر ونصف المبلغ فيكون جيب تمام التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة وتر تمام الحصة الى نصف الدائرة فيه ـ نه ـ مضروب هذا الوتر فى نفسه (٤٩٣٧٢٠٢٥ ثوانى) وهو المحفوظ •

كمال الاصل (٣٤٧٥ دقائق) مضروبه فى نفسه (١٢٠٧٥٦٢٥ ثوانى) ضعف مضروب الجامع فى كمال الاصل (٢٢٥٣٨٨٥٠ ثوانى) جمعنا هذا الضعف الى مضروب كمال الاصل فى نفسه فاجتمع (٣٤٦١٤٤٧٥ ثوانى) القينا ذلك من المحفوظ فبقى (١٣٧٥٧٥٥٠ ثوانى) أخذنا جذره فكان (٣٧٠٩ دقائق) نقصنا الاصل من الجيب كله فبقى (٣٤٧٥ دقائق) زدناه عليه فبلغ (٣٦٢٥ دقائق) ضربنا الزايد فى الناقص فاجتمع (١٢٩٤٤٣٧٥ ثوانى) قسمنا ذلك على القطر فخرج (٢٥٩٣٩٩ ثوانى) زدنا ذلك على القطر ونصفنا المبلغ فحصل (٢١٥٩٦٩ ثوانى) وذلك جيب تمام لتعديل قوسناه فكانت ـ ن ط ب ـ نقصناها من تسعين فبقى ـ ه ن ح ـ وهو التعديل المطلوب •

الفصل العاشر

فى حل التعديل بحساب اورده ابو داؤد سليمن بن عصمة فى زيجه الذى عمله للنيرين •

قال نضرب الجيب كله فى نفسه ونضرب الاصل فى نفسه ونجمع الجملة ثم نضرب الاصل فى ضعف جيب تمام الحصة ونزيده على الجملة ان كانت الحصة اقل من الربع فاما ان كانت اكثر منه فانا نضرب الاصل فى ضعف الفضلة ونجمع ما بلغ الى مضروب الاصل فى نفسه وننقص الجملة من مضروب الجيب كله فى نفسه ثم نأخذ جذر ما حصل فيكون القطر ثم نضرب جيب الحصة فى مجموع

الجيب

الجيب كله والاصل وتقسم ما اجتمع على القطر فيخرج زعم جيب زاوية الرؤية وفصل ما بينها وبين زاوية الحصة هو التعديل •

وليس ذلك كذلك فانه جيب زاوية الرؤية مقدرا بالاجزاء التى بها قطر الفلك الخارج المركز الجيب كله •

ويجب ان نحول الى اجزاء قطر الفلك المثل بأن نضرب فى الجيب كله وتقسم المجتمع على مجموع الجيب كله والاصل فيخرج حينئذ جيب زاوية الرؤية التى الفضل بينها وبين زاوية الحصة يكون التعديل بالحقيقة •

مثال ذلك للحصة المفروضة جمعنا مضروب الجيب كله فى نفسه ومضروب الاصل فى نفسه فبلغ (١٢٩٧٥٦٢٥ ثوانى) وضربنا الاصل فى ضعف جيب تمام الحصة فاجتمع (٧٧٩٥٠٠ ثوانى) جمعنا هما وكان (١٣٧٥٥١٢٥ ثوانى) أخذنا جذر ذلك فكان (٣٧٠٧ دقائق) وهو القطر ثم ضربنا جيب الحصة فى مجموع الجيب كله والاصل فبلغ (١١١٧٥٠ ثوانى) قسمناه على القطر فخرج ـ ل ح ـ وهو يزعم صاحب العمل جيب زاوية الرؤية وليس هو ما ذكره •

ولكنا ضربنا هذا الذى خرج من القسمة فى الجيب كله فبلغ (٦٥٠٨٨٠٠ ثوانى) وقسمنا ذلك على مجموع الجيب كله والاصل فخرج (١٧٤٧ دقائق) وذلك بالحقيقة جيب زاوية الرؤية قوسناه فكانت ك ط ب ـ الفصل بينها وبين الحصة ـ ه ن ح ـ وهو التعديل

المطلوب •

الفصل الحادى عشر

فى حل التعديل بحساب كان اتفق لى استخراجه

نضرب الجامع فى نفسه ان كانت الحصة اقل من الربع والاصل فى نفسه ان كانت ربعا تاما او الفضلة فى نفسها ان كانت الحصة اكثر من الربع ونزيد على ما اجتمع مضروب جيب الحصة فى نفسه ونأخذ جذر الجملة فيكون القطر ثم نضرب جيب الحصة فى الاصل ونقسم ما بلغ على القطر فيخرج جيب التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة مجموع مضروب كل واحد من الجامع وجيب الحصة على حدة فى نفسه (١٣٧٥٧٠٤٩ ثوانى) جذر ذلك (٣٧٠٩ دقائق) وهو القطر قسمنا على هذا القطر مضروب جيب الحصة فى الاصل وهو (٢٢٥٠٠٠ ثوانى) فخرج (١١) وهو جيب التعديل قوسه فكانت ـ ه ن ح ى ه ـ وهو تعديل المطلوب •

الفصل الثانى عشر

فى حل التعديل بحساب اورده ابو العباس الفرغانى فى تعليله لزيج محمد بن موسى الخوارزمى •

قال نضرب جيب الحصة فى الاصل ونقسم المجتمع على الجيب كله فما خرج نلقيه من الاصل ثم نزيد الباقى على الجيب كله ان كانت الحصة اقل من الربع فيجتمع الجيب الزايد وننقصه منه ان كانت اكثر

اكثر فيحصل الجيب الناقص ثم نضرب ايهما حصل فى نفسه ونضرب الضلع فى نفسه ونجمعهما ونأخذ جذر الجملة فيكون القطر ثم نضرب الضلع فى الجيب كله ونقسم المبلغ على القطر فيخرج جيب التعديل .

مثال ذلك للحصة المفروضة قسمنا مضروب جيب الحصة فى الاصل على الجيب كله فخرج (٦٣ دقائق) سهم ضعف الحصة ـ ح ب مضروبه فى الاصل (٦٠٢٥٠ ثوانى) قسمنا ذلك على الجيب كله فخرج (١٧ دقائق) القينا ذلك من الاصل فبقى (١٠٨ دقائق) زدنا هذا الباقى على الجيب كله فبلغ ـ س ا م ج ـ وهو الجيب الزايد ضربناه فى نفسه فبلغ (١٣٧٤٩٢٦٤ ثوانى) وضربنا الضلع فى نفسه فبلغ (٣٩٦٩ ثوانى) جمعنا هما فكان (١٣٧٥٣٢٣٣ ثوانى) جذر ذلك (٣٧٠٨ دقائق) وهو القطر ثم قسمنا مضروب الضلع فى الجيب كله وهو (٢٢٦٨٠٠ ثوانى) على القطر فخرج (١١) وهو جيب التعديل قوسناه فكانت ـ ه ن ح ى ه ـ وهو التعديل المطلوب .

الفصل الثالث عشر

فى حل التعديل بحساب مختصر تضمنته رسالة مجهولة فضرب عليها واظنها لاحد المرين (١) الفاضلين سليمان بن عصمة او ابى جعفر الخازن .

قال نضرب الاصل فى نفسه ونضرب الجيب كله فى نفسه

(١) كذا ولعله المتاخرين

ونجمعهما فان كانت الحصة اقل من الربع زدنا ضعف ضرب جيب تمام الحصة فى الاصل على المجموع وان كانت اكثر من الربع نقصنا منه وناخذ جذر الحاصل فيكون القطر ثم نضرب جيب الحصة فى الاصل ونقسم المبلغ على القطر فيخرج جيب التعديل •

مثل ذلك لحصة مفروضة بمجموع مضروب كل واحد من الاصل والجيب كله فى نفسه (١٢٩٧٥٦٢٥ ثوانى) وضعف ضرب جيب تمام الحصة فى الاصل (٧٧٩٥٠٠ ثوانى) جمعنا هما فبلغ (١٣٧٥٥١٢٥ ثوانى) جذرذلك (٣٧٠٨ دقائق) وهو القطر ثم ضربنا الاصل فى الجيب كله فاجتمع (٢٢٥٠٠٠ ثوانى) قسمناه على القطر فخرج (١١) وهو جيب التعديل قوسناه فكانت هن ح ى ه ــ وهو التعديل المطلوب •

الفصل الرابع عشر

فى حل التعديل بحساب اتفق لى

نضرب جيب الحصة فى الجيب كله ونقسم المجتمع على الجامع او الفضلة ايهما حصل من الشريطة فنخرج ظل زاوية الرؤية وفضل ما بينها وبين زاوية الحصة هو التعديل •

مثل ذلك لحصة مفروضة ضربنا جيب الحصة فى الجيب كله فبلغ (٦٤٨٠٠٠٠ ثوانى) قسمنا ذلك على الجامع فخرج (١٩٩٨ ثوانى) وهو ظل زاوية الرؤية وقوسها ــ ك ط ب ــ وفضل ما بينهما وبين الحصة

ه ن ح ـ وهو التعديل المطلوب •

الفصل الخامس عشر

فى حل التعديل بحساب اورده حبش فى زيجه

نضرب جيب تمام الحصة فى الاصل و نقسم المجتمع على الجيب كله فما خرج ننظر فان كانت الحصة اقل من الربع نزيده على الجيب كله فيجتمع الجيب الزائد وان كانت اكثر من الربع ننقصه منه فيبقى الجيب الناقص ثم نضرب جيب الحصة فى الاصل و نقسم المبلغ على الجيب الزائد او الناقص ايهما كان حاصلا بالشريطة فيخرج ظل التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة ضربنا جيب تمام الحصة فى الاصل فاجتمع (٣٨٩٧٥٠) ثوانى قسمنا ذلك على الجيب كله فخرج (١٠٨) دقائق زدناه على الجيب كله فاجتمع الجيب الزائد ـ س ا م ح ـ قسمناه عليه مضروب جيب الحصة فى الاصل فخرج (١١) وهو ظل التعديل قوسه ـ ه ن ح ـ وهو التعديل المطلوب •

الفصل السادس عشر

فى الطرق الحائدة عن نهج الصواب مما ذكره اصحاب الزيجات وغيرهم فى حل التعديل •

واولها طريق محمد بن موسى الخوارزمى فانه سلك فى حل

التعديل طريقا ادى الى وضع غاية التعديل بازاء ربع الفلك الخارج المركز وقد بينا فى المقالة الاولى ان اعظم زوايا التعاديل يقع بازاء الربع من الفلك الممثل لا الخارج المركز •

واذ ليس علمه على طريق الصواب فقد اختلفت ظنون المعللين له واعتقد فيه انه هو ما ذكره عمر بن الفرخان الطبرى فى كتاب العلل ، ان حل التعديل بالجيوب ان نضرب جيب الحصة فى الاصل وتقسم المجتمع على الجيب كله فيخرج جيب التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة مضروب جيب الحصة فى الاصل (٢٢٥٠٠٠ ثوانى) قسمناه على الجيب كله فخرج ـ ا ب ل ـ وهو جيب التعديل قوسناه فكانت ـ ه ن ط ما ـ وهو التعديل •

قال عمر بن الفرخان فاما حله بالميول فان نضرب ميل الحصة فى مائة واربعة وثلاثين ابدا وتقسم ما اجتمع الف واربعمائة واحد وثلاثون فيخرج التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة ميل الحصة ـ ى ام ـ ضربناه فى (١٣٤ دقائق) فاجتمع (٩٣٨٠٠ ثوانى) قسمنا ذلك على (١٤٣١) فخرج او ـ وهو التعديل •

وقد اشار بعض من حام حول تعليل عمل الخوارزمى هذا الى انه ضرب قوس الاصل اعنى التعديل الاعظم بالمقدار الذى وضعه فى جدول الميل فخرج له مقدار وضعه صلا محفوظا لعمل ثم ضربه فى

ميل الحصة وقسم المجتمع على ستين فخرج له التعديل •

مثال ذلك للحصة المفروضة مضروب قوس الاصل الموضوع فى زيج الخوارزمى فى ستين (٨٠٤٠ دقائق) قسمناه على الميل الاعظم على انه ـ ك ح ن ا ـ فخرج ـ ه ل ز و ـ ضربنا ذلك فى ميل الحصة فاجتمع (٣٣٥٩٠٠ ثوانى) قسمنا على ستين فخرج ـ ا ه ل ـ وهو التعديل

وذكر الفزارى فى زيج السند ـ هند ـ ان حل التعديل هو ان نجعل الحصة جيبا بكردجات السند ـ هند ـ ان (١) ونضرب فى مائة وخمسة ونقسم على الفين وستمائة وستة عشر فيخرج التعديل زعم •

مثال ذلك للحصة المفروضة جيب الحصة بكردجات السند هنـد (١٦٣٥) ضربناه فى (١٠٥) فبلغ (١٧١٦٧٥) قسمنا ذلك على (٢٦١٦) فخرج ـ ا ه ل ز ـ وهو التعديل المطلوب •

واذ قد اتينا على جميع ما كان اجتمع عندنا من الطرق الحسابية فى المعنى الذى قصدناه •

فلنختم المقالة الثانية

المقالة الثالثة فى ذكر البراهين الهندسية على الطرق الحسابية فى حل التعديل

واريد فى هذه المقالة اقامة البرهان على ما تقدم من طرق

---

(١) كذا •

الحسابات بالخطوط المساحية فى فصول مساوية العدة للفصول التى فى المقالة الثانية وكل واحد منها على موازاة سمية حتى اذا اجتمع السميان من كلتيهما قام البرهان على الدعوى فى الحساب انشاء الله ٠

الفصل الاول

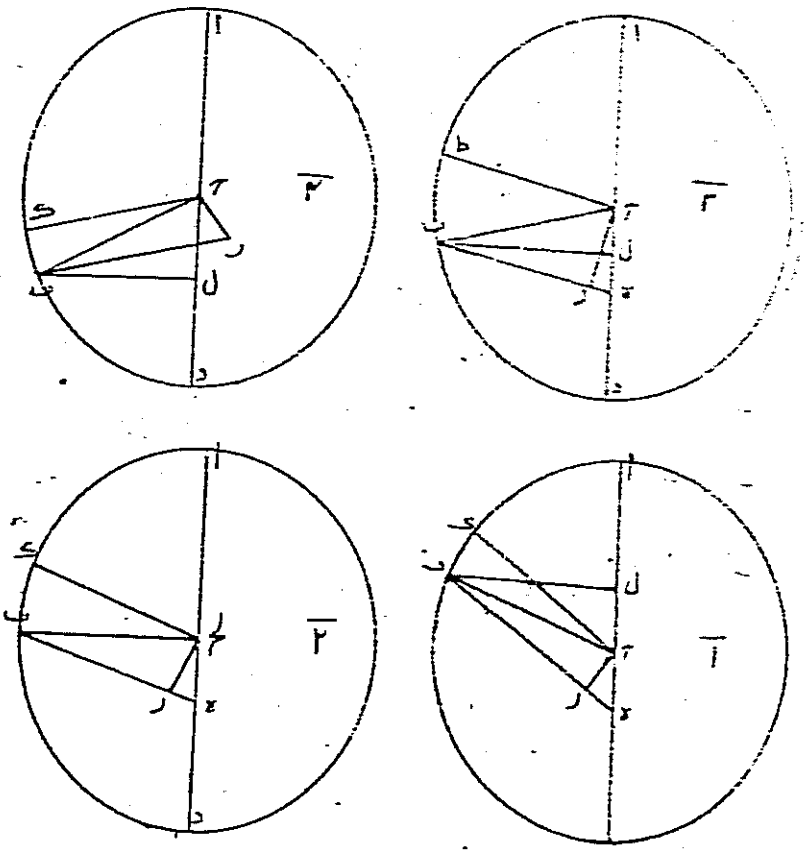
فى برهان لى على الحساب الذى انتجه الخاطر لى

ندير للفلك الخارج المركز دائرة على مركز ـ ج ـ وليكن الاوج فيها نقطة ـ ا ـ ونخط قطر ـ ا د ج ـ فيمر على مركز الفلك المثل ولتكن نقطة ـ ه ـ فيكون ـ ج ه ـ هو بعد ما بين المركزين المساوى لجيب التعديل الاعظم وقد سميناه فى فصول الحسابات اصلا ولتكن الحصة اعنى بعد ما بين الاوج وبين جرم الشمس هى قوس ا ب ـ ونخرج عمود ـ ب ل ـ على قطر ـ ا ج د ـ فيكون جيب الحصة ـ وب ج ـ جيب تمامها وزاوية ـ ا ج ب ـ زاوية الحصة ونصل ـ ب ه ـ فيكون الخط المقوم للشمس فى هذه الحصة المفروضة وزاوية ـ ا ه ب ـ زاوية الرؤية وزاوية ـ ح ب ه ـ فصل ما بينهما وهى بمقدار التعديل المطلوب من اجل انا اذا اخرجنا خط ـ ح ك موازيا ـ له ب ـ فان زاوية ـ ا ج ك ـ الخارجة تساوى حينئذ زاوية ـ ا ه ب ـ الداخلة فيكون فضل ما بين زاويتى ـ ا ج ك ا ج ب ـ هو زاوية ـ ك ج ب ـ لكنها مساوية لزاوية ـ ج ب ه

للتبادل فزاوية ـ ج ب ه ـ هى التى اذا اسقطت فى هذه الاوضاع من زاوية الحصة اوزيدت فى نظايرها فى النصف الآخر حصلت زاوية الرؤية ويخرج عمود ـ ج ز ـ على ـ ه ب ـ فيكون جيب التعديل فلان خط ـ ب ه ـ يقوى على خط ـ ب ل ـ المعلوم و ـ ل ه ـ الذى هو فى الوضع الاول مجموع ـ ل ج ـ ج ه المعلومين وقد سميناه جامعا وفى الوضع الثانى الاصل نفسه وفى الوضع الثالث والرابع فضل ما بين ـ ل ج ـ ج ه ـ وقد سميناه فضله فهو اعنى ـ ب ه ـ لذلك معلوم واذا كان ـ ه ب ـ معلوما وزاوية ـ ج ه ب ـ فى الوضع الاول والثانى والثالث حادة فان مربع ـ ج ب ـ المعلوم ناقص عن مربع ـ ج ه ـ ه ب ـ المعلومين لضعف ضرب ـ ب ه ـ المعلوم فى ـ ه ز ـ المجهول فاذا جمعنا مربعى ج ه ـ ه ب ـ واسقطنا من ذلك مربع ـ ل ج ـ بقى ضعف ضرب ب ه ـ فى ـ ه ز ـ فاذا قسمنا نصف ذلك على ـ ب ه ـ خرج ه ز ـ وخط ـ ج ه ـ يقوى على ـ ج ز ـ ه ز ـ فخط ـ ج ز ـ معلوم .

واما فى الوضع الرابع فان زاوية ـ ج ه ب ـ تكون منفرجة فمربع ـ ج ب ـ يزيد على مربعى ـ ج ه ـ ه ب ـ لضعف ضرب ب ه ـ فى ـ ه ز ـ فاذا القينا من مربع ـ ج ب ـ مربعى ـ ج ه ه ب ـ بقى ضعف ضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ز ـ فاذا قسمنا نصفه على

ب ه ـ خرج ـ ه ز ـ و ـ ج ه ـ يقوى عليه وعلى ـ ج ز ـ فيج ز معلوم وذلك ما اردنا ان نبين • ش ـ ٧٨



الفصل الثانى

فى برهان على حساب سنح لى من خواص الخط المنحنى فى قوس الدائرة

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه الاربعة ، فقد كنا اخبرنا

بالعلة فى الناء الوضع الذى بين الثالث والرابع وندير على مثلث ب ج ه ـ قوسا من دائرة تنتهى من محيط الفلك الخارج المركز الى نقطة ـ ط ـ ونصل ـ ه ط ـ فلان نقطة ـ ج ـ مركز فلك ـ ا ب د ـ يكون خط ـ ج ب ـ مساويا للخط الواصل بين نقطتى ج ـ ط ـ فتكون قوس ـ ب ج ـ مساويا لقوس ـ ج ط ويكون ـ ج ز ـ عمودا نازلا من منتصف القوس على خط ب ه ط ـ المنعطف فيها •

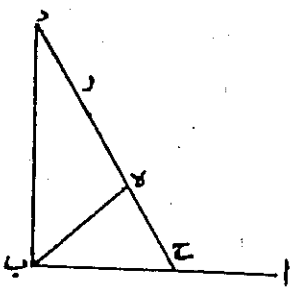
وقد ذكرنا فى المقالة الاولى من خواصه انه يقسم الخط المنعطف بنصفين وان مربع ـ ب ج ـ يساوى مربع ـ ج ه وضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ط •

ولان الوضع الرابع من هذه الاوضاع متغير الصورة بما ربما يشكك من لا دربة له اذ كان عمود ـ ج ز ـ يقع على خط ـ ب ه ـ خارجا من القوس فانا نصل فيه ـ ه ط ـ وننزل عليه عمود ـ ج ح ـ فلان ـ ج ـ مركز فلك ـ ا ب د ـ يكون خطا خ ط ـ ج ب ـ متساويان وزاويتا ـ ج ط ه ـ متساويتان لانهما معا على قوس واحدة وهى ـ ج ه ـ وزاويتا ـ ج ح ب ـ ج ز ط قائمتان فان مثلثى ـ ج ح ب ـ ج ز ط ـ متشابهان متساويان فج ـ ح ـ فى الوضع الرابع يقوم مقام عمود ـ ج ز ـ فى الاوضاع الثلاثة و ـ ط ج ـ فيه مقام ـ ب ز ـ فيها •

ثم نقول اذا صار (١) الى خط معلوم النسبة الى خط ـ د ز فضرب ـ ح د ـ فى خط معلوم النسبة الى ـ زد ـ مثل ضرب خط معلوم النسبة عند خط ـ ز ج ـ فى خط معلوم النسبة عند ـ ز ج واما ضرب ـ ح د ـ فى خط معلوم النسبة الى ـ ز د ـ فانه سطح نسبته الى ضرب ـ ح د ـ فى ـ د ز ـ معلومة فاذن نسبة ضرب خط نسبته الى ـ ح ز ـ معلومة فى خط نسبته الى ـ ح ز ـ معلومة الى ضرب ـ ح د ـ فى ـ د ز ـ معلومة لكن نسبة مربع ـ ح ز ـ الى ضرب خط نسبته الى ـ ز ج ـ معلومة فى خط نسبته الى ـ ح ز ـ معلومة نسبة معلومة فاذن نسبة مربع ـ ح ز ـ الى ضرب ـ ح د ـ فى ـ د ز ـ معلومة فنسبة مربع ـ ز ج ـ الى ضرب ـ ح د فى ـ ه ز ـ اربع ـ مرات معلومة وعلى الجميع تكون نسبة مربع ز ج ـ مع ضرب ـ ح د ـ فى ـ د ز ـ اربع مرات اعنى مربع مجموع ـ ح د ـ د ز ـ الى خط ـ ح ز ـ معلومة فنسبة ـ ز ج الى خط ـ ح د ـ تكون معلومة و ـ ح ز ـ ضعف ـ ه ب ـ فاذن نسبة ـ ه ب ـ الى ـ ح د ـ معلومة فنسبة مربع ـ ح د ـ اعنى مربعى ـ ح ب ـ ب د ـ الى ضرب ـ ح د ـ فى ـ ه ب ـ اعنى ضرب ـ ح ب ـ فى ـ ب د ـ معلومة فنسبة ـ ج ب ـ الى ـ ب د ـ معلومة بسهولة و ـ ب د ـ معلوم ـ فج ب ـ معلوم فنقطة ج ـ معلومة •

(١) هنا سقط فى العبارة

ش — ٧٩



لابى العلاء بن الحسين فى ذلك

خط — اب — مفروض وقسم بقسمين على — ج — واحد سطح نسبته الى مجموع مربعى — اب — ب ج — نسبة معلومة وهو سطح — و — وسطح نسبته الى ضرب — اب — فى — ب ج — معلومة غير النسبة الاولى وهو سطح — ز — وسطح نسبته الى مربع — اج نسبة غير النسبتين الاولين وهو سطح — ح — فكانت السطوح الثلاثة متناسبة فنقيم على — ب — من خط — اب — خط — ب د — عمودا على — اب — ويكون مساويا لخط — اب — ونصل — ح د فيكون مربع — ح د — مثل مربعى — اب — ب ج — فنسبة مربع ح د — الى سطح — و — النسبة المفروضة ونجعل نسبة سطح — ط الى سطح — ز — كنسبة مربع — ح د — الى سطح — و — ونجعل ايضا نسبة سطح — ى — الى سطح — ح — كنسبة مربع — ح د

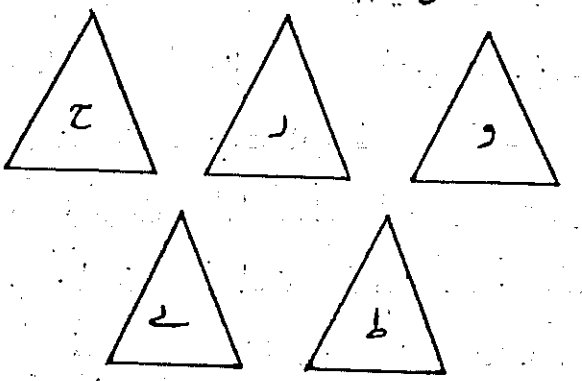
الى سطح ـ ز ـ فبين ان مربع ـ ح د ـ وسطح ـ ط ـ وسطح ى ـ متوالية على نسبة فاذن نسبة ـ ط ـ الى ـ ضرب ـ ب ج فى ـ ب ا ـ المعلوم معلومة فلذلك يكون سطح ـ ط ـ مساويا لضرب ـ ب ج ـ فى خط آخر معلوم عند ـ اب ٠

وايضا فان سطح ـ ى ـ نسبته الى مربع ـ ا ج ـ معلومة فبين ان نسبة خط ـ ح د ـ كنسبة هذا الخط الى خط نسبته الى ح ا ـ نسبة مفروضه اعنى القوى على ـ ى ـ فاذن ضرب خط د ج ـ فى خط ـ ل ه ـ الى ـ ا ج ـ نسبة مفروضة مثل ضرب ا ج ـ فى خط مفروض فلذلك تكون نسبة ضرب ـ ح د ـ فى الخط الذى نسبته الى ـ ح ا ـ مفروضة اعنى القوى على سطح ـ ى الى ضرب ـ ح د ـ فى ـ ح ا ـ نسبة مفروضة لكن لان ـ ح د ـ فى هذا القوى على سطح ـ ى ـ الذى نسبته الى ـ ح ا ـ مفروضة مثل ـ ب ج ـ فى خط معلوم تكون نسبة ـ ب ج ـ فى خط معلوم الى ـ ح د ـ فى ـ ح ا ـ نسبة مفروضة فلذلك يكون ـ د ح ـ فى ح ا ـ مثل ـ ب ج ـ فى خط معلوم آخر فنخرج من نقطة ـ ا ـ خطا يوازى خط ـ د ب ـ وهو ـ ا ل ـ ونخرج خط ـ د ج ـ حتى يلقاه على ـ ك ـ فمثلثا ـ ب ج د ـ ا ج ك ـ متشابهان وضرب خط ـ ح د ـ فى ـ ح ا ـ مثل ضرب خط ـ ب ج ـ فى ـ ح ك وقد كان تبين ايضا ان ضرب ـ ح د ـ فى خط ـ ح ا ـ مثل ضرب

ب ج ـ فى خط معلوم ـ فج ط ـ اذن هو ذلك الخط المعلوم ونخرج من ـ د ـ خطا يوازى ـ ح ا ـ وهو ـ د ل ـ فبين ان ـ طح ـ ا ب د ل مربع قائم الزوايا وان مثلثى ـ ب ج د ـ ك ل د ـ متشابهان فاذن ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ك ل ـ مثل ضرب ـ د ب ـ فى ـ د ل ـ اعنى مربع ـ د ب ـ المعلوم فضرب ـ ك ل ـ فى ـ ب ج ـ معلوم واذا فصلنا من ـ ال ـ مثل ـ ا ج ـ وهو ـ ا م ـ بقى ـ م ل ـ مثل ـ ب ج ـ لان خط ـ ا ب ـ مثل خط ـ ا ل ـ فضرب ـ ك ل ـ فى ـ ل م معلوم اعنى ضرب ـ ا ل ـ فى ـ ل م ـ و ـ ا ك ـ فى ـ ل م ـ الذى هو مساو لمربع ـ ا ل ـ لما قد كان تبين لكن مربع ـ ا ل ـ مثل ضرب ا ل ـ فى ـ ل م ـ و ـ ل ا ـ فى ـ ا م ـ يسقط ضرب ـ ا ل ـ فى ـ ل م المشترك يبقى ضرب ـ ل ا ـ فى ـ ا م ـ مثل ضرب ـ ا ك ـ فى ـ م ل ولنا ضرب ـ ك ل ـ فى ـ ل م ـ معلوم و ـ ح ا ـ مثل ـ ا م ـ فاذن مجموع ضرب ـ ك ل ـ فى ـ ل م ـ ومربعى ـ ك ا ـ ا م ـ معلوم لكن ضرب ـ ك ل ـ فى ـ ل م ـ هو مربع ـ ل م ـ وضرب ـ ل م فى ـ ا م ـ و ـ ا ك ـ فى ـ م ل ـ فاذن مجموع مربعات ـ ك ا ا م ـ م ل ـ وضرب ـ ك ا ـ فى ـ م ل ـ و ـ ا م ـ فى ـ م ل ـ معلوم فاذن مجموع ضرب ـ ل ا ـ فى ـ ا م ـ ومربعى ـ ل م ـ ك ا ـ مع ضرب ـ ك ا ـ فى ـ م ل ـ معلوم لكن قد كان تبين ان ضرب ل ا ـ فى ـ ا م ـ مساو لضرب ـ ك ا ـ فى ـ م ل ـ فيجب من

ذلك ان يكون مجموع مربعى ـ اك ـ م ل ـ وضرب ـ ك ا ـ فى م ل ـ مرتين معلوما فيصير مجموع خطى ـ ك ا ـ م ل ـ معلوما وخط ـ ال ـ معلوما فالفصل بين خطى ـ اك ـ ام ـ معلوم ومجموع مربعيهما معلوم ـ فا م ـ معلوم وهو مثل ـ ا ج •

ش ـ ٨٠



وهذه المسئلة تنسب الى ابلونيوس ولنا فى قسم منها استخراج ليكن خط معلوم عليه ـ اب ـ ولتكن نسبة ـ اج ـ الى ـ ج ب معلومة وليكن ضرب ـ ح ا ـ فى ـ ح ب ـ مثل مربع ـ ح ز ونخط على مركز ـ ج د ـ ببعد ـ ح ز ـ دائرة ـ و ز(١) •

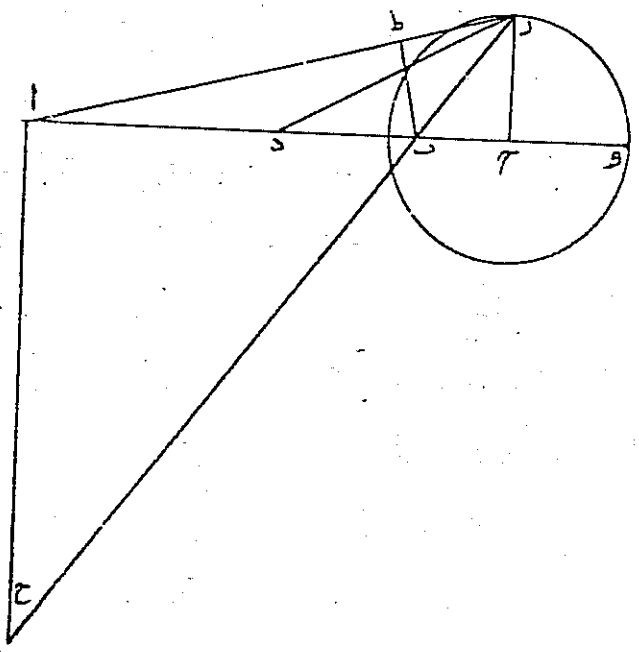
فاقول انا ان اخرجنا من نقطتى ـ ا ـ ب ـ خطين الى محيط هذه الدائرة وهما ـ از ـ ب ز ـ كان مربع ـ از ـ اعظم من سطح ـ ل ه ـ الى مربع ـ ب ز ـ نسبة ـ ا ج ـ الى ـ ج ب بسطح ـ ب ا ـ فى ـ ا ج ـ المفروض •

(١) كذا فى الاصل

برهان ذلك انا نخرج ـ ح ز ـ ونخرج ـ ا ح ـ يوازيه ونخرج ـ ز ب ـ وليلق ـ ا ح ـ على ـ ح ـ ونخرج ـ ز د ونجعل ـ ز ا ـ فى ـ ا ط ـ مثل ـ ب ا ـ فى ـ ا د ـ ونصل ـ ب ط ـ فلان ضرب ـ ح د ـ فى ـ ب ج ـ مثل مربع ـ ح و ـ و ـ ح و ـ مثل ـ ح ز ـ يكون ضرب ـ ح د ـ فى ـ ح ب ـ مثل مربع ح ز ـ فنسبة ـ ح د ـ الى ـ ح ز ـ كنسبة ـ ح ز ـ الى ـ ب ج ـ فمثلث ـ ز د ج ـ يشبه ـ مثلث ـ ز ب ح ـ فزاوية ـ ب ز ج ـ التى هى مثل زاوية ـ ا ح ب ـ المبادلة لها مثل زاوية ـ ز د ج ـ فزاوية ـ ز د ج ـ مثل زاوية ـ ا ح ب ـ ولان ضرب ب ا ـ فى ـ ا د ـ مثل ضرب ـ ز ا ـ فى ـ ا ط ـ تكون نسبة ب ا ـ الى ـ ا ز ـ كنسبة ـ ا ط ـ الى ـ ا د ـ فمثلث ـ ا ز د يشبه مثلث ـ ا ط ب ـ فزاوية ـ ا د ز ـ مثل زاوية ـ ا ط ب فتبقى زاوية ـ ز د ج ـ التى قد تبين انها مثل زاوية ـ ا ح ب ـ مثل زاوية ـ ز ط ب ـ فزاوية ـ ز ط ب ـ مثل زاوية ـ ا ح ب وزاوية ـ ط ز ب ـ مشتركة فمثلث ـ ط ب ز ـ مشابه لمثلث ـ ا ح ز ـ فضرب ـ ح ز ـ فى ـ ز ب ـ مثل ضرب ـ ا ز ـ فى ـ ز ط ـ و نسبة ـ ح ز ـ الى ـ ب ز ـ التى هى كنسبة ـ ا ج ـ الى ـ ج ب ـ المعلومة كنسبة ضرب ـ ح ز ـ فى ـ ز ب ـ الى مربع ـ ب ز ـ وضرب ـ ح ز ـ فى ـ ب ز ـ هو مثل ـ ا ز ـ فى ـ ز ط ـ فنسبة

از ـ فى ـ زط ـ الى ـ ب ز ـ هى كنسبة ـ اج ـ الى ـ ج ب ـ المعلومة ومربع ـ از ـ اعظم من ضرب ـ از ـ فى ـ زط ـ بضرب زا ـ فى ـ زط ـ الذى هو مثل ضرب ـ ب ا ـ فى ـ از ـ المفروض

ش ـ ٨١



قال ابراهيم بن سنان

اما ابلونيوس فاستخرج هذه المسئلة على ان السطح المعلوم اقل من مربع ـ اب ـ فان جعل السطح المعلوم وهو مربع ـ اب واردنا ان نعمل دائرة يكون كل خطين يلتقيان على محيطها ومخرجها من نقطتى ـ اب ـ فضل مربع احدهما على سطح نسبته الى مربع الآخر معلومة هو مربع ـ اب ـ فان تحليلها نحن فيه هكذا ٠

ننزل ان الدائرة المطلوبة دائرة ـ ج ـ ونصل ـ ا ج ـ ب ج ـ وليكن ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ى ب مثل مربع ـ اب ـ فاذن نسبة ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ج ى ـ الى مربع ـ ا ج ـ معلومة •

ولان ضرب ـ ج ب ـ فى ـ ى ب ـ مثل مربع ـ اب ـ تكون نسبة ـ ب ج ـ الى ـ اب ـ كنسبة ـ اب ـ الى ـ ى ب وزاوية ـ اب ى ـ مشتركة للمثلثين فاذن زاوية ـ ا ج ب ـ مثل زاوية ـ ب ا ى ـ ونعمل على ـ ب ـ من خط ـ اب ـ زاوية ـ اب د ـ مثل زاوية ـ ب ج ا ـ التى هى مثل زاوية ـ ى اب ـ فزاوية ـ ى اب ـ مثل زاوية ـ اب د ـ فخط ـ ا ى ـ مواز لخط ـ ب د ـ ولكن (١) •

لأن نسبة ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ج ى ـ الى مربع ـ ا ج المعلومة مؤلفة من نسبة ـ ب ج ـ الى ـ ج ا ـ ومن ـ ج ى الى ـ ج ا ـ التى هى نسبة ـ ى ب ـ الى ـ ا د ـ تكون النسبة المؤلفة من ـ ب ج ـ الى ـ ج ا ـ ومن ـ ى ب ـ الى ـ ا د ـ معلومة هى نسبة ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ى ب ـ الى ضرب ـ ج ا ـ فى ا د ـ لكن ـ ج ب ـ فى ـ ى ب ـ معلومة لأنه مثل مربع ـ اب فاذن ضرب ـ ج ا ـ فى ـ ا د ـ معلوم ولكن ضرب ـ ا ب ـ فى ا ه ـ مثله فنقطة ـ ه ـ معلومة •

(١) كذا

ونصل ـ ه ح ـ فلأن زاوية ـ اب د ـ مثل زاوية د ج ب ـ وزاوية ـ د ـ فى مثلثى ـ ادب ـ ج د ب ـ يكون مثلثا ـ ج ب د ـ ا د ب ـ متشابهين فنسبة ـ ج د ـ الى ـ د ب ـ اعنى ـ د ب ـ الى ـ د ا ـ كنسبة ـ ج ب ـ الى ـ اب لكن ضرب ـ اه ـ فى ـ اب ـ مثل ـ ج ا ـ فى ـ اد ـ تكون نسبة ـ اب ـ الى ـ اج ـ كنسبة ـ د ا ـ الى ـ اه ـ وزاوية ـ ا فى المثلثين جميعا فنسبة ـ ب د ـ الى ـ د ا ـ كنسبة ـ ج ا ـ الى ه ا ـ فاذن نسبة ـ ج ه ـ الى ـ ه ا ـ كنسبة ـ ج ب ـ الى ـ ب ا فاذا بدلنا صارت نسبة ـ ج ه ـ الى ـ ج ب ـ مثل نسبة ـ ه ا ـ الى اب ـ المعلومة ونخرج خطين آخرين وهما ـ ال ـ ل ب ـ الى محيط الدائرة وليكن ضرب ـ ب ز ـ فى ـ ل ب ـ مثل مربع ـ اب اعنى ضرب ـ ج ب ـ فى ـ ى ب ـ ولنخرج ـ م ب ـ حتى تكون زاوية ـ ال م ـ مثل زاوية ـ ال ب ـ .

ويتبين من ذلك ان خط ـ ا ز ـ موازٍ لخط ـ م ب ـ لأن زاوية ـ ب ا ز ـ مثل زاوية ـ ال ب ـ اعنى زاوية ـ ال م ـ ولذلك تكون النسبة المؤلفة من ـ ل ب ـ الى ـ ل ا ـ ومن ـ ل ز ـ الى ل ا ـ هى بعينها النسبة المؤلفة من نسبة ـ ب ج ـ الى ـ ج ا ـ و ج ى ـ الى ـ ج ا ـ لأن هكذا طلب منا فى المسئلة .

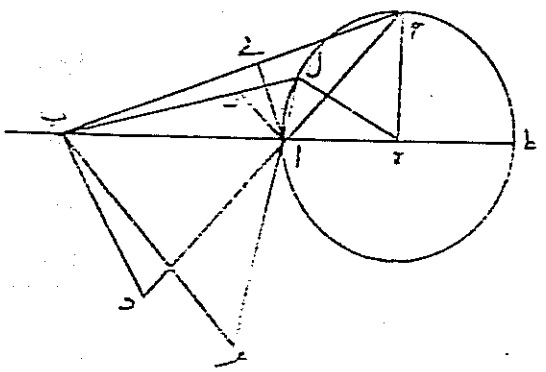
وقد بينا ان هذه النسبة هى نسبة ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ى ب

الى ضرب ـ ج ا ـ فى ـ ا د ـ وبين من قبل ان نسبة ـ ل ز ـ الى ـ ل ا كنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ا م ـ ان نسبة ضرب ـ ل ب ـ فى ـ ب ز الى ضرب ـ ل ا ـ فى ـ ا م ـ كنسبة ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ى ب الذى هو ايضا ـ ل ب ـ فى ـ ب ز ـ الى ضرب ـ ج ا ـ فى ا د ـ فتكون نسبة ضرب ـ ل ب ـ فى ـ ب ز ـ الى ضرب ـ ج د فى ـ ا ج ـ والى ـ ل ا ـ فى ـ ا م ـ واحدة فضرب ـ ا ج ـ فى ا د ـ مثل ضرب ـ ل ا ـ فى ـ ا م ـ وضرب ـ ج ا ـ فى ـ ا د مثل ضرب ـ ب ا ـ فى ـ ا ه ـ فضرب ـ ل ا ـ فى ـ ا م ـ ايضا مثل ـ ب ا ـ فى ـ ا ه ٠

فاذن نسبة ـ ب ا ـ الى ـ ا ل ـ كنسبة ـ م ا ـ الى ـ ا ه وزاوية ـ ل ا ه ـ مثل زاوية ـ ب ا م ـ فمثلثا ـ ب ا م ـ ه ا ل متشابهان فتكون نسبة ـ ل م ـ الى ـ م ا ـ كنسبة ـ ل ه ـ الى ـ ه ا ولكن نسبة ـ ل م ـ الى ـ م ا ـ كنسبة ـ ل ب الى ـ ب ا ـ لأن زاوية ـ ا ل م ـ مثل زاوية ـ م ل ب ـ وزاوية ـ ب م ل ـ مشتركة فتبقى زاوية ـ م ا ب ـ مثل زاوية ـ ل ب م ٠

فاذن نسبة ـ ل ب ـ الى ـ ل ه ـ كنسبة ـ ب ا ـ الى ـ ا ه المعلوم وهى ايضا كنسبة ـ ب ج ـ الى ـ ج ا ـ وكذلك يكون كل خطين يخرجان من ـ ه ب ـ الى دائرة ـ ط ج ـ نسبة احدهما الى الآخر واحدة وهى نسبة ـ ب ا ـ الى ـ ا ه ٠

ش — ٨٢



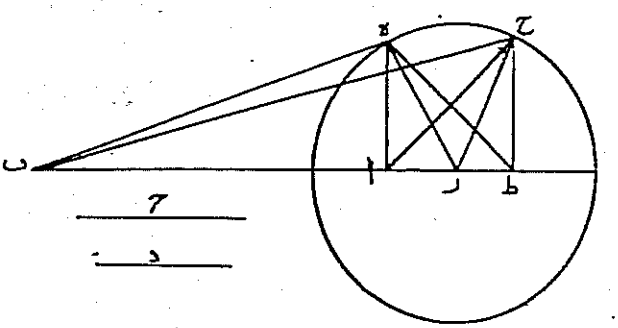
فقد انحلت هذه المسئلة الى مسئلة ابلونيوس ايضا ولنا فيها استخراج إلا ان هذا الطريق إ يتبين منه ان دائرة — ط ج — تجوز على نقطة — ا — فاما ابلونيوس فقد حلل هذا القسم تحليلا لست احفظه وقد كنت وقفت عليه وتبين منه ان دائرة — ط ج — تجوز على — ا — وباقى تحليلنا لهذه المسئلة يتبين منه ذلك •

فاما المسئلة التى تأدى انها التحليل فطريق ابلونيوس فيها هكذا نضع نقطتى — اب — ونسبة ما وهى نسبة — ج — الى — د ونريد ان نعمل دائرة اذا اخرج لها خطان من — ا — ب — التقيا على محيطها وكانت نسبة احدهما الى الآخر كنسبة — ج — الى — د فنتزل ان ذلك قد وقع والدائرة — ه — ونخرج — اه — ه ب — فنسبة اه — الى — ه ب — كنسبة — ج — الى — د — فان نحن جعلنا زاوية

زه ا ـ مثل زاوية ـ اب ه ـ وزاوية ـ ز ـ مشتركة صارت زاوية
ز اه ـ مثل زاوية ـ ب ه ز ـ وصارت نسبة ـ ب ز ـ الى ـ زه
كنسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ا ـ المعلومة ونسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ا
كنسبة مربع ـ ب ز ـ الى مربع ـ زه ـ فنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز
ا ـ معلومة وخط ـ ز ا ـ معلوم فنقطة ـ ز ـ معلومة ونخرج
خطين آخرين وهما ـ اح ـ ح ب ـ فنسبة ـ اح ـ الى ـ ح ب
كنسبة ـ ج ـ الى ـ د ـ فتصير نسبة ـ ح ب ـ الى ـ ح ا
معلومة وهى كنسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ا ـ تكون فى القوة متناسبة
لكن نسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ا ـ اعنى ـ ب ز ـ الى ـ زه ـ فى القوة
كما بينا كنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ا ـ فزاوية ـ ح ا ز ـ مثل زاوية
ز ح ب ـ وذلك انها لو لم يكن مثلها لعملنا زاوية ـ د ح ب ـ مثل
زاوية ـ ز ا ح ـ فصار مثلثا ـ ط ح ب ـ ط ا ح ـ متشابهين وصارت
نسبة مربع ـ ب ج ـ الى مربع ـ ا ح ـ اعنى نسبة مربع ـ ب ط
الى مربع ـ ط ح ـ كنسبة ـ ب ط ـ الى ـ ط ا ـ وكانت كنسبة
ب ز ـ الى ـ ز ا ـ فنسبة ـ ب ط ـ الى ـ ط ا ـ كنسبة ـ ب ز
الى ـ ز ا ـ وذلك محال لأنها اذا فصلت اوجبت ان يكون خط
ز ا ـ مثل خط ـ ا ط ـ فاذن زاوية ـ ز ا ح ـ مثل زاوية ـ ز
ح ب ـ فنسبة ـ ب ح ـ الى ـ ح ا ـ المفروضة كنسبة ـ ب ز
الى ـ ز ح ـ وكانت كنسبة ـ ب ز ـ الى ـ زه ـ فزه ـ مثل ـ ز

ح ـ فنقطة ـ ز ـ مركز دائرة ـ ه ح ـ ولأن نسبة ـ ب ز الى ز ه ـ كنسبة ـ ز ه ـ الى ـ ا ز ـ لتشابه المثلثين يصير ضرب ـ ب ز ـ فى ـ ز ا ـ المعلوم مثل مربع ـ ز ه ـ مربع ـ ز ه ـ معلوم فز ه ـ معلوم فنقطة ـ ز ـ معلومة ودائرة ـ ه ح ـ معلومة •

ش ـ ٨٣



وتركيبنا نحن لتحليل لنا فى هذه المسئلة كان هكذا نضع خطا ما وهو ـ ا ب ـ ونسبة ـ ا ج ـ الى ـ ج ب ـ مفروضة ونجعل نسبة ـ ب د ـ الى ـ د ا ـ كنسبة ـ ب ج ـ الى ـ ج ا فان ذلك يسهل اعنى تزاد فى خط ـ ا ب ـ زيادة تكون نسبة الخط مع الزيادة الى الزيادة معلومة ونعمل على ـ د ج ـ نصف دائرة •

فاقول ان كل خطين يخرجان من ـ ا ب ـ يفعلان ما قصدنا له •

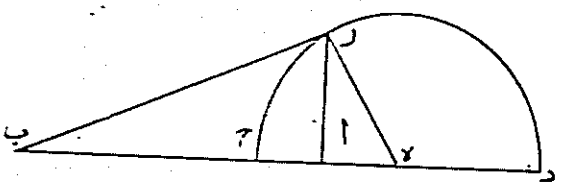
برهان

برهان ذلك ان نسبة ـ ب د ـ الى ـ د ا كنسبة ـ ح ب الى ـ ح ا ـ فعلى التبديل تكون نسبة ـ ب د ـ الى ـ ب ج ـ مثل نسبة ـ د ا ـ الى ـ ا ج ـ فيقسم خط ـ ح د ـ نبصفين على ـ ه فلأن نسبة ـ ب د ـ الى ـ ب ج ـ كنسبة ـ د ـ الى ـ ج تكون نسبة نصف الفصل بين ـ د ب ـ ب ج ـ اعنى ـ ج ه الى ـ ب ج ـ كنسبة الفضل بين ـ د ا ـ ا ج ـ اعنى ـ ا ه ـ الى ا ج ـ فاذن نسبة ـ ه ج ـ الى ـ ج ب ـ كنسبة ـ ا ه ـ الى ا ج ـ فاذن نسبة ـ ب ج ـ الى ـ ج ه ـ كنسبة ـ ج ا ـ الى ا ه ـ ونركب فتكون نسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ج ـ كنسبة ـ ه ج الى ـ ه ا ـ فاذن ـ ه ج ـ متوسط بين ـ ه ب ـ ه ا ـ فان عملنا على نصف دائرة نقطة ـ ز ـ كان خط ـ ه ز ـ مثل ـ ه ج ـ فاذن نسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ز ـ كنسبة ـ ه ز ـ الى ـ ه ا ـ وزاوية ه ـ مشتركة فمثلثا ـ ه ا ز ـ ه ز ب ـ متشابهان ولذلك تكون نسبة ب ز ـ الى ـ ز ا ـ مثل نسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ز ـ اعنى ـ ب ه الى ـ ه ج ـ فاذن نسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ا ـ كنسبة ضعف ـ ب ه الى ضعف ـ ه ج ـ اعنى مجموع ـ د ب ـ ب ج ـ الى ـ د ج فنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ا ـ كنسبة مجموع ـ د ب ـ ب ج ـ الى ج د .

وقد كان تبين فيما تقدم ان نسبة ـ د ب ـ الى ـ ب ج

كنسبة ـ د ا ـ الى ـ ا ج ـ فاذن على التركيب تكون نسبة مجموع د ب ـ ب ج ـ فى ـ ب ج ـ كنسبة ـ د ج ـ الى ـ ج ا وبالتبديل نسبة مجموع ـ د ب ـ ب ج ـ الى ـ ج د ـ كنسبة ب ج ـ الى ـ ج ا ـ وكانت نسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ا ـ كنسبة مجموع ـ د ب ـ ب ج ـ الى ـ د ج ـ فاذن نسبة ـ ب ج ـ الى ج ا ـ كنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ا ـ فنسبة ـ ا ج ـ الى ـ ج ب المفروضة كنسبة ـ ا ز ـ الى ـ ب ز ـ .

ش ـ ٨٤



وكذلك ايضا تبين ان كل خطين يخرجان فيهما يفعلان هذه النسبة بعينها .

فقد تبين ان الدائرة المطلوبة تجوز على نقطة ـ ج ـ ونظيرتها فى الشكل الذى ادى الى هذا نقطة ـ ا ـ فكذلك فى ذلك الشكل تجوز الدائرة على نقطة ـ ا .

وقد كان لجدى ابى الحسن ثابت فى ذلك تركيب على هذه الجهة وهو قصد هذا الطريق، ليكن خط - اب - معلوما ونسبة اج - الى - ج ب - معلومة ونقسم خط - اب - بنصفين على د - ونجعل ضرب - اج - فى - ج ب - مثل ضرب - ج د - فى خط ما وليكن ذلك الخط - ج ه - ونعمل على خط - ج ه - نصف دائرة هو - ج - فاقول ان نصف دائرة هو - ج - تفعل ما قصد ناله •

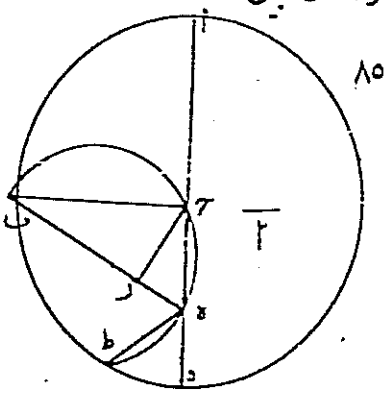
برهان ذلك انا نتعلم نقطة - و - على محيط النصف دائرة كيف ما وقعت ونصل - ح و - و ب - ونخرج من - د - عمود د ز - تلقى - و ج - على - ز - ونصل - ه ز - فزاوية - ه و ج قائمة وزاوية - ح د ز - قائمة - وزاوية - ه ح و - مثل زاوية - د ح ز - فالزاويتان الباقيتان متساويتان ولذلك تكون اضلاع مثلثى ه ح و - ح ز د - متناسبة فنسبة - ه ج - الى - ج و - كنسبة ج و - الى - د ج - فضرب - ج ه - فى - ج د - مثل ضرب ز ج - فى - ج و - وقد كان جعل مثل ضرب - اج - فى - ج ب فاذن ضرب - و ج - فى - ح ز - مثل ضرب - اج - فى - ج ب فاذن نقط - ز - ا - ب - و - فى دائرة ولأن خط - اب - وترفى تلك الدائرة وقد قسم بنصفين على - د - واخرج عمود - د ز يلقى قوس الدائرة على نقطة انا - ب ه - (١) معلوما بمثل ما تقدم

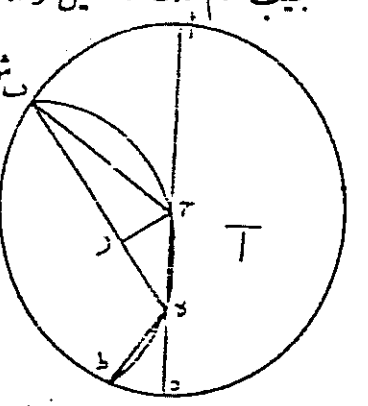
(١) بعد هذه العبارة خرم فى الاصل

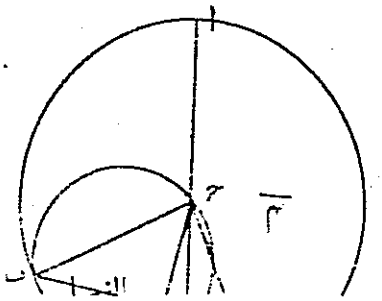
فى الفصل الاول وكان مربع ـ ب ج ـ مساويا لمربع ـ ج ه وضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ط ـ فانا اذا اسقطنا من مربع ـ ج ب مربع ـ ج ه ـ بقى ضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ط ـ فاذا قسمناه على ب ه ـ خرج ـ ه ط ٠

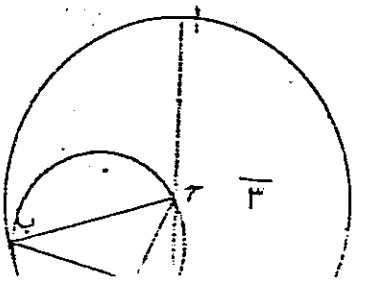
فاذا اثبتنا ـ ه ط ـ من ـ ه ب ـ بقى ضعف ـ ه ز ـ لأن ب ز ـ يساوى مجموع ـ ز ه ـ ه ط ـ فنصف الباقى يكون ز ه ـ لكن ـ ج ه ـ يقوى عليه وعلى ـ ج ز ـ فج ز ـ معلوم وايضا فانا اذا جمعنا ـ ه ط ـ الى ـ ه ب ـ وأخذنا نصف المبلغ كان ـ ز ب ـ وظاهر انه اذا كان جيب التعديل كان ـ ز ب جيب تمام ذلك التعديل وذلك ما اردنا ان نبين ٠

ش ـ ٨٥









الفصل الثالث

فى حكاية برهان لبستانى على ما اورده هو والهاشمى من الحساب •

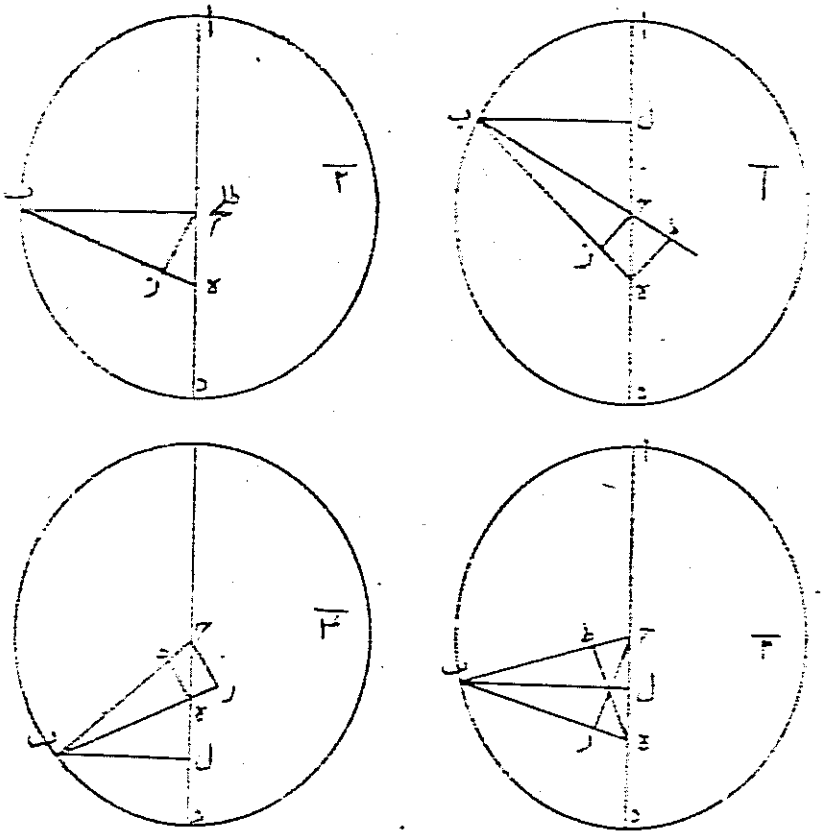
نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه ونخرج من نقطة — ه عمود — ه ط — على — ب ج — فيتشابه مثلثا — ب ل ج — ه ط ج وتكون نسبة — ب ل — الى — ب ج — كنسبة — ه ط — الى ه ج — فه ط — معلوم وهو الذى سميناه ضلعا •

كذلك ايضا نسبة — ل ج — الى — ج ب — كنسبة — ط ج — الى — ج ه فط ج — معلوم وهو زيادة الجيب الزائد على الجيب كله •

ونقصان الناقص عنه و — ب د — المسمى — ح ز — لقوى على — ب ط — ط ه — فهو معلوم ونسبة — ط ه — الى — ج ز — كنسبة — ه ب — الى — ب ج — فج — ا ز — الذى هو جيب التعديل معلوم •

واذ كان ما ذكره الهاشمى من الحساب فى تعليله لزيج الخوارزمى موافقا لحساب البستانى فالبرهان عليه هو هذا الذى حكيناه عن البستانى وذلك ما اردنا ان نحكي •

ش — ٨٦



الفصل الرابع

فى علة ما اورده الفزارى فى زيج

السند ـ الهند ـ الكبير من الحساب

اما العمل فهو بعينه ما حكيناه عن البتانى ولذلك نستغل

اعادة صورة له واوضاع، بل نقول انما ضرب جيب الحصة وجيب تمامها فى خمسى الاصل وقسم المجتمع على ستين حتى خرج له الضلع وفضل الجيب الزائد اونقصان الناقص لأن الجيب كله عنده كان مجزأ بمائة وخمسين على ما اصطلح عليه الهند فلو ضربهما فى الاصل لاحتياج ان يقسمهما على مائة وخمسين الذى هو الجيب كله عنده فلما اراد ان يقسم على ستين والستون خمسا ما كان يجب ان يقسم عليه اضطر الى يكون الضرب ايضا فى خمسى (١) يجب ان يضرب فيه لأن مايخرج من ضرب الشىء فى مقدار ما وقسمته على آخر مساو لما خرج من ضربه فى كسر منسوب الى ما ضرب فيه وقسمته على ذلك الكسر بعينه مما قسم وذلك ما اردنا ان نبين •

وهذا العمل وان كان صحيحا فلست ادرى ما الذى اعوز الفزارى الى تكلفه فلئن كان رام تسهيل القسمة بنقلها من المائة والخمسين الى الستين لموافقة الستين مخرج اجزاء الدرج فلعمرى هو امر مستحسن اولم يكن زاد فيه احد خمسى الاصل فقد علم انه ان سلك فيه طريق الضرب فى اربع وعشرين دقيقة ابدا كان ازدياد الضرب مقاوما لما زاد فى القسمة من السهولة وان سلك فيه طريق القسمة على الاخماس كانت مؤونة القسمة زائدة على السهولة المقصودة فالاولى كان يجب عليه ان يأمر بالضرب فى الاصل دون خمسيه والقسمة على الجيب كله دون الستين •

---

(١) هنا خرم فى الاصل •

الفصل الخامس

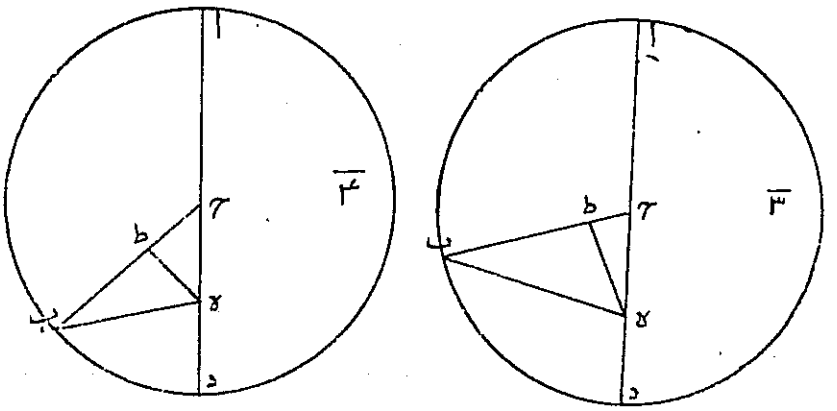
فى حكاية برهان الحساب الذى يشتمل عليه كتاب المجسطى

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه فظاهر مما تقدم ان زاوية ط ج ه ـ مساوية لزاوية ـ ا ج ب ـ التى هى زاوية الحصة فزاوية ط ه ج ـ تبقى معلومة بالمقدار الذى به الاربع الزوايا القائمة ثلاثمائة وستون جزءا ٠

فاذا اضعفنا كل واحد منهما حصلتا بالمقدار الذى به الزاويتان القائمتان ثلاثمائة وستين جزءا فوتراهما فى الدائرة المحيطة لمثلث ـ ط ج ه وهما ـ ط ج ـ ط ه ـ معلومان بالمقدار الذى به قطر تلك الدائرة وهو ـ ه ج ـ ضعف الجيب كلها فهما اذن معلومان بالمقدار الذى به ـ ا ج ـ الجيب كلها نعمل التحويل الذى قدمناه فى المقالة الاولى ٠

ولأن خط ـ ه ب ـ يقوى على ـ ه ط ـ ط ب ـ المعلومين فهو معلوم بالمقدار الذى به ـ ب ج ـ الجيب كله ونسبة ـ ط ه الى ـ ه ب ـ بهذا المقدار كنسبة ـ ط ه ـ الى ـ ه ب ـ المقدار الذى به ـ ه ب ـ ضعف الجيب كله فزاوية ـ ط ه ـ معلومة بالمقدار الذى به الاربع الزوايا القائمة ثلاثمائة وستون جزءا وذلك ما اردنا ان نحكى ٠

ش — ٨٧



الفصل السادس فى برهان لى

على حساب استخرجته

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه وندير على مركزه دائرة

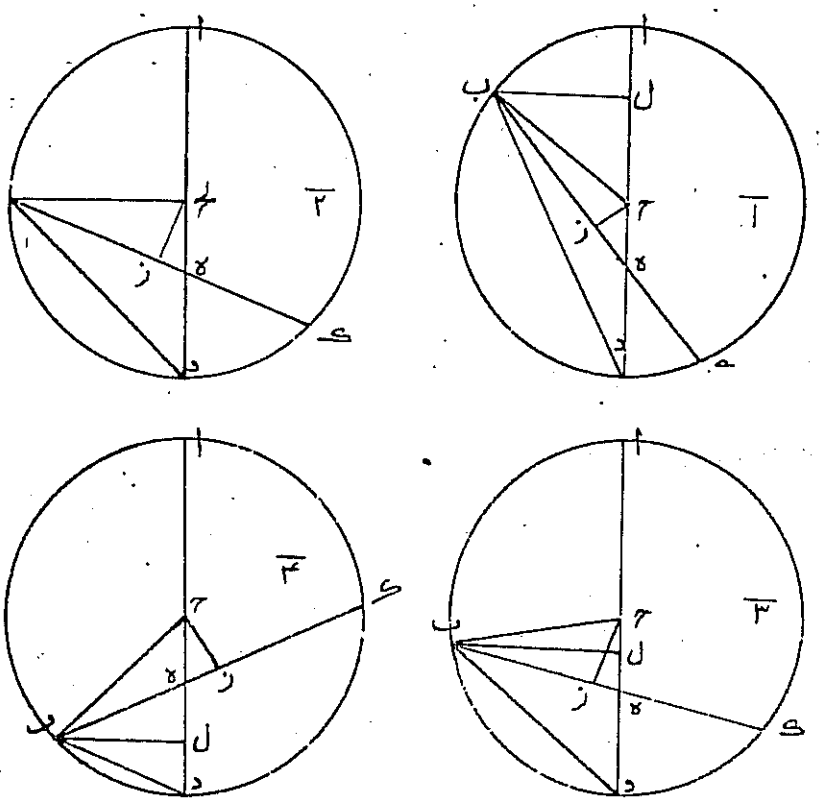
ا س ـ لتلك المثل ونخرج الى محيطه خط ـ ه ب م ـ ونتزل من نقطة ـ م ـ عمود ـ م ع ـ على قطر ـ ا س .

ومعلوم ان ـ ه ب ـ الذى سميناه قطرا يقوى على ـ ب ل جيب الحصة وله الجامع اوالفضلة فهو لذلك معلوم .

ونسبة ـ ه ب ـ الى ـ ه م ـ كنسبة مربع ـ ه ب ـ الى مربع ه م ـ مثناة بالتكرير فنسبة ـ ه ب ـ الى ـ ه م ـ كنسبة مربع ـ ه ب ـ الى متدار وسط فى النسبة بين مربع ـ ه ب ـ ه م فاذا ضربنا مربع ـ ه ب ـ فى مربع ـ ه م ـ وأخذنا جذر المبلغ خرج ذلك الوسط ونسبة مربع ـ ه ب ـ الى هذا الوسط بينه وبين مربع ـ ه م ـ كنسبة ـ ب ل ـ الى ـ م ع ـ من اجل ان هذه النسبة هى كنسبة ـ ه ب ـ الى ـ ه م ـ فم ع ـ يخرج من قسمة مضروب الوسط فى ـ ب ج ـ على مربع ـ ه ب ـ لكنه يكون بالمقدار الذى ـ ب ج ـ الجيب كله فيجب ان نحول الى المتدار الذى به ه م ـ الجيب كله بما تقدم فى المقالة الاولى .

ونكرر من حسابه وظاهر ـ ان ـ م ع ـ جيب زاوية الرؤية فضل ما بينها وبين زاوية الحصة هو التعديل وذلك ما اردنا ان نبين .

ش — ٨٨



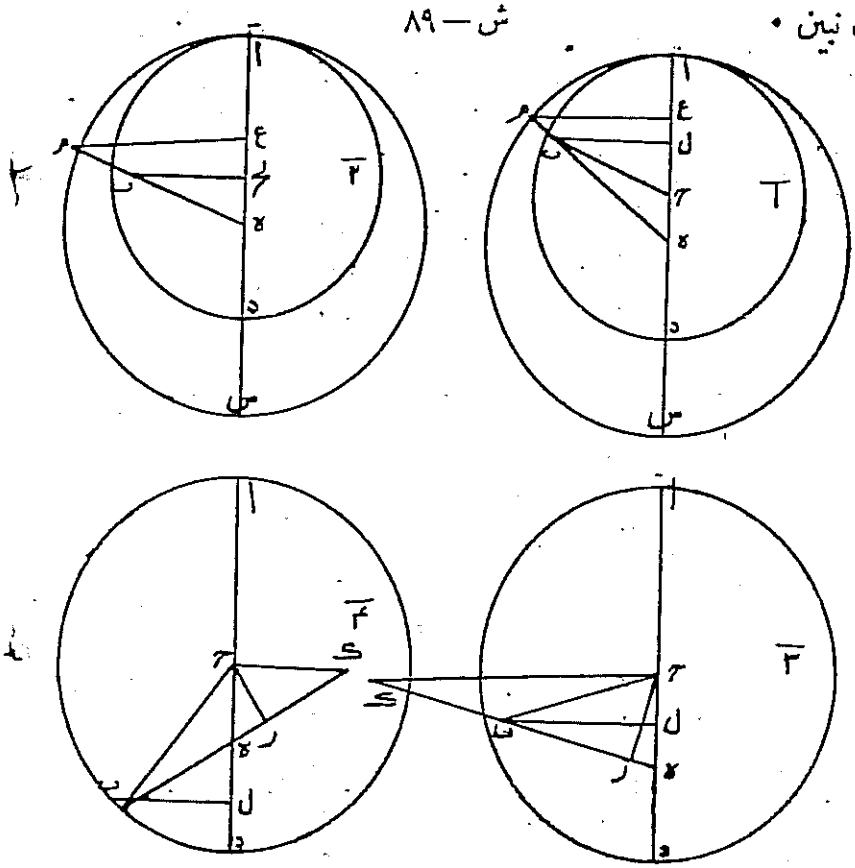
الفصل السابع فى برهان لى

على حساب كان اتجه لى

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه ونخرج ج — ج ك — يوازى ب ل — فيتشابه مثلثا — ب ل ه — ك ج ه — وتكون نسبة — ب ل الى — ل ه — كنسبة — ك ج — الى — ج ه — فك — ج — معلوم

وايضا فلأن مثلثى ـ ك ج ه ـ ج ز ه ـ متشابهان تكون نسبة ه ك ـ الى ـ ك ج ـ كنسبة ـ ه ج ـ الى ـ ج ز ـ مربعاتها كذلك على هذه النسبة اعنى ان نسبة مربع ـ ه ك ـ الى مربع ـ ك ج كنسبة مربع ـ ه ج ـ الى مربع ـ ج ز ـ ومعلوم انا اذا جمعنا مربعى ـ ك ج ـ ج ه ـ حصل مربع ـ ه ك ـ فاذا قسمنا عليه مضروب ـ ب ج ـ فى مربع ـ ج ه ـ خرج مربع ـ ج ز وجذره هو ـ ج ز ـ الذى هو جيب التعديل وذلك ما اردنا ان نبين ٠

ش ـ ٨٩

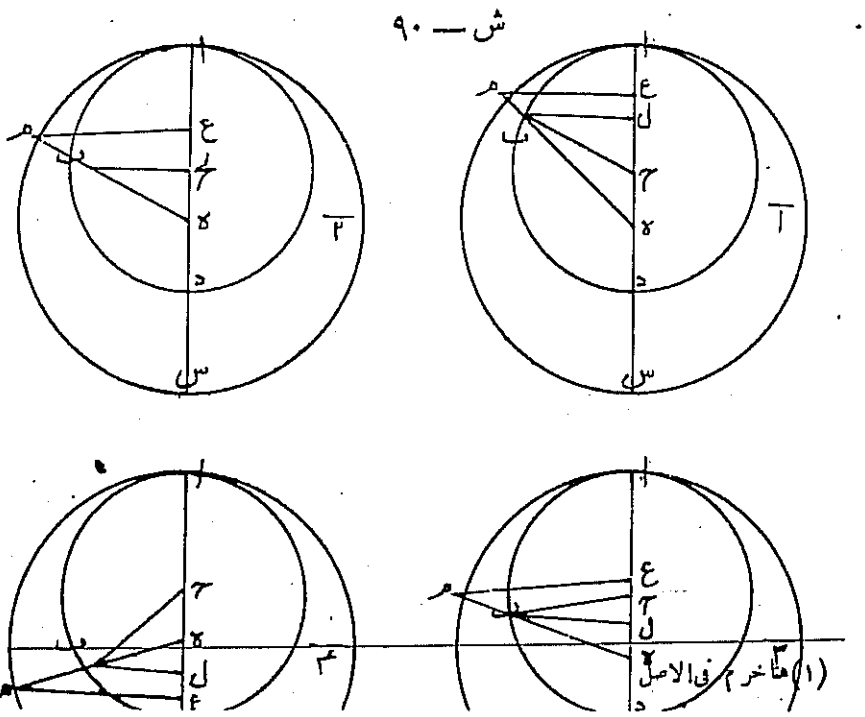


الفصل الثامن

فى برهان لى على حساب تهيأ لى استخراجه

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه مع الممثل ونخرج ـ ه ب الى محيطه فيلقاه على نقطة ـ م ـ وننزل عمود ـ م ع ـ فمن البين ان مثلثى ـ ب ل ه ـ م ع ه ـ متشابهان فنسبة مربع ـ ه ب ـ الى مربع ـ ب ل ـ كنسبة مربع ـ ه م ـ الى مربع ـ م ع ـ و ـ ه ب يقوى على ـ ب ل ـ ل ه ـ فهو معلوم و ـ ه م ـ الذى هو مجموع الجيب كله والاصل ـ فم ع ـ بهذا المقدار معلوم واذا (١) الجيب كله وقسمنا المجتمع على ـ ه ا ـ كناقد حولنا ـ م ع ـ الى المقدار الذى به الجيب كله ـ ه م ـ وذلك ما اردنا ان نبين .

ش ـ ٩٠



(١) ساقطة فى الاصل

الفصل التاسع

فى برهان لى على حساب ادتى اليه الفكرة

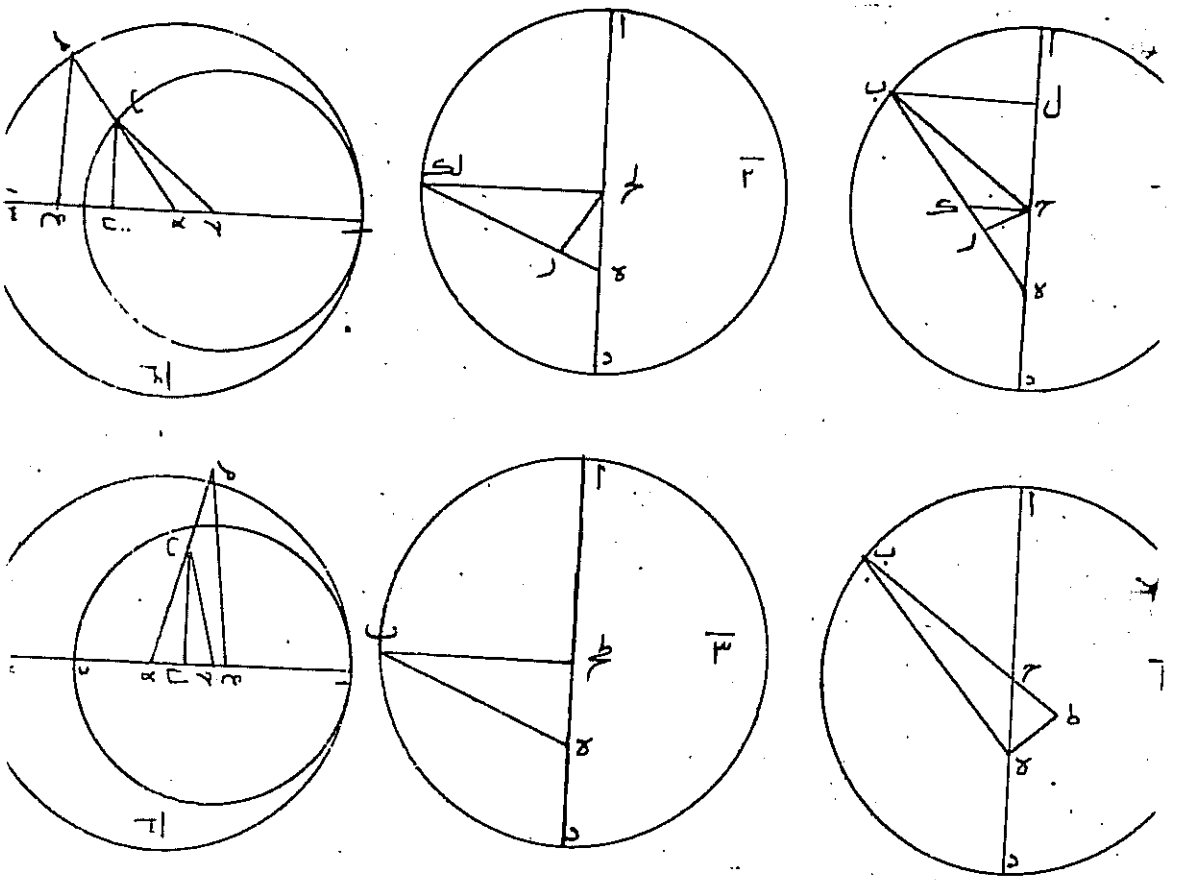
نعيد الفلك خارج المركز بأوضاعه ونصل ـ ب د ـ ونخرج ب ه ـ على استقامته حتى ينتهى الى المحيط على نقطة ك ـ فلأن ـ اب ـ الحصة معلومة يكون تمامها الى مائة وثمانين وهو ـ ب ه معلوما ومربع وتره فى الاوضاع الثلاثة الاول يزيد على مربعى ب ه ـ ه د ـ بضعف ضرب ـ د ه ـ فى ـ ه ل ـ وفى الرابع ينقص عنهما بذلك مربع ـ ب ه ـ القطر اذن يصير معلوما اذا اسقط من مربع ـ ب د ـ مربع ـ ه د ـ كمال الاصل وضعف ضرب ـ ج ه الاصل فى ـ ه ل ـ الجامع او نقص فى الوضع الرابع مربع ـ ه د من مجموع مربع ـ ب د ـ وضعف ضرب ـ ه د ـ فى ـ ه ل الفضلة ولأن خطى ـ اه د ـ ب ه ك ـ تقاطعا فى الدائرة على ـ ه ـ يكون ضرب ـ اه فى ـ ه د ـ مساويا لضرب ب ه ـ فى ـ ه ك ـ فه ك ـ اذن معلوم فاذا زدناه على القطر اجتمع ـ ب ه ك .

ولأن ـ ج ز ـ الذى هو جيب التعديل (١) وعمود اعلى ب ه ك ـ الوتر فانه يقطعه بنصفين ولذلك يكون ـ ز ب ـ جيب تمام التعديل وذلك ما اردنا ان نبين .

---

(١) هكذا هو فى الاصل .

ش—٩١



الفصل العاشر

فى حكاية برهان سليمان بن عصمة فى حسابه الذى اورده فى زيج النيرين •

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه مع الممثل ونقول ان من

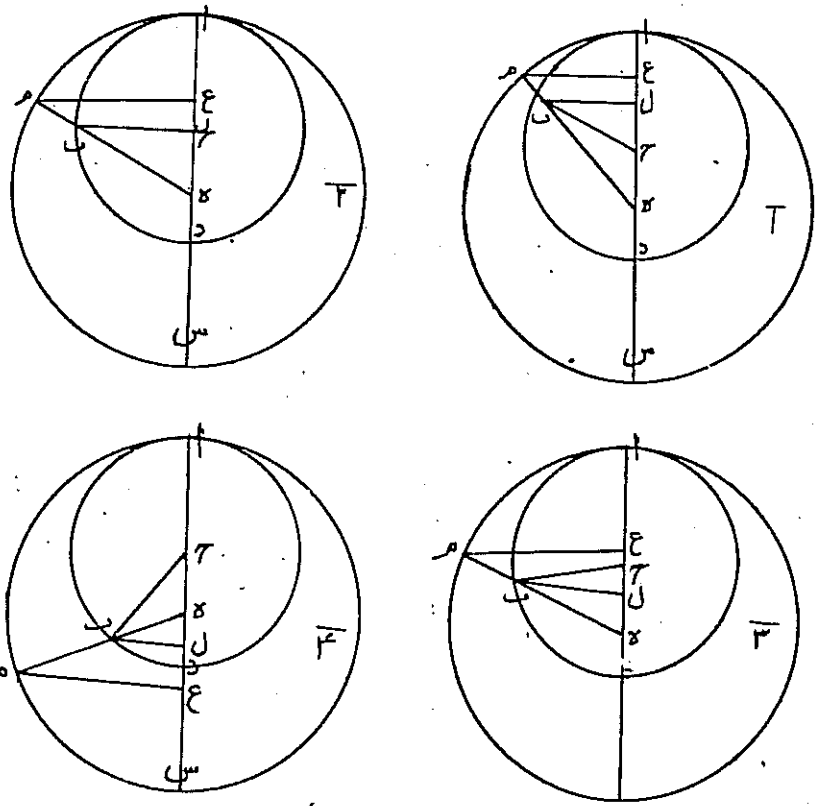
المعلوم ان زاوية ـ ب ج ه ـ فى الوضع الاول منفرجة فمربع ـ ب ه القطر يزيد على مربعى ـ ب ج ـ ج ه ـ بضعف ضرب ـ ه ج ـ فى ج ل ـ •

فاذا جمعنا مربعى ـ ب ج ـ ج ه ـ واضفنا الى ذلك ضرب ه ج ـ فى ضعف ـ ج ل ـ اجتمع مربع ـ ه ب ـ وفى الوضع الثانى زاوية ـ ب ج ه ـ قائمة فلذلك اذا جمعنا مربعى ـ ب ج ـ ج ه اجتمع مربع ـ ه ب ـ وفى الوضع الثالث والرابع زاوية ـ ب ج ه حادة فمربع ـ ه ب ـ ينقص عن مربعى ـ ب ج ـ ج ه ـ بضعف ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ج ه • ٢

فاذا جمعنا مربعى ـ ب ج ـ ج ه ـ والقينا من ذلك ضعف ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ج ه ـ بقى مربع ـ ه ب •

ولأن مثلثى ـ ـ ه ب ل ـ ه م ع ـ متشابهان فان نسبة ـ ه ب الى ـ ب ل ـ كنسبة ـ ه م ـ الى ـ م ع ـ فاذا جعل ـ ه م مجموع الجيب كله والاصل خرج ـ م ع ـ بالمقدار الذى به ب ج ـ الجيب كله فاحتيج الى تحويله واذا جعل ـ ه م ـ الجيب كله لم نحتج الى التحويل ومع جيب زاوية الرؤية ففضل ما بينها وبين زاوية الحصة هو التعديل وذلك ما اردنا ان نحكى •

٩٢—ش



الفصل الحادى عشر

فى برهان لى كان اتفق لي استخراجه.

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه ونقول اذا حصل لنا

ه ب ـ القطر معلوما فمن الظاهر ان مثلثى ـ ب ج ه ـ ز ه ج
متشابهان ونسبة ـ ب ه ـ القطر الى ـ ب ل ـ جيب الحصة كنسبة
ج ه ـ الاصل الى ـ ج ز ـ جيب التعديل ـ فج ز ـ معلوم وذلك
ما اردنا ان نبين ٠

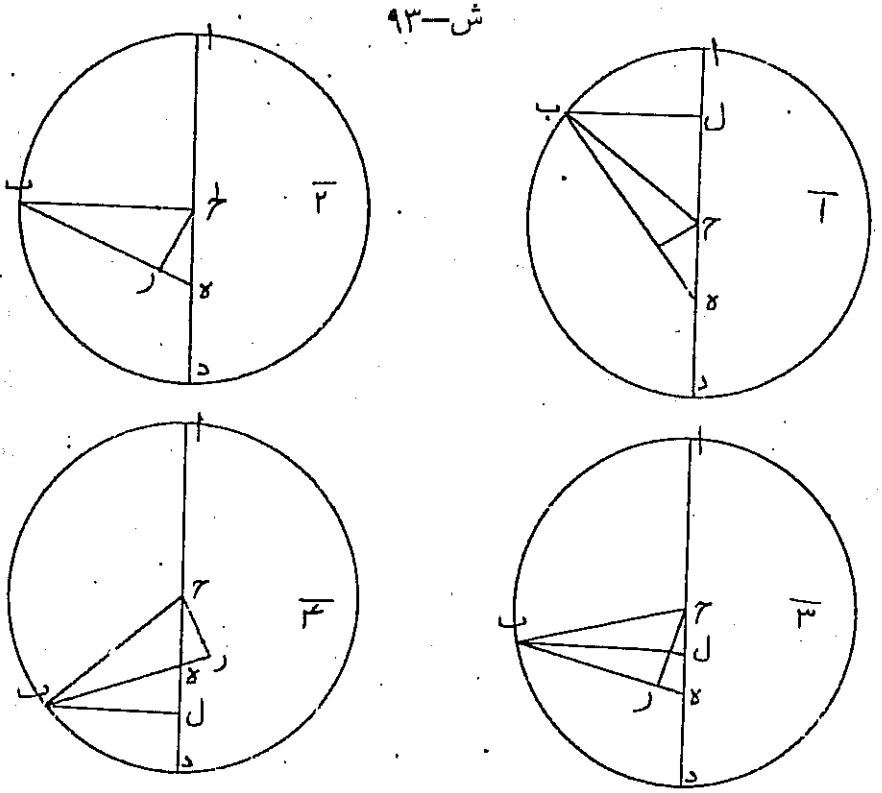
الفصل الثانى عشر

فى برهان لى على حساب الفرغانى فى عمل زيج الخوارزمى

نعيد الفلك الخارج لمركز باوضاعه ونتزل على ـ ب ج
عمود ـ ه ط ـ ونقول ان مثلثى ـ ب ل ج ـ ه ط ج ـ لما تشابها
كانت نسبة ـ ط ه ـ الى ـ ه ج ـ كنسبة ـ ب ل ـ الى ـ ب ج
فصار ـ ط ه ـ المبلغ لذلك معلوما ونسبة ـ ال ـ الجيب المنكوس
لحصة ـ اب ـ وهو فضل ما بين ـ ب ج ـ ل ج ـ الى ـ ب ج
كنسبة فضل ما بين ـ ط ج ـ ه ج ـ الى ـ ه ج ـ وذلك يتبين
بان نزيد على مركز ـ ج ـ وبعد ـ د ه ـ قوس ـ ه ح
فيكون ـ ج ح ـ مساويا ـ لج ه ـ و ـ ط ح ـ فضل ما بينهما
ونشابه مثلثى ـ ط ه ج ـ ل ب ح ـ تكون نسبة ـ ال ـ الى
ب ج ـ كنسبة ـ ط ج ـ ل ـ ج ه ـ فيكون ـ ط ج ـ معلوما
ونسبة من ـ ج ح ـ فيبقى ـ ط ج ـ نزيده على ـ ب ج ـ فى
الصورة الاولى ونقصه منه فى سائر الصور فيحصل ـ ب ط ـ
الذى هو الجيب الذائد او الناقص فنضيف مربعه الى مربع ـ ط ه

فيجتمع مربع ـ ب ه ـ القطر ونسبة ـ ط ه ـ الى ـ ه ب ـ كنسبة ب ج ـ الى ـ ج ز ـ فـ ج ز ـ معلوم وهو جيب التعديل وذلك ما اردنا ان نبين •

ش—٩٣



الفصل الثالث عشر

فى حكاية برهان صاحب الرسالة التى ظننت انه سليمان ابو جعفر على حسابه المختصر الذى ضمنه اياها

نعيد تلك الخارج المركز باوضاع ونقول قد تبين ان مثلثى ب ل ح – ه ط ز – متشابهان وان نسبة – ب ج – الى – ل ج – كنسبة ه ج – الى – ط ج – فضرب – ل ج – فى – ج ه – مساو لضرب ب ج – فى – ط ه – لكن مربع القطر يزيد على مربع – ب ج – ج ه فى الوضع الاول وفى الوضع الثالث والرابع تنقص منهما بضعف ضرب (١) اعنى – ه ج – فى – ج ل – فه ب – معلوم بالمقدار الذى به الجيب كله ٠

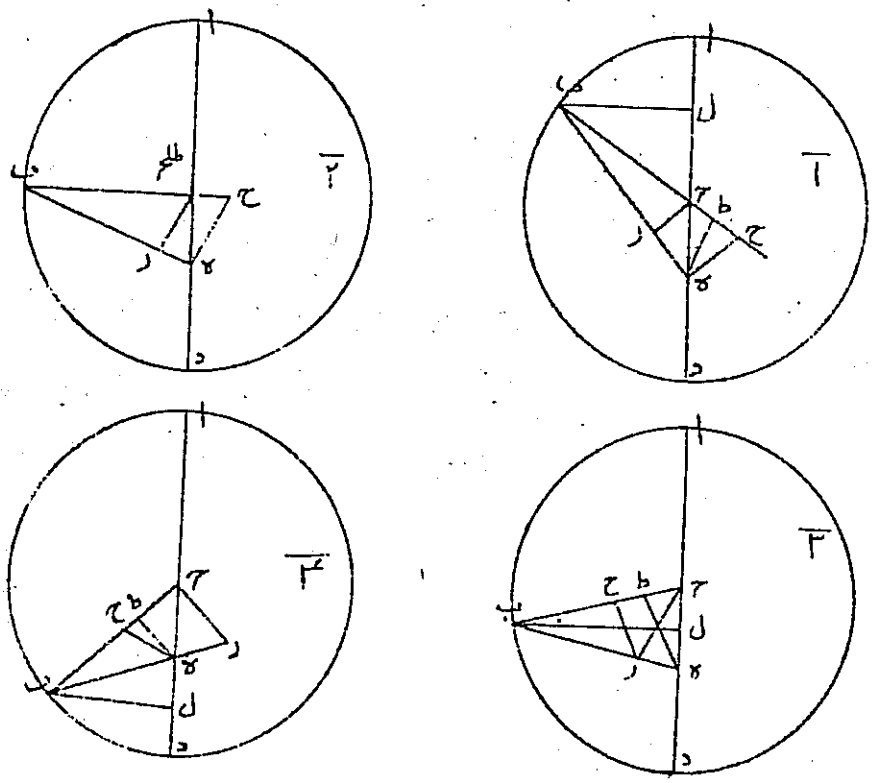
ومعلوم انا اذا ضربنا – ب ل – فى – ج ه – وقسمنا المجتمع على – ب ج – الجيب كله انه يخرج – ط ه – بذلك المقدار فاذا اردنا تحويله الى المقدار الذى به الجيب كله – ه ب – احتجنا ان نضرب – ه ط – فى الجيب كله ونقسم المجتمع على – ه ب – القطر ٠

فاذن الواجب اذا تحرينا الاختصار ان لا نقسم ضرب – ب ل فى – ج ه – على – ب ج – الجيب كله فانا نحتاج فى التحويل ان نضرب فيه عمودا على بدى ولكنا نقسم ضرب – ب ل – فى – ج ا – على – ه ب – فيخرج – ط ه – بالمقدار الذى به الجيب كله – ه ب – وحينئذ يكون – ه ط – نائبا عن – ج ز – وقائما مقامه وذلك

(١) هنا خرم فى الاصل

ما اردنا ان نبين •

ش—٩٤



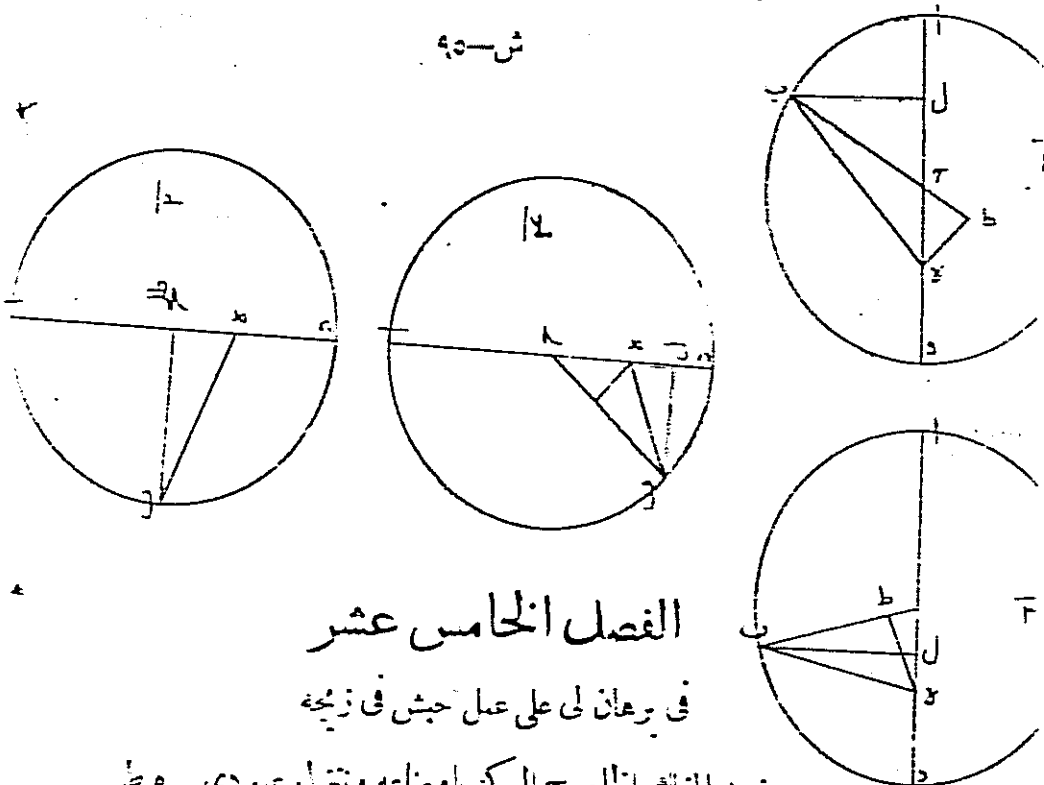
الفصل الرابع عشر

فى برهان لى على حساب كان اتفق لى

نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه والممثل ونجيز على نقطة ا — خطا مما سا سائرا فى الاوضاع الثلاثة الاول وفى اخيرها على

نقطة ـ س ـ ونخرج اليه ـ ه ب ـ يلقاه على نقطة ـ ع ـ فيكون
ا ع ـ ظل زاوية التى هى زاوية الرؤية وظاهر ان مثلى ـ ع اه
ب ل ه ـ متشابهان له فان نسبة ـ ا ع ـ المطلوب الى ـ ا ه ـ على
انه الجيب كله كنسبة ـ ب ل ـ جيب الحصة التى ـ ل ه ـ اما
م ع ـ فى الوضع الاول والاصل فى الثانى والفضلة فى الثالث
والرابع فاذن اذا ضربنا ـ ب ل ـ فى ـ اه ـ وقسمنا المجتمع على
ل ه ـ خرج ـ ا ع ـ او ـ س ع ـ وهو ظل زاوية الرؤية وفضل
ما بينها وبين زاوية الحصة هو التعديل وذلك ما اردنا ان نبين ٠

ش ـ ٩٥



الفصل الخامس عشر

فى برهان لى على عمل حبش فى زيجه

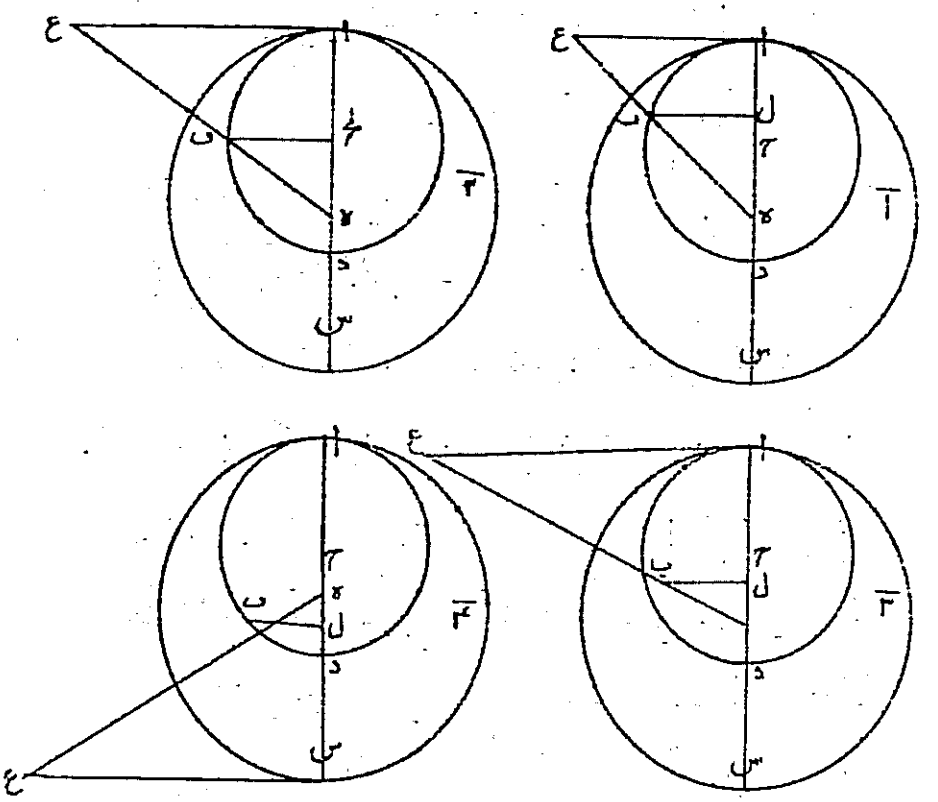
نعيد الفلك الخارج المركز باوضاعه ونتزل عمودى ـ ه ط

ج ك ـ على ـ ب ج ـ وعمودى ـ ج ز ـ على ـ ب ه ـ •

ومن البين انا اذا ضربنا ـ ل ج ـ فى ـ ج ه ـ وقسمنا المجتمع على ـ ب ج ـ خرج ـ ج ط ـ لتشابه مثلثى ـ ب ل ج ـ ه ط ج فاذا زدناه على ـ ب ج ـ فى الوضع الاول اجتمع الجيب الزائد واذا نقصناه منه فى الوضع الثالث والرابع حصل الجيب الناقص وفى الوضع الثانى يكون الجيب كله •

وقد بينا فى المقالة الاولى ان ـ ج ز ـ جيب التعديل فى الدائرة التى مركزها نقطة ـ ب ـ ونصف قطره ـ ب ج ـ وتلك تكون مساوية لهذا الفلك الخارج المركز واذا كان ـ ب ج نصف قطر الدائرة و ـ ب ـ مركزها كان ـ ج ك ـ ظل زاوية ج ك ـ (ا) التى جيبها ـ ج ز ـ ونسبة ـ ب ج ـ الى ـ ج ك كنسبة ـ ب ط ـ الى ـ ط ه ـ ومتى قسم مضروب ـ ب ج فى ـ ط ه ـ على ـ ب ط ـ خرج ـ ج ك ـ لكن نسبة ـ ب ل الى ـ ب ج ـ كنسبة ـ ه ط ـ الى ـ ج ه ـ فمضروب ـ ب ل فى ـ ج ه ـ مساو لمضروب ـ ب ج ـ فى ـ ه ط ـ فاذن اذا قسم مضروب ـ ب ل ـ فى ـ ج ه ـ على ـ ب ط ـ خرج ـ ج ك الذى هو الظل المطلوب للتعديل وذلك ما اردنا ان نبين •

ش—٩٦



الفصل السادس عشر

فى علل الطرق الحائده عن نهج الصواب مما ذكرها اصحاب الزيجات وغيرهم فى حل التعديل •

اما ما ظن بالخوارزمى فى عمل تقطيع التعديل فانه موضوع ان نسبة جيب الحصة الى جيب مايخصها من التعديل كنسبة الجيب

كله

كله الى ما بين المركزين فلنعد له الفلك الخارج المركز باوضاعه ونخرج خط ـ ه ج ـ يوازى ـ ج ز ـ و ـ ج ك ـ عمودا على ه ج ـ ويقاطع ـ ه ب ـ على ـ ع ـ فيكون ـ ج ك ـ جيب قوس ـ ب ج ـ ومثلثا ـ ج ه ك ـ ب ل ج ـ متشابهان لأن زاويتا ـ ل ـ ك ـ قائمتان وزاويتا ـ ب ج ل ـ ج ه ك متساويتان من اجل ان زاوية ـ ب ه ج ـ مساوية لزاوية التعديل وهى زاوية ـ ج ب ه ـ فاذا زيدت على زاوية ـ ج ب ه ـ التى هى ـ ب ه ل ـ اجتمع زاوية مساوية لزاوية الوسط وهى زاوية ب ج ل ـ فنسبة ـ ب ج ـ الى ـ ب ل ـ كنسبة ـ ه ج ـ الى ج ك ـ فج ك ـ هو الذى يخرج بهذا العمل لأن جيب ـ ج ز الذى هو جيب التعديل بالحقيقة •

اما فى الوضع الاول والثانى فانه يكون اعظم من الواجب لأن زاوية ـ ج ز ع ـ قائمة ـ فج ع ـ اطول من ـ ج ز ـ فج فج ك ـ اطول بكثير من ـ ج ز ـ الذى هو جيب التعديل بالحقيقة •

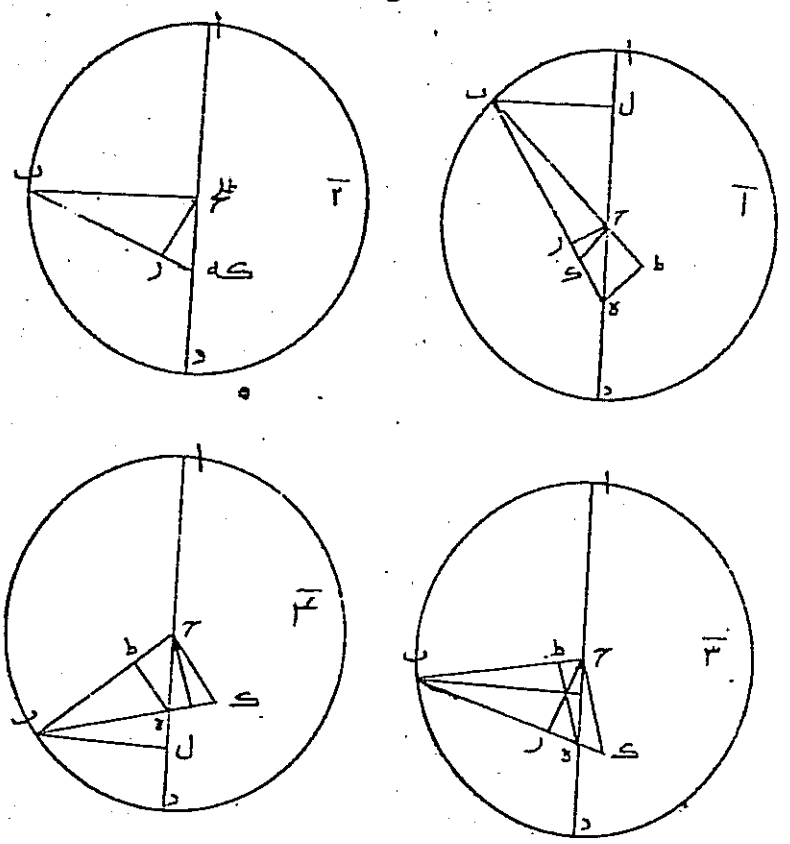
واما فى الوضع الرابع فانه يكون اصغر من الواجب لأنا اذا وصلنا ـ ك ز ـ كانت زاوية ـ ج ك ز ـ منفرجة لزيادتها على ـ ج ك ه ـ القائمة فضلع ـ ج ز ـ الذى يوتر المنفرجة اطول من ـ ج ك ـ الذى يوتر الحادة •

فاما فى الوضع الثالث فيمكن ان يكون اعظم وان يكون

اصغر وان يكون مساويا له حين يتفق ان يكون ـ ه ك ـ ه ز متساويين فليس هذا الاساس بموافق للحق ٠

وايضا فان نسبة ـ ب ل ـ الى ـ ب ه ـ كنسبة ـ ج ز الى ـ ج ه ـ فلو كان ـ ب ه ـ الجيب كله لكان يخرج بهذا التناسب حقيقه المطلوب ولكن ـ ب ه ـ ليس الجيب كله فليس ج ز ـ بمناسب ـ اج ه ـ على تلك النسبة وذلك ما اردنا ان نبين ٠

ش ـ ٩٧



والذى ذكره عمر بن الفرخان الطبري من ذكر تقطيع التعديل بالميول فانه اعتقد فى اصله ان نسبة ميل الحصة الى الميل الاعظم على انه ثلاث وعشرون درجة واحدى وخمسون دقيقة كنسبة جيب تلك الحصة المطلوبة الى التعديل الاعظم على انه درجتان واربع عشرة دقيقة ثم جنس مقدار الميل الاعظم من جنس الدقائق وضرب فى دقائق التعديل وقسم على دقائق الميل وذلك ضرب من الهذيان ومظنون منه ان يقسم التعديل على اجزاء الفلك الممثل دون الفلك الخارج وعلى هيئة انقسام الميل عليه •

وقد بينا فى المقالة الاولى ان هذا التقطيع واقع على ربع الفلك الخارج المركز مضافا اليه التعديل الاعظم حيث ذكرنا ان اعظم زوايا التعديل يكون عند ربع الفلك الممثل فليس ماظن فيه كذلك •

وعلى مثله ما حكيناه عن بعض من حام حول تعليل الخوارزمى فانه اعتقد أن نسبة ميل الحصة الى الميل الاعظم كنسبة تعديل الحصة الى التعديل الاعظم وما زاد على ان احد مقدار نسبته الى ستين كنسبة التعديل كله الى الميل الاعظم حتى اذا ضرب ميل الحصة لم يحتج الى قسمة على الميل الاعظم بل يرفعه الى ما ارتفع •

واما ماحكيناه عن الفزارى فان الجيب كله بكر درجات السند هند ثلاثة الاف ومائتان وسبعون ونسبته الى مائة واربعة وثلاثين وهى دقائق التعديل الاعظم كنسبة الف وستمائة وخمسة وثلاثين الى

سبعة وستين •

وعلى هذه النسبة وضعت نسبة جيب الحصة الى تعديلها وضعا لاحقيقة كما تقدم ذكره فلو كان يأمر بضرب جيب الحصة بتلك الكردجات فى مائة واربعة وثلاثين لوفى سبعة وستين ويقسم المجتمع على ثلاثة آلاف ومائتين وسبعين لوعلى الف وستمائة وخمسة وثلاثين لكان يخرج له التعديل على ذلك الوضع والاساس •

فاما بهذه الاعداد فيؤدى الامتحان فيها والاستقراء الى مخالفة ذلك الوضع والاصل فنيها خطأ اوتصحيف ولاهى ايضا بكردجات الارجبر (١) فان الجيب فيها ثلاثة آلاف واربع مائة وثمان وثلاثون وذلك ما اردنا الابانة عن فساده •

ولذا انطقت البراهين النيرة المستفادة من الخطوط المساحية على صحة اعمال ثم وقع فى حاصلها المستخرج بالحساب تفاوت يسير غير وقع من جهة سهو الحساب، فليعلم ان ذلك من قبل ما فى الجيوب والاوتار من التقريبات اللاحقة بها من عدم الوصول الى حقائق بعض الاجزاء كوتر الجزء الواحد من ثلاثمائة وستين من الدور والاوتار المستخرجة منه ومن قبل تساهل فى الجذر والصم وتكرر ذلك فى استعمال الاوتار •

ولقد استوفيت البراهين الهندسية على ما قدمناه من الحسابات العددية فلنختم هذه المقالة بعون الله وتوفيقه •

---

(١) كذا فى الاصل

المقالة الرابعة

فى معرفة ما تقدم ذكره بصنوف الاشتراكات الواقعة بينها

اما اذا كانت هذه الاشياء التى باشرتها فى المقالات المتقدمة حصصا وتعاديل جزئية الحصص ومقومات تحصل من استعمالها وكان من المعلوم عدم الوصول من واحد منها فقط الى الوقوف على سائرها وجب ايقاع الاشتراك بينها ليقترن فينتج •

ولما كان ظاهرا انه لا يقع اقتران بين سمتين منها لامتناع وجوده اووجود مثله فى وقت واحد حصل من اقترانها ستة قران فقط الحصة مع كل واحد من التعديل الكلى والجزئى والمقوم فتلك ثلاثة والتعديل الكلى مع الجزئى والمقوم فتلك اثنان والتعديل الجزئى مع المقوم فذلك واحد ومجموعها ستة قران •

ومن الواجب ان نختم الكتاب بتفصيل ذكرها لنستوعب الفن الذى خضنا فيه ونحن فاعلون ذلك بعون الله وتسديده •

القران الاول

اما هذا القران فقد فرغنا منه فى المقالات المتقدمة وذلك انا فرضنا فى المقالة الثانية والثالثة كل واحد من الحصة والتعديل الكلى معلوما وقصرنا الكلام على استخراج التعديل الجزئى

والمقوم واعادة القول فيه فصل •

القران الثانى

والمفروض فى هذا القران معلوما هو كل واحد من الحصة وتعديلها فلنخط له الفلك الخارج المركز على مركز ـ ج ـ ونخرج فيه القطر الذى بحذاء وجهه وحضيضه •

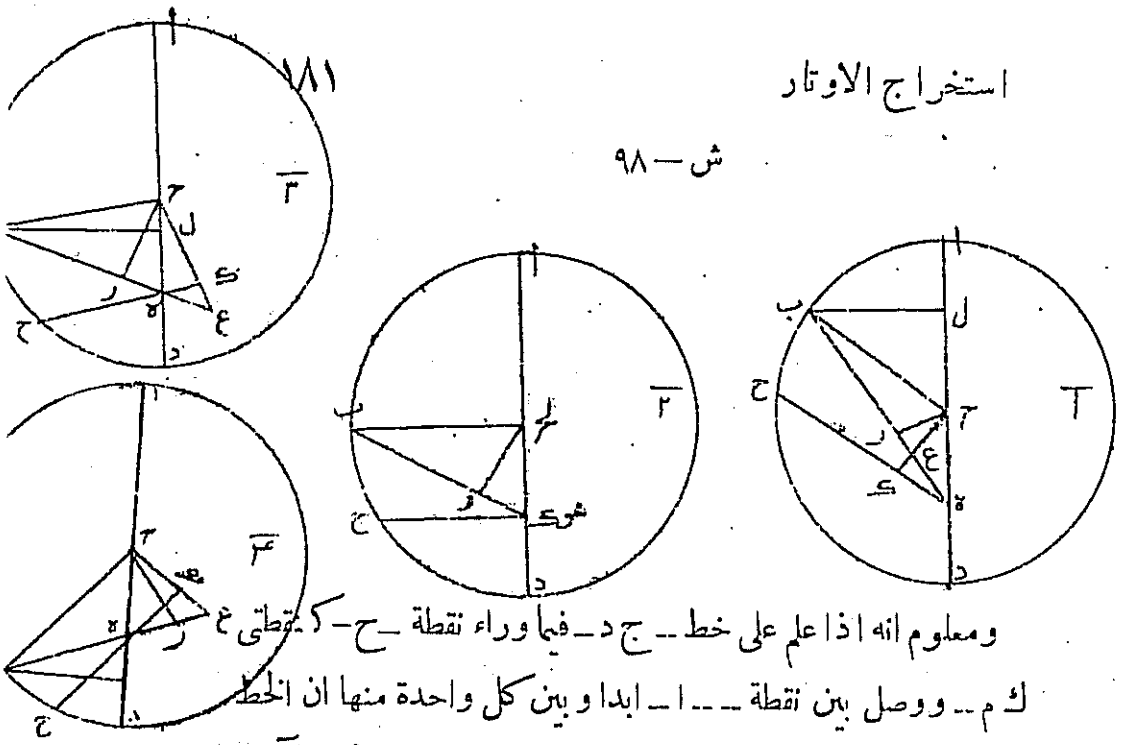
وليكن ـ ا ج ه د ـ ومركز الفلك المثل نقطة ـ ه ـ ونفرض الحصة المطلوبة ـ اب ـ ونصل ـ ب ج ـ ب ه ـ وننزل عمود (١) على ـ ب ه ـ فيكون لما قدمناه جيب التعديل لحصة ـ ا ب ـ ومن البين ان الحصة اذا كانت معلومة وكان تعديلها معلوما فان المقوم معلوم ونسبة ـ ب ل ـ جيب الحصة الى ـ ل ه ـ الجامع او الفضله كنسبة ـ ج د ـ جيب تعديل الحصة الى ـ ز ه ـ فمتى ضربنا الجامع او الفضلة فى جيب تعديل الحصة وقسمنا المجتمع على جيب الحصة خرج ـ ه ز ـ وخط ـ ه ج ـ يقوى عليه وعلى ـ ج ز •

فاذا جمعنا مربعا ماخرج الى فرض بينهما خط ـ ه ـ ز معترضا بينهما سواء كان عمودا عليهما اولم يكن وفرض بين نقطتى زد ـ نقطة ـ ح ـ ووصل ـ ا ط ح ـ •

---

(١) هاخرم فى الاصل

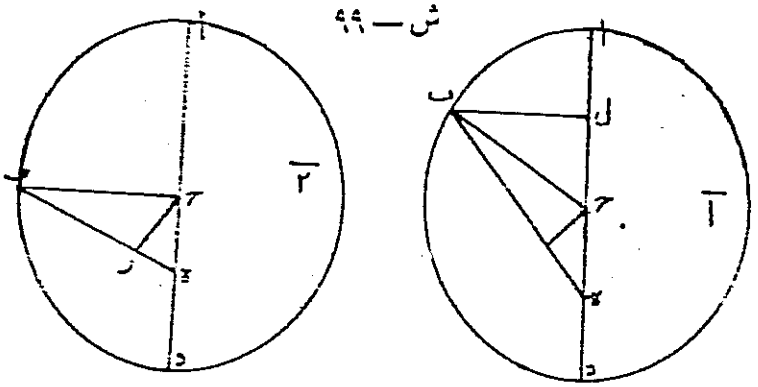
ش — ٩٨



ومعلوم انه اذا علم على خط ـ ج د ـ فيما وراء نقطة ـ ح ـ كيفما تعطى ع ك م ـ ووصل بين نقطة ـ ـ ـ ا ـ ابدا و بين كل واحدة منها ان الخط الواصل يقطع خط ـ ط ه ـ فيما بين خط ـ ا ب ـ والخط الآخر الواصل بين ـ ا ـ وبين النقطة التى هى اقرب الى ـ ح ـ مثل خط ا ل ك ـ فانه قطع ـ ط ه ـ على ـ ل ـ فيما بين خطى ـ ا ط ح ا ه ب ـ وكذلك خط ـ ا س م ـ يقطعه على ـ س ـ فيما بين خطى ا ل ك ـ ا ه ب ـ واحداث النقط على خط ـ ح د ـ ممكن ان بيناها فكذلك خط ـ ط ه ـ لا يغنى ولا يتناها بالخطوط الخارجة من نقطة ـ ا ـ الى كل واحدة من النقط المحدثة فانه لوفنى لتركب الخط الذى يخرج بعد فنائه على خط ـ ا ب ـ فوازى خط ـ ج د وقد اخرجناه ملاقيا له على نقطة مفروضة فخط موازى خط آخر يلتقيان فى احدى جهتيهما هذا خلف فبعد ـ ط ه ـ متجزىء الى مالا نهاية له بمقادير بعضها اصغر من بعض وذلك ما اورده الكندى •

فاما اعتراضه ادام الله عزه وقوله ان تقارب خطين متوازيين بكليتهما مع عدم تلاقيهما شئ لاتعجب سامعه الان يتقارباطرفيهما فانا مع اعتقادى ان الخطوط المستقيمة تتلاقى فى احدى جهتيهما اذا ارتفع عنها التوازى قائل ان الحال فيما اثبت فيه التعجب وفيما نفاه عنه سيان وذلك ان خطى ـ اب ـ ج د ـ المتوازيين اذا ثبت عنده امكان تقاربهما بالكلية كما تقدم وارتفع الالتقاء عنهما كانت خطوط اب ـ هى خط ـ اب ـ الاول عند اختلاف مواضعيه بالحركة وخطوط ـ ج د ـ هى خط ج د ـ الاول وقد اختلفت اوضاعه عند الحركة •

ش ـ ٩٩

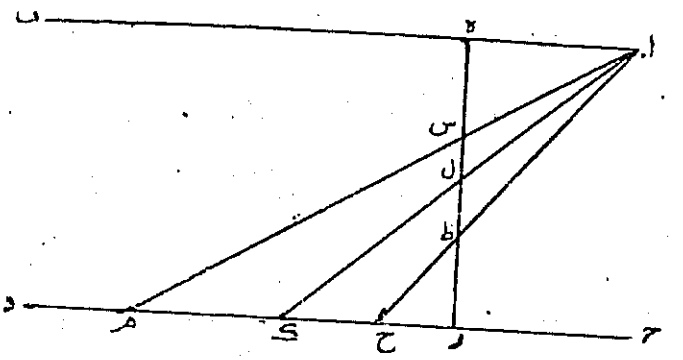


ومعلوم ان خطوط ـ اب ـ وخطوط ـ ج د ـ تتكاثر الى ما لا نهاية له ويبقى بينها ابدا بعد لا يقطعه ولا احدهما ولذا كان الامر كذلك وامكن فى خطوط ـ اب ـ احداث نقط كنقط ـ ه ز ح ط ـ بحيث ينتظمها خط مستقيم وامكن ايضا فى خطوط ـ ج د ـ احداث

كنقط

كنقط ـ ل م ن س ع ـ بتلك الشريطة فليت شعرى متى يتلاقى هذان الخطان اللذان ينظمان فى استقامتهما تلك النقط فان كان هذا هو شرط التعجب فقد صححته فليفعل •

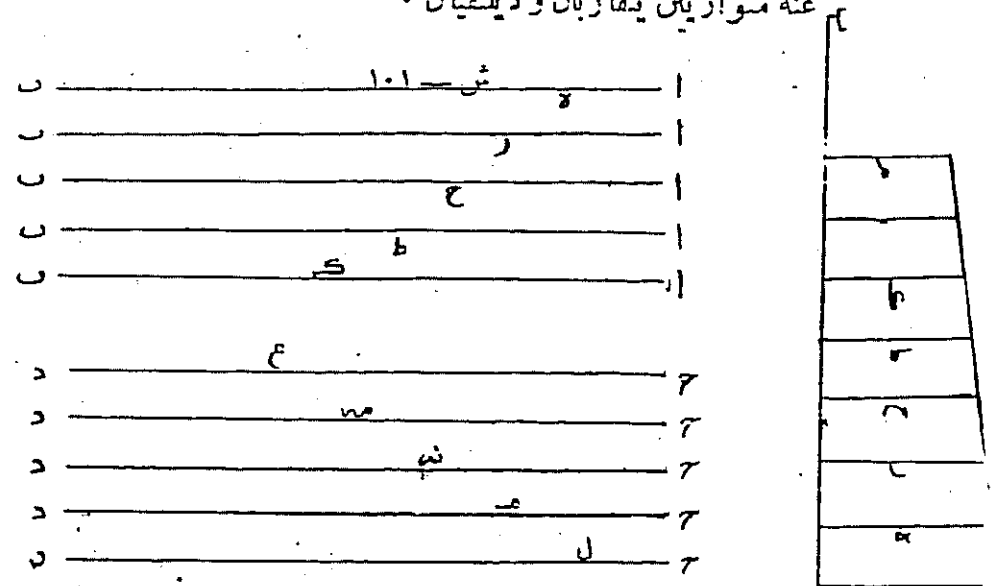
ش ـــ ١٠٠



وان عاقه عن ذلك اقتران الحركة بالشكل فانى اجرده عنها، واقول متى امكن وجود مقادير متصاغرة الى مالا نهاية له وليكن هى للمثال خطوط ـ ج ـ د ـ ه ـ ز ـ ح ـ ط ـ ك ل ـ م ـ ونحن اذا اقمنا اعظمها وليكن ـ ج ـ على نقطة ـ ا ـ من خط ـ ا ب ـ المستقيم ثم اقمنا الذى يتلوه فى العظم وهو ـ د بجنبه موازيا ـ لج ـ ثم اقمنا ايضا بجنبه موازيا له خط ـ ه

التالى ـ لد ـ فى العظم قامة تمكن ان تمر على رؤسها التى فى خلاف جهة خط ـ اب ـ خط واحد مستقيم وفعلنا ذلك بتلك المقادير المتصاغرة غير المتناهية مع حفظنا شريطة الوضع لم يتناه نصبنا لها اذهى غير متناهية فى العدد واذا لم يتناه فتى يلقى الخط المستقيم المار على رؤس تلك المقادير خط ـ اب ـ المستقيم وذلك ما يحتاج الى الابانة عنه •

ولوجود هذه الاقدار المتصاغرة وايضاح خطين مستقيمين عنه متوازيين يتقاربان ولا يلتقيان •



وجه آخر، وهو ان نفرض مربع ـ اب ج د ـ ونخرج ضلعى ادز ج ـ على استقامتهما فى جهتى ـ ا ج ـ ونعلم على خط ـ دا المخرج على استقامته نقطة ـ ه ـ ونخرج منها خطا يجوز على نقطة ب ـ فط ص ـ معلوم والسطح الذى يحيط به خطا ـ ط ج ـ ج ص

مثل مربع خط ـ ج ص ـ المعلوم وخط ـ ط ص ـ معلوم فاذن خط ـ ج ص ـ معلوم وقد كان تبين ان خط ـ ال ـ معلوم و ـ ل ص ـ معلوم ـ فا ج ـ معلوم •

د ـ دائرة ـ اب ج د ـ فيها قطر ـ اب ـ ووترا ـ ه ز ـ ح ط متوازيان قائمتان على القطر وخط ـ ه ح ـ معلوم وكل واحد من ا ج ب د ـ معلوم كيف نعلم باقى القطر •

لنا طريقان فى هذه المسئلة احدهما هكذا نصل ـ ا ح ونخرج عليه عمود ـ ه ك ـ فلأن كل واحد من خطى ـ ا د ـ د ب ـ معلوم تكون نسبة ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ب د ـ الى ضرب ا ب ـ فى ا ج ـ معلوما لكن ذلك كنسبة مربع ـ ج ب ـ الى مربع ـ ا ه ـ فنسبة مربع هذين الخطين احدهما الى آلاخر معلومة فنسبة ـ ا ه ـ الى ـ ج ب ـ معلومة •

وايضا لأن نسبة ـ ا م ح ـ الى ـ ج د ـ كنسبة ـ ج ب الى ـ ب د ـ لكن نسبة ـ ح ا ـ الى ـ ح د ـ كنسبة ـ ا م الى ـ م ج ـ لأن ـ م ج ـ يوازى ـ د ج ـ اذا كانا عمودين على خط ـ ا ب ـ فنسبة ـ ا م ـ الى ـ م ج ـ كنسبة ـ ج ب ـ الى م د ـ فلتكن نسبة ـ ج ب ـ الى ـ ب د ـ كنسبة ـ ا ه ـ الى ل ـ فاذن نسبة ـ ا ه ـ الى ـ ل ـ كنسبة ـ ا م ـ الى ـ م ج لكن لان نسبة ـ ج ب ـ الى ـ ب د ـ مثل نسبة ـ ا ه ـ الى

ل ـ بالتبديل تكون نسبة ـ ج ب ـ الى ـ ا ه ـ التى قدرنا انها معلومة كنسبة ـ د ب ـ الى ـ ل ـ فنسبة ـ د ب ـ المعلوم الى ل ـ معلومة ـ فل ـ معلوم •

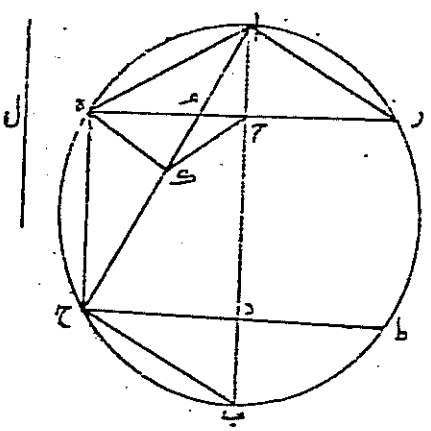
وايضا لأن زاوية ـ ه ك م ـ قائمة وزاوية ـ ا ج ه ـ قائمة وزاويتى ـ ا م ج ـ ه م ك ـ متساويتان تكون مثلثا ـ ا م ج م ك ه ـ متشابهين فنسبة ـ ا م ـ الى ـ م ج ـ كنسبة ـ ه م ـ الى م ك ـ لكن اذا وجدت هذه الخطوط على انها اضلاع مثلثى ـ ا م ه ـ م ج ك ـ كان واجبا من قبل تناسبها ومن قبل ان زاويتى ـ ا م ه ـ ج م ك ـ متساويتان ان يكون مثلثا ـ ا م ه ـ م ج ك ـ متشابهين ولذلك تكون نسبة ـ ا م ـ الى ـ م ج ـ كنسبة ـ ا ه ـ الى ـ ك ج ـ لكن نسبة ـ ا م ـ الى ـ م ج ـ كانت مثل نسبة ـ ا ه ـ الى ل ـ فنسبة ـ ا ح ـ الى ـ ل ـ مثل نسبته الى ـ ك ج ـ فل المعلوم مثل ـ ك ج ـ فك ج ـ معلوم ولأن قطر ـ ا ب ـ يقسم وتر ـ ه ز ـ بنصفين تكون قوس ا ه ـ مثل ـ قوس ـ ا ز ـ فزاوية ا ز ه ـ مثل زاوية ـ ا ه ز ـ وزاوية ـ ه ح ا ـ هى مثل زاوية ـ ا ز ه ـ لانهما فى قطعة واحدة فاذن زاوية ـ ه ح ا ـ مثل زاوية ـ ا م وزاوية ـ ه ا ح ـ مشتركة فتبقى زاوية ـ ا م ه ـ مثل زاوية ـ ا ه ح ـ فمثلثا ـ ا م ه ـ ا ه ح ـ متشابهان فنسبة ـ ح ا ـ الى ـ ه ا كنسبة ـ ه ح ـ الى ـ ه م ـ فان بدلنا صارت نسبة ـ ا ح ـ الى

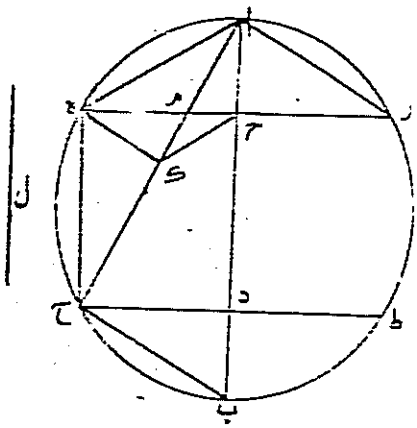
ه ح ـ كنسبة ـ ه ا ـ الى ـ ه م ـ التى هى كنسبة ـ ك ج ـ الى م ك ـ فاذن نسبة ـ ك ج ـ الى ـ م ك ـ مثل نسبة ـ ا ح ـ الى ـ ه ح فضرب ـ ه ح ـ المعلوم فى ـ ك ج ـ المعلوم مثل ضرب ـ ا ح ـ فى م ك ـ فضرب ـ ا ح ـ فى ـ م ك ـ معلوم فاذن فضل مربع ـ ا ح على ضرب ـ ا ح ـ فى ـ ا م ـ وضرب ـ ا ح ـ فى ـ ك ح ـ معلوم لأن ذلك وهو ضرب ـ ا ح ـ فى ـ م ك ـ المعلوم •

وايضا لأن مثلثى ـ ا م ه ـ ا ه ح ـ متشابهان يكون ضرب ا ح ـ فى ـ ا م ـ مثل مربع ـ ا ه ـ فاذن فضل مربع ـ ا ح ـ على ضرب ـ ا ح ـ فى ـ ك ح ـ وكل مربع ـ ا ه ـ معلوم ولكن مربع ـ ا ه ـ مثل مربع ـ ا ك ـ ك ه ـ وضرب ـ ا ح ـ فى ـ ك ح ـ مثل ضرب ـ ا ك ـ فى ـ ك ح ـ مع مربع ـ ك ح ـ ففضل مربع ـ ا ح ـ على مربعات ـ ا ك ـ ك ه ـ ك ح ـ وضرب ا ك ـ فى ـ ك ح ـ معلوم فيسقط مربعى ـ ه ك ـ ك ح ـ المعلوم لأنهما مثل مربع ـ ه ح ـ المعلوم يبقى الفضل بين مربع ـ ا ح وبين ضرب ـ ا ك ـ فى ك ـ ج ـ مع مربع ـ ا ك ـ معلوم ولكن ضرب ذلك الفضل هو ضرب ـ ا ح ـ فى ـ ك ح فضرب ـ ا ح ـ فى ـ ك ح ـ معلوم وكان ايضا ضرب ـ ا ح ـ فى م ك ـ معلوما فضرب ـ ا ح ـ فى ـ م ح ـ معلوم فاذن فضل مربع ـ ا ح ـ على ضرب ـ ا ح ـ فى ـ ا م ـ معلوم فضرب

اح ـ فى ـ ام ـ مثل مربع ـ اه ـ ففضل مربع ـ اح ـ على مربع اه ـ معلوم واما مربع ـ اح ـ فهو مثل ضرب ـ ب ا ـ فى اد واما مربع ـ اه ـ فهو مثل ضرب ـ اب ـ فى ـ اج ـ فيكون الفضل المعلوم هو ضرب ـ اب ـ فى ـ ج د ـ ولكن فضل اب ـ على ـ ج د ـ معلوم لأنه مجموع خطى ـ اج ـ ب د المعلومين فيصير باقى القطر معلوما .

ش ـ ١٠٢





واما طريقنا الآخر فيها

فهو ان نبين ان خط ـ ك ج ـ معلوم كما بيناثم ولأن زاوية ـ ا ه ج ـ مثل زاوية ـ ه ج ا ـ وزاويتى ـ اح ا ـ ه ك ح ـ قائمتان يصير مثلثا ـ اه ج ـ ك ه ح ـ متشابهين ومن قبل تناسب اضلاعهما يصير ضرب ـ اج ـ المعلوم فى ـ ه ح ـ المعلوم مثل ضرب ـ اه ـ فى ـ ه

ك ـ فضرب ـ اه ـ فى ـ ه ك ـ معلوم وضرب ـ ك ج ـ فى ـ ج ا ـ معلوم فنسبة احدهما الى الآخر معلومة وهى مؤلفة من نسبتى اه ـ الى ـ ك ج ـ ومن ـ ه د ـ الى ـ ا ج ـ فاما نسبة ـ اه ـ الى ك ج ـ فهى مثل نسبة ـ ه م ـ الى ـ م ك ـ واما نسبة ـ ه ك ـ الى ا ج ـ فهى كنسبة ـ م ك ـ الى ـ م ج ـ فالنسبة المؤلفة من نسبتى م ه ـ الى ـ م ك ـ ومن ـ م ك ـ الى ـ م ج ـ معلومة وذلك هو نسبة ـ ه م ـ الى ـ م ج ـ فنسبة ـ ه م ـ الى ـ م ج ـ معلومة وعلى الترتيب نسبة ـ ه ج ـ الى ـ ج م ـ معلومة •

ولأن نسبة ـ ا د ـ الى ـ د ح ـ كنسبة ـ ح د ـ الى د ب ونسبة ـ ا ج ـ الى ـ ج م ـ كنسبة ـ ا د ـ الى ـ د ح ـ فتصير نسبة ـ ا ج ـ الى ـ ج م ـ كنسبة ـ د ح ـ الى ـ د ب ـ فضرب ا ج ـ فى ـ د ب ـ المعلوم مثل ضرب ـ م ج ـ فى ـ د ح ـ فضرب م ج ـ فى ـ د ح ـ معلوم ونسبة ـ ه ج ـ الى ـ م ج ـ معلومة فضرب ه ج ـ فى ـ د ح ـ معلوم •

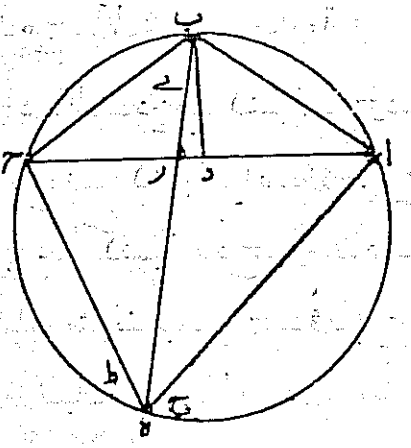
ولأن نسبة مربع ـ اه ـ الى مربع ـ ل ح ـ معلومة تكون نسبة مربعى ـ ا ج ـ ج ا ـ الى مربعى ـ ب د ـ د ح ـ معلومة فان نقص منها مربعا ـ ا ج ـ د ب ـ المعلومين بقى الفضل بين مربع د ح ـ بين سطح نسبته الى مربع ـ ه ج ـ معلومة •

فليكن السطح الذى له النسبة الى مربع ـ ه ج ـ المعلوم

وهو مربع ـ ح ز ـ ففضل ما بين مربعى ـ ح ز ـ د ح ـ معلوم لكن نسبة ـ ح ز ـ الى ـ ه ج ـ معلومة وضرب ـ ه ج ـ فى ـ د ح معلوم فيصير ضرب ـ د ح ـ فى ـ ح ز ـ معلوما وفضل ما بين مربعيهما معلوم فكل واحد منهما معلوم .

ولأن ـ د ح ـ معلوم يصير مربعه مربع ـ ب ز ـ على مربع ز د ـ معلوما لأنه مثل مربع ـ ب د ـ المعلوم .

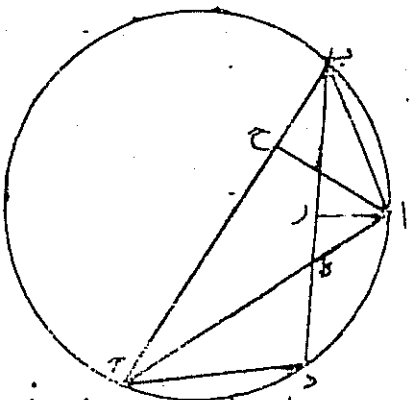
ش ـ ١٠٣



وقد بينا ان نسبة مربع ـ د ز ـ الى مربع ـ ز ج ـ معلومة فاذن فضل مربع ـ ب ز ـ على سطح له الى مربع ـ ز ج ـ معلومة معلومة ومربع ـ ه ز ـ مع سطح له الى مربع ـ ز د ـ نسبة معلومة معلوم فاذن مربع ـ ب ز ـ مع سطح له الى مربع ـ ز ه ـ نسبة معلومة معلوم وقد كان ضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ز ـ معلوما فنضيف ذلك ونضيف اليه مربع ـ ب ز ـ مع سطح له الى مربع ـ ز ه ـ نسبة

معلومة فيصير جميع ذلك معلوما وهو مربع ـ ب ه ـ مع سطح معلوم النسبة الى مربع ـ ه ز ـ فليكن ذلك السطح هو مربع ـ ه ى ـ فربعا ب ه ـ ه ى ـ اذا جمعا معلومان ولأن ضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ز ـ معلوم ونسبة ـ ه ز ـ الى ـ ه ى ـ المعلومة كنسبة ضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ز المعلوم الى ضربه فى ـ ه ى ـ فضرب ـ ه ى ـ فى ـ ه ب ـ معلوم ومربعاهما اذا جمعا معلومان فكل واحد منهما معلوم •

ش ـ ١٠٤



ولذلك ـ ه ز ـ معلوم فضرب ـ ه ز ـ فى ـ ب ز ـ معلوم فلذلك ضرب ـ ا ز ـ فى ـ ز ج ـ معلوم ونسبة ـ ا ز ـ الى ـ ز ج معلومة فخط ـ ا ج ـ اذن معلوم فمثلث ـ ا ج ه ـ معلوم الاضلاع وتحيط به دائرة فهى معلومة القطر •

لابى الحسن اسحاق بن ابراهيم بن يزيد الكاتب فى هذه المسئلة

دائرة ـ ا ب ج ـ وقع فيها وتر ـ د ب ـ وسهمه وهو ـ از

معلوم واخرج من طرفى وتر ـ د ب ـ خطا ـ د ج ـ ج ب ـ فكانا معلومين •

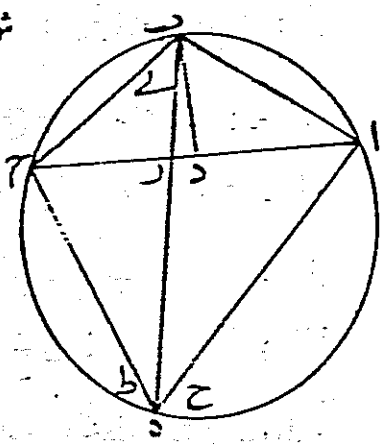
نريدان نعلم القطر فلأن سهم كل وتر يقسم القوس التى خرج منها الى الوتر بنصفين فقوس ـ ا د ـ مثل قوس ـ ا ب ـ ونخرج من زاوية ـ د ح ب ـ خطا الى نقطة ـ ا ـ ونصل بين نقطتى ـ ا ب بخط ـ ا ب ـ ونخرج من نقطة ـ ا ـ على خط ـ ح ب ـ عمود ا ح ـ فلأن قوس ـ ا د ـ مثل قوس ـ ا ب ـ تكون زاوية د ح ا ـ مثل زاوية ـ ا ح ب ـ فخط ـ ح ه ـ قد قسم زاوية ـ ح د ب بنصفين ووقع على قاعدة ـ د ب ـ فنسبة ـ د ه ـ الى ـ ه ب ـ كنسبة د ج ـ الى ـ ج ب ـ ونسبة ـ د ج ـ الى ـ ج ب ـ معلومة فنسبة د ه ـ الى ـ ه ب ـ معلومة و لذلك نسبة ـ د ب ـ الى كل واحد من ـ د ه ـ ه ب ـ معلومة فنسبة ـ د ب ـ الى ـ ب ه ـ معلومة وكذلك ايضا نسبة ـ ب ز ـ الذى هو نصف ـ د ب ـ الى ـ ب ه معلومة •

وعلى التفصيل تكون نسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ه ـ معلومة ومثلثا ـ ا ح ج ـ ا ز ب ـ متشابهان لأن زاوية ـ ح ـ قائمة وزاوية ا ج ح ـ مساوية لزاوية ـ ا ب ز ـ فنسبة ـ ج ح ـ الى ـ ا ح ـ كنسبة ب ز ـ الى ـ ز ا •

ولأن زاوية ـ ج ا ح ـ مثل زاوية ـ ب ا ز ـ وزاوية

زاح ـ مشتركة لزاويتى ـ ج اه ـ ب ا ز ـ تكون زاوية ـ ز اه مثل زاوية ـ ج اب ـ وزاوية ـ اج ب ـ قائمة وزاوية ـ ازه قائمة فبقيت زاوية ـ ال ح ـ مثل زاوية ـ اه ز ـ فمثلثا ـ ازه اح ب ـ متشابهان فنسبة ـ اح ـ الى ـ ح ب ـ كنسبة ـ ا ز الى ـ زه ـ فبالمساواة نسبة ـ ج ح ـ الى ـ ج ب ـ كنسبة ب ز ـ الى ـ زه ـ المعلومة فهى معلومة وخط ـ ب ج ـ معلوم فكل واحد من ـ ب ح ـ ح ج ـ معلوم ـ فب ح ـ معلوم ومجموع مربعى ـ اح ـ ب ح ـ مثل مجموع مربعى ـ ب ز ـ ا ز و ـ ب ح ـ از ـ معلومان ففضل مربع ـ ب ج ـ على مربع ا ز ـ معلوم وهو فضل مربع ـ ب ز ـ على مربع ـ ا ح ـ فهو معلوم وضرب ـ ج ح ـ المعلوم فى ـ ا ز ـ المعلوم وهو ضرب اح ـ فى ـ ب ز ـ ففضل مربع ـ اح ـ على مربع ـ ب ز ـ معلوم وضرب احدهما فى الآخر معلوم فكل واحد منهما معلوم واذا كان ب د ـ معلوما ومربعه مثل ضرب ـ ا ز ـ فى باقى القطر فضرب از ـ فى باقى القطر معلوم ـ وا ز ـ معلوم فباقى القطر معلوم وان كان ـ ا ز ـ يساوى ـ ب ح ـ فاح ـ يساوى ـ ب ز ـ وضرب احدهما الى الآخر معلوم فكل واحد منهما معلوم •

ش — ١٠٥



خط — ا ب — يقسم وهو معلوم بقسمين يكون متى احد سطح نسبته الى مربع الخط ومربع احد القسمين كنسبة معلومة وسطح آخر نسبته الى ضرب الخط فى ذلك القسم مرتين معلومة وسطح ثالث نسبته الى مربع القسم الثانى معلومة كانت السطوح الثلاثة متناسبة .

لنا فى ذلك هذا التحليل

لنتزل ان خط (ا) مستقيم على — ج — كما قيل ونخرج من — ب — عمود — ب د — وليكن — ن د — مثل — ا ب — فن د معلوم والسطح الذى نسبته الى مربعى — ا ب — ب ج — اعنى — د ب — ج ب — معلومة نسبته الى مربع — ج د — معلومة فاذن نسبة سطح معلوم النسبة الى مربع — ج د — الى سطح نسبته الى ضرب ا ب — اعنى — ب د — فى — ب ج — مرتين معلومة كنسبة هذا السطح الى السطح نسبته الى مربع — ا ج — معلومة لكن ان اخرج

عمود ـ ب ه ـ كانت نسبة سطح نسبته الى مربع ـ ج د ـ معلومة
الى سطح نسبته الى ضرب ـ ج ب ـ فى ـ ب د ـ مرتين اعنى ـ ج
د ـ فى ـ ه ب ـ مرتين معلومة كنسبة هـذا السطح الى سطح
نسبته الى مربع ـ ا ج ـ معلومة فليكن ضرب ـ ج د ـ فى ـ ب
ه ـ مرتين مثل ضرب ـ ج د ـ فى ـ ج ز ـ اعنى ان يكون ضعف
ه ب ـ هو ـ ج ز ـ فلان فضل ما بين مربعى ـ ب د ـ ب ج
وبين ضرب ـ ب د ـ فى ـ ب ج ـ مرتين هوفضل مابين مربع
ج د ـ وضرب ـ ج د ـ فى ـ ج ز ـ وهذا الفضل هومثل فضل
مربعى ـ ا ب ـ ب ج ـ على ضرب ـ ب ا ـ فى ـ ب ج ـ مرتين
الذى هومربع ـ ا ج ـ فاذن فضل ما بين مربع ـ ج د ـ وضرب
ج د ـ فى ـ ج ز ـ هومربع ـ ا ج ـ وهوايضا ضرب ـ ج د ـ فى
خط ـ د ز ـ فضرب ـ ج د ـ فى ـ د ز ـ مثل مربع ـ ا ج ـ فاذن
نسبة سطح معلوم النسبة الى مربع ـ ج د ـ الى سطح معلوم النسبة
الى ضرب ـ ج د ـ فى ـ ج ز ـ كنسبة هذا السطح الى سطح نسبته
الى ضرب ـ ج د ـ فى ـ د ز ـ معلومة فتكون نسبة مربع ـ ج
د ـ الى سطح ما نسبته الى ضرب ـ ج د ـ فى ـ ج ز ـ معلومة
كنسبة هـذا السطح الى سطح آخر نسبته الى ـ ج د ـ فى ـ د ز
معلومة فاما نسبة مربع ـ ج د ـ الى سطح معلوم النسبة الى ضرب
ج د ـ فى ـ ب د ـ فهي مثل نسبة خط ـ م د ـ الى خط نسبته

الى ـ د ج ـ معلوما وذلك مثل ضرب ـ د ب ـ فى ـ ا ز ـ فضرب د ا ـ فى ـ ب د ـ معلوم لأن ـ د ب ـ معلوم فيكون ـ ج د معلوما لان ـ ا ب ـ معلوم و ـ ج د ـ هو فى القطر •

ولابى يحيى فى هذه المسئلة

دائرة ـ ا ب ج د ـ وقع فيها وترا ـ ا ب ـ ج ذ ـ متوازيان وكل واحد من سهميهما معلوم والخط الواصل بينهما معلوم •

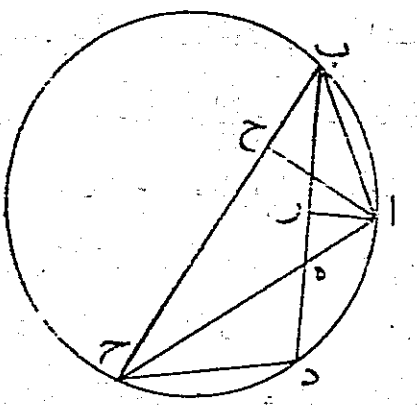
تريد ان تعلم القطر وسهم وتر ـ ا ب ـ ق و ـ وسهم وتر ج د ـ ى ز ـ تريد ان نعلم ـ و ز ـ والخط الذى بين وترى ـ ا ب ج د ـ المعلوم ـ ب ج ـ فلأن سهمى ـ ق ف ـ ز ى ـ معلومان يكون فضل ما بينهما معلوما فنخرج من خط ـ ا ب ـ من نقطة ب ـ عمودا على خط ـ ب د ـ وننفذه الى ـ ع ـ من خط ـ ج د فيكون عمودا عليه وننفذه ايضا الى محيط دائرة ـ ا ب ج د ـ الى نقطة ـ ن ـ وبين بسهولة ان ـ ع ن ـ مساو لفضل ـ ز ى ـ على ق و ـ ونصل ـ ب د ـ ونفصل منه مثل ـ ب ج ـ وهو ـ ه ب ونقيم على نقطة ـ ه ـ من خط ـ ب د ـ عمودا ونخرجه فيلقى ب ع ن ـ على نقطة ـ ك ـ ونصل ـ ن د ـ فمثلثا ـ ك ه ب ـ د ع ب ـ متشابهان فضرب ـ ن و ـ فى ـ ن ه ـ مساو لضرب ـ ك ب ـ فى ـ ع ب ـ لكن ـ ه ب ـ مساو ـ لب ج ـ و ـ ضرب ب ج ـ فى ـ ب د ـ مساو ـ لضرب ـ ك ب ـ فى ـ ع ب ـ لكن

ضرب ـ ب ج ـ فى ـ ب ـ د ـ اذهما ضلعا مثلث ـ د ب ج مثل ضرب قطر دائرة ـ ا ب ج ـ فى عمود مثلث ـ د ب ج ـ فك ب ـ اذن مساو لقطر الدائرة .

ولأن مثلثى ـ ب ع د ـ ب ع ج ـ متشابهان فضرب ـ ن د فى ـ ك ج ـ مساو لضرب ـ ب ج ـ ع ز ـ لكن ـ ب ج ـ معلوم و ـ ع ن ـ معلوم فضرب ـ ن د ـ فى ـ ع ج ـ معلوم ولأن مجموع مربعات ـ ع ن ـ ـ د ع ـ ع ج ـ مثل مربع القطر فمربعا ب ه ـ ه ك ـ مساويان لمربعى ـ ن د ـ ن ح ـ و ـ م ج ـ مساو لن ه ـ فك ه ـ مساو ـ لد ن ـ ولأن مثلثى ـ ك ه ب ـ ك ع ط متشابهان تكون نسبة ـ ك ه ـ الى ـ ب ا ـ كنسبة ـ ك ع ـ الى ط ع ـ فضرب ـ ب ه ـ فى ـ ك ع ـ مثل ضرب ـ ك ه ـ فى ط ع ـ و ـ ن ه ـ و ـ ك ع ـ معلومين فنسبة ضرب ـ ن ه ـ فى ك ع ـ المساوى لضرب ـ ك ه ـ فى ـ ط ع ـ الى ضرب ب ه ـ فى ـ ع ز ـ المساوى لضرب ـ ك ه ـ فى ـ ع ج ـ كنسبة ك ع ـ الى ـ ع ن ـ و ـ ك ع ـ و ـ ع ن ـ معلومان فنسبة ـ ك ه فى ـ ط ع ـ الى ضربه فى ـ ع ج ـ معلومة فنسبة ـ ط ع ـ الى ع ج ـ معلومة ولأن مجموع مربعى ـ ط ع ـ ن ع ـ مثل مجموع مربعى ـ ن ه ـ ه ط ـ ففضل مربع ـ ن ه ـ على مربع ـ ن ع ـ و مربع ـ ح ع ـ ولأن نسبة ـ ط ع ـ الى ـ ك ج ـ معلومة تكون

نسبة فضل مربع ـ ط ع ـ على مربع ـ ع ج ـ الذى هو مربع ه ط ـ الى مربع ـ ع ج ـ معلومة وتكون ايضا نسبة ـ ط ع الى ـ ه ا ـ معلومة لكن مثلثا ـ ل ه د ـ ك ط ع ـ متشابهان فنسبة ـ ط ع ـ الى ـ ه ط ـ المعلومة كنسبة ـ ك ع ـ الى ـ ه د و ـ ك ع ـ معلوم ـ فه د ـ معلوم وكل ـ ب د ـ معلوم و ـ ب ج معلوم وضرب ـ ب ج ـ فى ـ ب د ـ مثل ضرب ـ ك د ـ فى ب ع ـ فب ع ـ معلوم و ـ ب ع ـ مثل ـ وز ـ فوز ـ معلوم فك ل ـ فى ـ ق ى ـ معلوم .

ش ـ ١٠٦



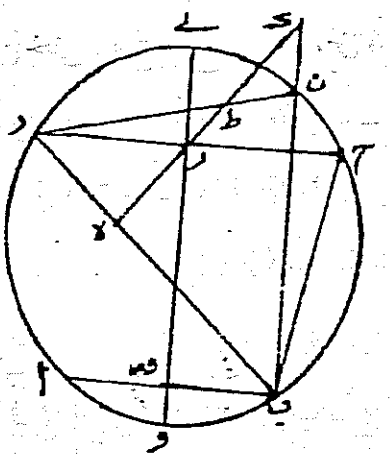
لابى العلاء بن ابى الحسين فى هذه المسئلة

دائرة ـ ا ب ج ـ اخرج قطرها وهو ـ ا ج ـ واخرج فيها وتر ـ م س ـ على زوايا قائمة على القطر فكان ـ ه ج ـ معلوما

واخرج ـ ب ك ـ يوازى ـ س م ـ فكان ـ ا ح ـ معلوما ووصل بين نقطتى ـ م ب ـ بخط ـ م ب ـ فكان معلوما نريد ان نعلم باقى القطر .

تدبير ذلك ان نخرج خطى ـ ب ا ـ م ج ـ فبين ان نسبة كل واحد منهما الى الآخر معلومة لان مربعيهما مثل ضرب ـ ا ج فى كل واحد من خطى ـ ه ج ـ ا ح ـ المعلومين فى دائرة ـ ا ب ج ذوا ربعة اضلاع وهو ـ ا م ل ج ـ فضرب ـ م ب ـ المعلوم فى ا ج ـ وضرب ـ م ج ـ فى ـ ا ب ـ مثل ضرب قطريه احدهما فى الآخر وهما خطا ـ م ا ـ ح ب ـ لكن نسبة ضرب ـ م ج ـ فى ا ب ـ الى مربع ـ ب ا ـ معلومة فمربع ـ ب ا ـ مثل ضرب خط ا ح ـ المعلوم فى ـ ا ج ـ فبين ان ضرب ـ م ج ـ فى ـ ب ا ـ مثل ضرب خط معلوم فى ـ ا ج ـ فبين اذن ان ضرب ـ ح ب فى ـ م ا ـ مثل ضرب خط معلوم فى ـ ا ج ـ ونجعل مربع ـ ب د مثل فضل مربع خط ـ ب ا ـ على مربع خط ـ م ج ـ ونصل ـ ج د ومربعا خطى ـ ج م ـ م ا ـ مثل مربعى خطى ـ ا ب ـ ب ج ـ لكن مربع خط ـ م ج ـ مثل مربع خط ـ ا د ـ وضرب ـ ا د ـ فى د ب ـ مرتين فيبقى اذن مربع خط ـ م ا ـ مثل مربع خط ـ د ب ومربع ـ ب ج ـ واذن خط ـ د ب ـ مثل خط ـ م ا ـ وبين ان خط ـ ا ب ـ قد انقسم على نسبة معلومة على نقطة ـ د ـ فمثلث

اب ج ـ زاوية ـ ب ـ منه قائمة واخرج عمود ـ ب ح ـ و ـ ا ح معلوم وقسم ـ ب ا ـ على نسبة معلومة واخرج ـ ح د ـ فكان ضرب ـ ح ب ـ في ـ ح د ـ مثل ضرب خط معلوم وهو ـ ن في ـ ا ج ـ وقد ذكرنا قبل كيف استخرج هو هذه المسئلة وقبل ذلك طرقنا فيها ٠ ش ـ ١٠٧



دائرة ـ اب ج ـ فيها وتر ـ ا ج ـ ومسهمه وهو ـ ب د معلوم واخرج خطا ـ ا ه ـ ه ج ـ فكان كل واحد منهما معلوما ونريد ان نعلم القطر فنقول ـ ب ه ـ فلأن قوس ـ ا ب ـ مثل قوس ـ ب ج ـ فزاويتا ـ ح ط ـ متساويان فلذلك نسبة ـ ا ه الى ـ ه ج ـ المعلومة كنسبة ـ ا ز ـ الى ـ ز ج ـ فاذا ركبنا ونصفنا المتقدم وفصلنا بعد ذلك صارت نسبة ـ د ز ـ الى ـ ز ج معلومة ولأن زاوية ـ ا ه ز ـ مثل زاوية ـ ب ه ج ـ المساوية لزاوية ب ا ج ـ لأن قطعتهما واحدة تكون زاوية ـ ب ا ج ـ مثل زاوية

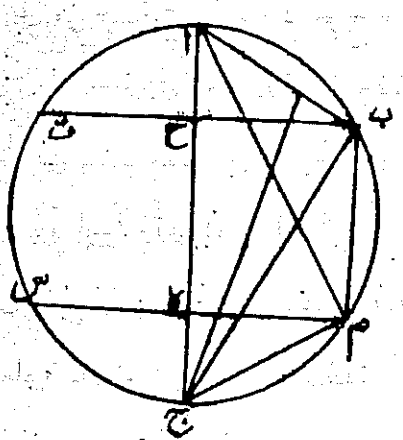
ح ـ وزاوية ـ ا ب ه ـ مشتركة فى مثلثى ـ ا ب ز ـ ه ا ب ـ فنسبة ب ه ـ الى ـ ه ا ـ كنسبة ـ ا ب ـ الى ـ ز ا ـ ولأن مثلثى ـ ا ب ز ز ه ج ـ متشابهان فنسبة ـ ا ب ـ الى ـ ا ز ـ كنسبة ـ ه ج ـ الى ه ز ـ فنسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ا ـ كنسبة ـ ه ج ـ الى ـ ه ز فضرب ـ ب ه ـ فى ـ ه ز ـ مثل ضرب ـ ا ه ـ فى ـ ه ج ـ المعلوم فاذن ضرب ـ ب ز ـ فى ـ ز ه ـ مع مربع ـ ه ز ـ معلوم فلذلك ضرب ـ ا ز ـ فى ـ ز ج ـ مع مربع ـ ز ه ـ معلوم ونسبة ضرب ا ز ـ فى ـ ز ج ـ الى مربع ـ ز ج ـ معلومة فمربع ـ ه ز ـ مع سطح معلوم النسبة الى مربع ـ ز ج ـ معلوم لكن فضل (١) وكذلك تكون زاوية ـ ل ف ت ـ معلومة وزاوية ـ ل ـ معلومة تبقى زاوية ـ س ت ل ـ معلومة وتكون ايضا زاويتا ـ ت س ف ـ ت ع س ـ معلومتين وتبقى زاويتا ـ ف س ل ـ س ف ل ـ معلومتين وزاوية ـ ل ـ معلومة فنسبة ـ س ف ـ الى ـ ل س ـ معلومة وكانت الى ـ س ب ـ معلومة ونسبة ـ س ب ـ الى ـ س ن معلومة فنسبة ـ ل س ـ الى ـ س ن ـ معلومة ونسبة ـ س ن الى ـ ك ن ـ معلومة فنسبة ـ ل ن ـ الى ـ ك ن ـ معلومة وعلى التركيب خط ـ ف ك ـ معلوم فخط ـ ك ن ـ معلوم فنقطة ن ـ معلومة .

وعلى هذا المثال ـ نسبة ـ ل ن ـ الى ـ ل س ـ معلومة

(١) كذا فى الاصل

فنقطة ـ س ـ معلومة فقد مر بنقطتى ـ ن ـ س ـ وهما معلومتان دائرة ماست خط ـ ه و ـ المعلوم وقد بينا ذلك فى الدوائر المتماسة وهو سهل لأن ضرب ـ س ك ـ فى ـ ك ز ـ مثل مربع ـ ك ن ـ فك ن ـ معلوم ونقطة ـ ك ـ معلومة فنقطة ـ ن ـ معلومة فاذا عمل على مثلث ـ ز س ن ـ وهو معلوم دائرة كانت معلومة وكانت الدائرة التى تفعل ما قصدنا لها .

ش ـ ١٠٨



(ج) اذا كان مثلث ـ ا ب ج ـ قائم الزاوية وهى زاوية ـ ب ولنخرج عمود ـ ب د ـ فكان خط ـ ج د ـ معلوما وجعلت نسبة ـ ب ه ـ الى ـ ه ج ـ معلومة فكان ضرب ـ ا ه ـ فى ـ ا ب ـ مثل ضرب ـ ا ج ـ فى خط معلوم فان المثلث معلوم فنخرج من ـ ب ـ عمود ـ ب ز ـ على ـ ا ه ـ فنسبة مربع ـ ب ه ـ الى مربع ـ ب ج ـ معلومة وذلك كنسبة ضرب ـ ا ه ـ فى ـ ه ز

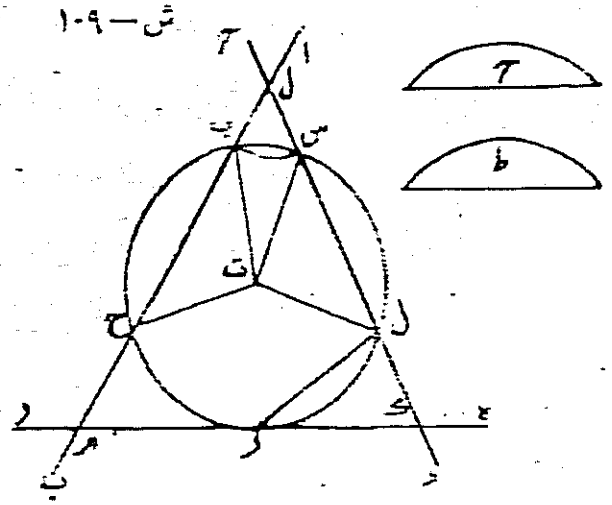
الى

الى ضرب ـ ا ج ـ فى ـ ج د ـ فنسبة ضرب ـ ا ه ـ فى ـ ه ز
الى ضرب ـ ا ج ـ فى ـ ج د ـ معلومة ـ و ـ ج د ـ معلوم فضرب
ا ج ـ فى خط معلوم مثل ضرب ـ ا ه ـ فى ـ ه ز ـ وضرب ـ ا
ج ـ فى خط معلوم مثل ضرب ـ ا ب ـ فى ـ ا ه ـ فنسبة ضرب
ا ب ـ فى ـ ه ز ـ الى ضرب ـ ا ه ـ فى ـ ا ب ـ معلومة فنسبة
ه ز ـ الى ـ ا ب ـ معلومة ونسبة احدهما الى الآخر فى القوة
معلومة ولذلك تكون نسبة ضرب ـ ه ا ـ فى ـ ا ب ـ الى مربع
ه ز ـ معلومة فنسبة ضرب ـ ه ا ـ فى ـ ا ز ـ الى مربع ـ ه ز
معلومة وعلى التركيب تكون نسبة مربعى ـ ه ا ـ ا ز ـ الى مربع
ه ز ـ معلومة ونسبة ضرب ـ ه ا ـ فى ـ ا ز ـ مرتين الى مربع
ه ز ـ معلومة فنسبة مجموع خطى ـ ه ا ـ ا ز ـ الى ـ ه ز ـ فى
القوة معلومة فهى الطول ايضا معلومة .

فعلى التفصيل نسبة ضعف ـ ا ز ـ الى ـ ه ز ـ معلومة فنسبة
ا ز ـ الى ـ هز ـ معلومة وهى كنسبة مربع ـ ا ز ـ الى مربع ـ ب
ز ـ فنسبة ـ ا ز ـ الى ـ ب ز ـ معلومة وزاوية ـ ز ـ قائمة
فنسبة ـ ا ب ـ الى ـ ب ز ـ معلومة وكذلك ايضا نسبة ـ ا ز
الى ـ ب ز ـ معلومة وهى كنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ه ـ وزاوية
ز ـ قائمة فنسبة ـ ا ب ـ الى ـ ب ز ـ معلومة وكذلك ايضا
نسبة ـ ا ز ـ الى ـ ب ز ـ معلومة وهى كنسبة ـ ب ز ـ الى

زه ـ وزاوية ـ ز ـ قائمة فنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ب ه ـ معلومة فنسبة ـ اب ـ الى ـ ب ه ـ ونسبة ـ ب ه ـ الى ـ ح ب ـ معلومة فنسبة ـ اب ـ الى ـ ب ج ـ معلومة وزاوية ـ ب ـ قائمة فمثلث اب ج ـ معلوم الصورة وهو يشبه مثلث ـ ن د ج ـ وخط ـ د ج ـ معلوم فخط ـ ب ج ـ معلوم ويكون من اجل ذلك ـ اب معلوما ويصير ـ ا ج ـ معلوما وذلك ما اردنا ان نعمله •

ش ـ ١٠٩



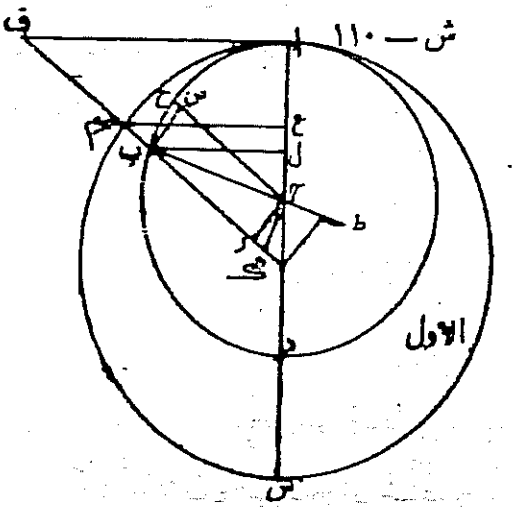
لابى العلاء بن ابى الحسين فى هذه المسئلة

مثلث ـ اب ج ـ زاوية ـ ب ـ منه قائمة ولخرج عمود ـ ب ح ـ واح ـ معلوم وقسم ب ا ـ على نسبة معلومة ولخرج ـ ح د ـ فكان ضرب ـ ح ب ـ فى ـ ح د ـ مثل ضرب خط معلوم وهو ـ ز ـ فى ـ ا ج ـ فنقسم على خط ـ ح د ـ على نقطة ـ ج

منه

منه زاوية مثل زاوية ـ ب ح ا ـ وهى زاوية ـ د ح س ـ وليكن
خط ـ ح س ـ مثل ـ ز ـ المعلوم وضرب ـ ب ج ـ فى ـ ج د
مثل ضرب ـ ح س ـ فى ـ ح ا ـ فنسبة ـ ب ج ـ الى ـ ح س
كنسبة ـ ح ا ـ الى ـ ح د ـ وزاوية ـ د ح س ـ مساوية لزاوية
ب ح ا ـ فمثلث ـ ب ح ا ـ يشبه مثلث ـ ح س د ـ فزاوية ـ س
قائمة وزاوية ـ ح د س ـ مثل زاوية ـ ا ـ وزاوية ـ ح ـ قائمة
فمثلث ـ ا ل ح ـ يشبه مثلث ـ ح س د ـ فاذن نسبة ـ ب ح ـ الى
ح ا ـ كنسبة ـ ح س ـ الى ـ س د ـ وضرب ـ ب ح ـ فى
س د ـ مثل ضرب ـ ح س ـ المعلوم فى ـ ح ا ـ المعلوم فالسطح
الذى يحيط به ـ ب ح ـ د س ـ معلوم وبين ان زاوية ـ ب ح د
مثل زاوية ـ س ح ط ـ وزاوية ـ س ـ قائمة وزاوية ـ ب ـ قائمة
فمثلث ـ ح س ط ـ يشبه مثلث ـ ح ب د ـ فاذن السطح الذى
يحيط به خطا ـ ب ج ـ س ط ـ مثل السطح الذى يحيط به خطا ـ ح
س ـ ب د ـ لكن نسبة هذا السطح الى السطح الذى يحيط به خطا
ح س ـ ب د ـ معلومة وهو مثل السطح الذى يحيط به خطا ـ ب ج
س د ـ فبين اذن من ذلك ان نسبة السطح الذى يحيط به خطا ـ ب
ج ـ س د ـ الى السطح الذى يحيط به ـ ب ج ـ س ط ـ معلومة
فهى كنسبة خط ـ س د ـ الى خط ـ س ط ـ فاذن نسبة خط
د ط ـ الى خط ـ ط س ـ معلومة ونخرج عمود ـ د ل ـ فبين

ان نسبته الى ـ ب ح ـ معلومة وان ـ ال ـ معلوم وان مثلث ـ دط ل شبيه بمثلث ـ س ط ح ـ فاذن السطح ـ الذى يحيط به خطا ـ ح س ط ل ـ مثل السطح الذى يحيط به ـ دل ـ س ط ـ والسطح الذى يحيط به ـ ب ح ـ س د ـ قد كان بين ايضا انه معلوم ونسبة خط س د ـ الى خط ـ س ط ـ معلومة فالسطح الذى يحيط به خطا ب ح ـ س ط ـ معلوم ونسبة خط ـ دل ـ الى خط ـ ب ج معلومة فاذن السطح الذى يحيط به خطا ـ ط ل ـ ح س ـ معلومة وخط ـ ح س ـ معلوم فاذن ـ ط ل ـ معلوم ومخرج عمود ـ س ص ـ فبين انه يوازى خط ـ ل د ـ فاذن نسبة خط ـ ط ل ـ الى خط ـ ط ص ـ كنسبة خط ـ ط د ـ الى خط ـ ط س ـ المعلومة وخط ـ ط ل ـ معلوم ·

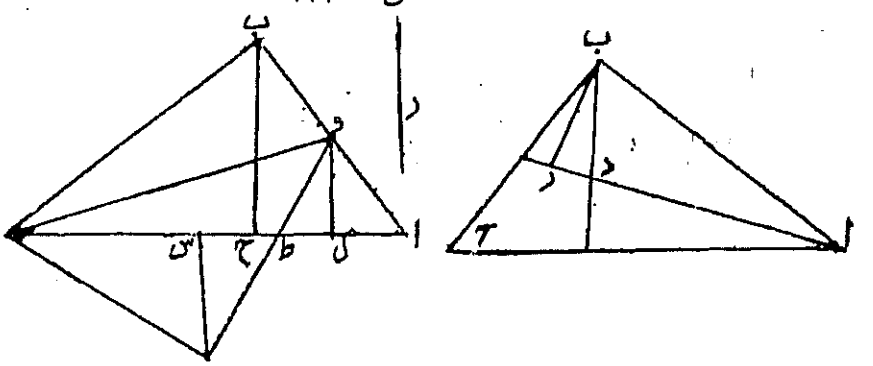


فاما كيف صارت زاوية التعديل فى القسم الذى اعظم زوايا

التعاديل فانا نعيد صورته ونفرض فيها حصة ـ ا ك ـ اصغر من حصة ـ اب ـ ونصل ـ ك ج ـ ك ه ـ فاقول ان زاوية ـ ه ك ج ـ اصغر من زاوية ـ ه ب ج .

برهان ذلك انا ننزل عمود ـ ج ح ـ على ـ ه ك ـ فلأن زاوية ج ح ه ـ قائمة يكون ـ ه ج ـ اعظم من ـ ج ح ـ لكن الدائرتين المحيطتين بمثلثى ـ ج ح ك ـ ج ه ب ـ متساويتان لتساوى قطريهما وهما ـ ج ك ـ ج ب ـ ووتر ـ ج ح ـ اصغر من وتر ـ ه ج فالزاوية التى يوترها ـ ج ح ـ وهى ـ ج ك ه ـ اصغر من الزاوية التى يوترها ـ ج ح ـ وهى ـ ج ك ه ـ (١) اصغر من الزاوية التى يوترها ـ ج ه ـ وهى ـ ج ب ه .

ش ـ ١١١



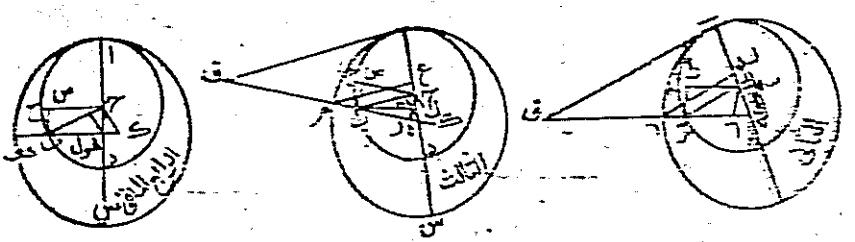
ثم نفرض حصة ـ ا ز ـ اعظم من حصة ـ اب ـ ونصل ز ج ـ ب ه ـ ونقول ان زاوية ـ ه ز ج ـ اصغر من زاوية ه ب ج ـ .

(١) لعل العبارة تكررت ها هنا ـ

برهان ذلك انا ننزل عمود ـ ح ط ـ على ـ ز ه ـ فلان زاوية ـ ج ط ه ـ قائمة يكون ـ ح ط ـ اصغر من ـ ه ج والدائرتان المحيطتان بمثلثي ـ ج ه ب ـ ج ز ط ـ متساويتان لتساوي قطريهما وهما ـ ج ب ـ ج ز ـ فوتر ـ ج ط ـ اصغر من وتر ـ ج ه فالزاوية التي يوترها ـ ج ط ـ وهي زاوية ـ ج ز ط ـ اصغر من التي يوترها ـ ج ه ـ وهي زاوية ـ ج ب ه ـ ٠

فقد تبين ان كل حصة تنقص عن حصة ـ اب ـ او يفضل عنها فان زاوية تعديلها تكون اصغر من زاوية تعديل حصة ـ اب ـ فهي اذن اعظم الزوايا وجيبها هو ـ ه ج ـ الذي سميناه اولا وذلك ما اردنا ان نبين ٠

ش ـ ١١٢



ونحن نريد الاقتصار فيما بعد على احد نصفي الفلك الخارج المركز في امثلة الاعمال وبراهينها لان زوايا اتعاديل للحصص المأخوذة من عند احدى نقطتي الاوج والحضيض في جهتين مختلفتين

متساوية فلنعد لبيان ذلك دائرة الفلك الخارج المركز ونأخذ حصتي
د ا – د ب – متساويتين ونصل – ب ج – ب ه – ب د – ا ج – ا ه
ا د – فلان زاويتي – ب ج د – ا ج د – متساويتان وخطوط
ج ا – ج د – ج ب – متساوية فان مثلثي – ب ج د – ا ج د
متساويان متساويا الزوايا النظيرة للنظيرة فزاويتا – ج ب د
ج ا د – متساويتان، وايضا فلأن خط – ب د – مساو لخط – د ا
وخط – د ه – مشترك وزاوية – ن د ه – مساوية لزاوية – ا د ه
يكون مثلثا – ا ه د – ل ه د – متساويان متساويا الزوايا كل
واحدة لنظيرتها فزاوية – ه ب د – مساوية لزاوية – ه ا د
فاذا القينا المتساويين من مثل قوس – ب ز – فقوس – ب ز
معلومة وقوس – ب ح – مثل قوس – ه ج – المعلومة فقوس
ب ج – معلومة لكن قوس – ه ب – معلومة فاذا كانت كل
واحدة من زاويتي – ه ب ز – ه ب ج – معلومة وقوس – ب ز
ب ه – ب ج – معلومة فان زاوية – ج ب ز – تكون معلومة
وقوس – ب ز – ب ح – معلومتين فلذلك كل واحد من خطوط
ز ج – ز ه – ه ح – معلوم بالاجزاء التي بها قطر الكرة معلوم
ولذلك يكون ما بين قطب هذه الدائرة وبين محيطها معلوما وهو
قوس – ز د – وكذلك قوس – د ه .

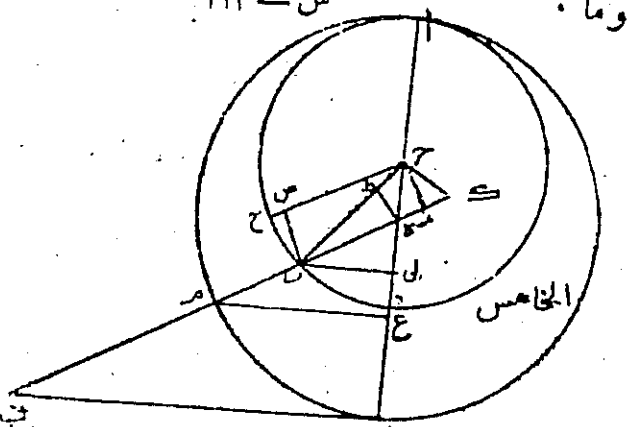
وان نحن رسمنا على نقطتي – ه – ز – دائرة عظيمة وهي

ز ط ه ـ كانت زاوية ـ ط ز د ـ معلومة وذلك ان كل واحدة من قسى ـ ه د ـ ه ز ـ ز د ـ تكون معلومة فزوايا المثلثات معلومة لكن من قبل ان قسى ـ ط ز ـ ه ب ـ ب ز ـ معلومة تكون زاوية ـ ب ز ه ـ معلومة قصير زاوية ـ ب ز د معلومة لكن قوس ـ ب ز ـ ز د ـ معلومتان فقوس ـ د ب معلومة فيصير من اجل ذلك بعد ما بين القطب المائل وفلك البروج معلوما ولان قوس ـ د ب ـ معلومة تكون دائرة ـ ا ب ج معلومة ولان زوايا مثلث ـ ب د ز ـ مثل زوايا مثلث ـ ه ا د تكون زاوية ـ ب د ز ـ مثل زاوية ـ ا د ه ـ فزاوية ـ ا د ب مثل زاوية ـ ه د ز ـ وهذه الزاوية معلومة لان قوس ـ ه ز معلومة من دائرتها فزاوية ـ ا د ب ـ معلومة فقوس ـ ا ب معلومة وهى مسير قطب القطب الذى يسمى فلك البروج الذى بين الرصدين فيصير من اجل ذلك هذا المسير معلوما فان كان البعد الابعد متحركا احتيج الى استعمال تساوى قوسى ـ ا ب ب ج ـ فى المسئلة ويكون حينئذ استخراجها هكذا ٠

نعمل سائر الاشياء التى عملنا فى الشكل الذى كنا بينا فيه ان فصول الزوايا بعضها على بعض يتفاضل تفاضلا معلوما وانه فى الاحوال الثلاثة من البعد الابعد او حركته الى جهة والى ضدها وثبات البعد الابعد مساو لفضل ما بين حركتى البعد الابعد فاذن

هذه المسئلة الثانية هى تصلح للأصول الثلاثة وعليها ينبغى ان نعمل وهى تؤدى الى ان تكون فضل ما بين زوايتى ـ ح م ه ـ ه ب ز معلوما .

ش ـ ١١٣



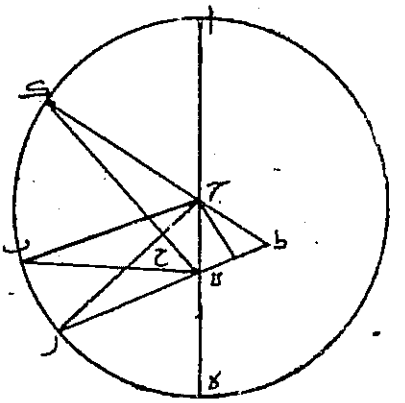
وذلك ان هذه الزوايا هى الفصول بين الزوايا الأول فتفاضل هذه الزوايا معلوم وهو مساو لتفاضل حركتى البعد الأبعد كما قلنا فليكن ما انحلت اليه المسئلة على هذه الجهة فى صورة اخرى قسى ـ ل ى ـ ك ن ـ ز ى ـ معلومة من دوائر عظام وقوس ـ ل ك ـ مثل قوس ـ ك ن ـ وزدناه زاوية ـ ك س ـ على زاوية ـ ك ن ل معلومة فلتكن تلك الزيادة زاوية ـ س ـ فتبقى زاوية ـ و ى ك مثل زاوية ـ ل ك ـ على ان تكون قوس ـ ى و ـ من دائرة عظيمة ولتكن قوس ـ ى و ـ مثل قوس ـ ل ـ ونصل ـ ك و ـ من دائرة عظيمة فقوسا ـ ى ل ـ ل و ـ متساويتان وقوس ـ ى ك مشتركة وزاوية ـ ع ـ مثل زاوية ـ ب ـ فالخط الخارج من ـ ل الى ـ ك ـ مثل الخط الخارج من ـ و ـ الى ـ ك ـ لكن قوس

ك ل ـ مثل قوس ـ ك ن ـ فيكون الخط الخارج من ـ ك ـ الى ن ـ مثل الخط الخارج من ـ ك ـ الى ـ و ـ ونصل قوس ـ و ن من دائرة عظيمة ونقسمها بنصفين على ـ م ـ ونصل ـ ك م ـ من دائرة عظيمة يقع على ـ س ـ فتكون القوس الخارجة من ـ ك ـ الى ن ـ من دائرة عظيمة مثل قوس ـ ك و ـ وقوس ـ ك م ـ مشتركة وقوس ـ م و ـ مثل قوس ـ م ن ـ فالزاوية التى عند ـ م ـ قائمة ولان ـ ل ـ مثل ـ و ى ـ تكون قوس ـ و ى ـ معلومة وقوس ى ن ـ معلومة وزاوية ـ و ى ن ـ معلومة فقوس ـ و ن ـ معلومة وزاوية ـ و ن ى ـ معلومة فقوس ـ م ن ـ معلومة وزاوية ـ م معلومة القسى وهى مسئلة سهلة فقوس ـ س م ـ وقوس ـ ل س معلومة وزاوية ـ م س ن ـ والتى تليها وهى زاوية ـ ى س ك ـ كل واحدة منهما معلومة فتبقى قوس ـ ى س ـ معلومة وقوس ـ ى ك معلومة وزاوية ـ ى س ك ـ معلومة فزاوية ـ ك ى س ـ معلومة فتكون زاوية ـ ل ى ك ـ معلومة لان زاوية ـ ك س ن ـ تزيد عليها زيادة معلومة فلان زاويتى ـ ل ى ك ـ ك ى ن ـ معلومتان والقسى المحيطة تكون المثلث المعمول على ـ ل ك ن ـ معلوما الا انا استعملنا ان قوس ـ ل ك ـ مثل قوس ـ ك ى ـ وذلك لان نظيرتها بين القوسين فى الشكل الذى قبل هذا قوس ـ ه ح وقوس ـ زه ـ وبين ان ذلك فى هذا الشكل كذلك من قبل ان

زاوية

زاوية ـ ه دا ـ مثل زاوية ـ ز د ب ـ فتكون زاوية ـ ز د ه ـ مثل زاوية ـ ب دا ـ اذا اسقطت الزاوية المشتركة ولكن نقطة ـ د قطب دائرة ـ ا ب ـ وقطب دائرة ـ ز ه ـ فقوس ـ ز ه ـ شبيهة بقوس ـ ا ب ـ وكذلك زاوية ـ ب د ح ـ مثل زاوية ـ ح د ه فزاوية ـ ب د ح ـ مثل زاوية ـ ح د ه ـ فقوس ـ ب ج ـ شبيهة بقوس ـ ه ج ـ وقوس ـ ل ج ـ مثل قوس ـ ا ب ـ فقوس ـ ه ج مثل ـ ه ز .

ش ـ ١١٤



ومما نحتاج اليه فى هذا الشكل الذى كنا بسبيله قبيل ان يقال، ليكن مثلث ـ ا ل ج ـ على بسيط كرة ولتكن قوس ـ ا ب معلومة وزاوية ـ ا ل ج ـ معلومة وقوس ـ ا ج ـ معلومة فنرسم بقطب ـ ب ـ وببعد ضلع المربع دائرة ـ ح ز ه ـ ونخرج اليها قوسى ـ ل ج ح ـ ب ا ن ـ فلأن قوس ـ ب ج ـ قائمة على قوس

ز ح ـ اذ كانت ـ ب ح ـ تر بقطبي ـ ح زه ـ فان قوس ـ ه ز ح تر بقطبي ـ ب ح •

فليكن القطب ـ ه ـ ونرسم قوس ـ ه ا د ـ من دائرة عظيمة فهي ربع دائرة ولان زاوية ـ ب ـ معلومة تكون قوس ز ح ـ معلومة وقوس ـ د ح ـ ربع دائرة فقوس ـ ز ه ـ معلومة ونسبة وتر ضعف قوس ـ ه ح ـ الى وتر ضعف قوس ـ ز ح المعلومة مؤلفة من نسبة وتر ضعف قوس ـ ه د ـ المعلومة الى وتر ضعف قوس ـ د ا ـ ومن نسبة وتر ضعف قوس ـ ا ب ـ المعلومة الى وتر ضعف قوس ـ ب ز ـ وهي ربع دائرة فقوس ـ ا د معلومة ولنجعل نقطة ـ ا ـ قطب وندير بعد ضلع المربع وهما(١) ولاغير ذلك ولاقسمة المثلثة وتركت المتعلم الذي قد قرأ كتابي في التحليل والتركيب وسائر الاعمال الهندسية وكتابي الذي في الدوائر المماسة ينظر في واحدة واحدة منها اذا فهم طريق تحليلها يقسمها ويحلل قسما قسما منها وينظر هل يطابقه هذا التحليل الذي نقله ام لا ثم ينظر فيما يستحيل ويجوز والسيال وغير السيال وغير المحدود وغير المحدود ويركب هو وينظر في عدد المراتب التي لا يمكن ان تقع زيادة عليها وبين ان تلك المراتب كذلك •

وهذه الامور كلها من المنافع التي نحن اليها ننظر في هذا الكتاب •

---

(١) هما خرم في الاصل ومنها

ومنها ان فيه مسائل مستصعبة حسنة لا يستغنى ذوو الفهم بالهندسة عن استعمالها فيما يستخرجونه ويعملونه من الاعمال الهندسية

مثلث ـ ا ل ج ـ عموده و هو ـ ا د ـ معلوم وضرب ـ ا ج ـ فى ـ ب د ـ معلوم وضرب ـ اب ـ فى ـ ج د ـ معلوم نريد ان نعامه .

فمن قبل ان فضل ما بين مربعى ـ ا ج ـ اب ـ مثل فضل ما بين مربعى ـ ج د ـ د ب ـ يكون مجموع مربعى ـ ا ج ـ د ب مثل مجموع مربعى ـ اب ـ ج د ـ فليكن مربع ـ ه ز ـ مثل مربعى ـ ا د ـ د ب ـ فيكون ايضا مثل مربعى ـ اب ـ ج د ـ فان نحن عملنا على ـ ه ز ـ نصف دائرة ـ ه ح ز ـ وجعلنا ـ ه ح مثل ـ ا ج ـ ووصلنا ـ ح ز ـ كان مثل ـ د ب ـ لان مربع ه ز ـ مثل مربعى ـ ه ح ـ ز ح ـ ومثل مربعى ـ ا ج ـ د ب يذهب مربع ـ ا ج ـ مثل مربع ـ ه ح ـ يبقى مربع ـ د ب ـ مثل مربع ـ ح د ـ وكذلك ايضا ان جعلنا ـ ه ط ـ مثل ـ ح د كان ـ اب ـ مثل ـ ط ز ـ فاذن ضرب ـ ه ط ـ فى ـ ط ز ـ الذى هو مثل ـ اب ـ فى ـ ح د ـ معلوم وكذلك ايضا يكون ضرب ح ز ـ فى ـ ه ح ـ معلوما لكن ان اخرجنا عمودى ـ ح ك ط ى ـ على ـ ه ز ـ كان ضرب ـ ه ز ـ فى ـ ط ى ـ معلوما وضرب ـ ه ز ـ فى ـ ط ح ـ معلوما لانه يتبين بمثل ذلك فنسبة

ط ى ـ الى ـ ك ح ـ معلومة ونخرج عمود ـ ح ل ـ على ـ ط ى ونصل ـ ط ح ـ ونخرج ـ ط ى ـ الى ـ م ـ ونخرج ـ م ح فنسبة ـ ح ك ـ اعنى ـ ل ى ـ الى ـ ط ى ـ معلومة فتكون نسبته الى ـ ط ل ـ معلومة فنسبة ـ ط م ـ وهو ضعف ـ ط ى ـ الى ط ل ـ معلومة وعلى التفصيل نسبة ـ م ل ـ الى ـ ل ط ـ معلومة وايضا فان فضل مربع ـ ا ج ـ اعنى ـ ه ح ـ على مربع ـ ح د اعنى مربع ـ ه ط ـ الذى هو مثل مربع ـ ا ج ـ المعلوم معلوم وذلك مثل فضل ضرب ـ زه ـ فى ـ ه ك ـ على ضرب ـ زه ـ فى ه ى ـ الذى هو ضرب ـ ه ز ـ فى ـ ل ى ـ اعنى ـ ل ح ـ فضرب ه ز ـ فى ـ ل ح ـ معلوم وقد كان ضربه فى ـ ك ح ـ معلوما فنسبة ى ك ـ الى ـ ك ح ـ معلومة فنسبة ـ ب ل ـ الى ـ ل ح ـ معلومة ونسبة ـ ب ل ـ الى ـ ب ط ـ معلومة والى ضعفه وهو ـ ط م فنسبة ـ ط م ـ الى ـ ل ح ـ معلومة وكانت الى ـ ط ل ـ معلومة فنسبة ـ ط ل ـ الى ـ ل ح ـ معلومة وزاوية ـ ل ـ قائمة فنسبة ط ح ـ الى ـ ل ح ـ معلومة وايضا نسبة ـ ط م ـ الى ـ م ل ـ معلومة لان نسبة ـ ط م ـ الى ـ ط ل ـ معلومة ونسبة ـ ط ل ـ الى ـ ل ح معلومة وزاوية ـ ل ـ معلومة فنسبة ـ ل ح ـ الى ـ م ح ـ معلومة وكانت نسبة ـ ل ح ـ الى ـ خ ط ـ معلومة فنسبة ـ ط ح ـ الى ـ ح م معلومة وضرب احديهما فى الآخر مثل ضرب ـ ح ل ـ فى ـ ه ز

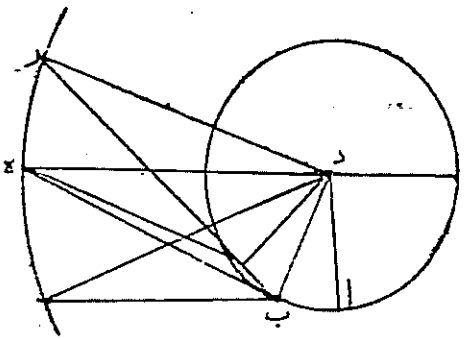
اعنى ـ ب ك ـ فى ـ ه ز ـ الذى قدتبين انه معلوم فكل واحد من ـ ط خ ـ ح ز ـ معلوم •

فاما ضرب ـ ه ز ـ فى ـ ب ح ـ فانه بين انه مساولضرب ط ح ـ فى ـ ح م ـ لأنا ان جعلنا ـ ب ح ـ قطر الدائرة ووصلنا خط ـ ط ن ـ كانت زاوية ـ ب ط ح ـ فى نصف الدائرة فهى قائمة مثل زاوية ـ ل ـ وزاوية ـ ن ـ مثل زاوية ـ م ـ لأنهما جميعا على خط ـ ط ح ـ عند محيط الدائرة •

وتبقى زاوية ـ ل ح م ـ مثل زاوية ـ ط ح ن ـ فنسبة ط ح ـ الى ـ ح ن ـ مثل نسبة ـ ل ح ـ الى ـ ح م ـ فضرب ط ح ـ فى ـ ح م ـ مثل ضرب ـ ح ن ـ فى ـ ل ح ـ لكن ح ن ـ القطر مثل ـ ه ز ـ القطر •

واذا بينا ان كل واحد من خطى ـ ط ح ـ ح م ـ معلوم كان خط ـ ط م ـ الذى له اليهما نسبة معلومة معلوما وذلك ان كل واحد من مثلثى ـ ط ح ل ـ ل ح م ـ معلوم الصورة فمثلث ح ط م ـ معلوم الصورة وكان ـ ط ى ـ معلوما وضربه فى ه ز ـ معلوم ـ فه ز ـ معلوم ومربعه مثل مربعى ـ ا ج ـ ب د فمجموع مربعى ـ ا ج ـ ب د ـ معلوم وضرب احدهما فى الآخر معلوم فكل واحد منهما معلوم •

ش — ١١٥



فقد قدمت قولا كافيا فى انى اعتمد هاهنا طريق المهندسين من اهل عصرنا فان كان فى شىء من العمل تقصير فقد تعمدته و قصدت الى ان يبحث عنه المتعلمون لتهذب قرائحهم و صلاحها •

خطوط — اب — ح د — ه ز — موضوعة وقطعتا — ح ط معلومتان نريد أن نعمل دائرة تماس خطا منها وتقصل منها الآخران قطعتين شبيهتين بقطعتين المفروضتين •

وهذه المسئلة قد بينت فى كتاب فى الدوائر المماسة بطريق مشروح ولى لتقاطع الخطوط على — ك ل م — ولتكن الدائرة المطلوبة دائرة — ن س ع — ولتكن القطعة التى توترها — ن س شبيهة بقطعة — ط — والتى تؤترها — ع ف — شبيهة بقطعة — ح ونقطة — ز — تماس خط — ه و — ودائرة — ن س ع — ونضع ان المركز — ت — فلأن قطعة — ط — معلومة وهى شبيهة القطعة التى

سهمها ـ ب س ـ تكون الزاوية التى بين خطى ـ س ت ـ ت ز معلومة وكذلك زاوية ـ ق ن ع ـ معلومة وخط ـ ن ز ـ مثل خط ـ س ت ـ فكل واحدة من زاويتى ـ س ن ت ـ ن س ت معلومة ولذلك تكون نسبة ـ ن ت ـ الى ـ ن س ـ معلومة نسبة س ت ـ الى ـ ن س ـ معلومة ولأن زاوية ـ ت ز ك ـ قائمة من اجل المماسة وزاوية ـ ت ن ك ـ معلومة لأن التى تليها معلومة وزاوية ـ ت ك ز ـ معلومة تبقى زاوية ـ ت ـ معلومة لأن زاويا ن ـ ك ـ ت ـ ز ـ مثل اربع زوايا قائمة ولأن ـ ن ت ـ مثل ت ز ـ وزاوية ـ ت ـ معلومة يكون كل واحدة من زاويتى ـ ت ن ز ـ ت ز ن ـ معلومة ـ فنسبة ـ ن ز ـ الى ـ ت ن ـ معلومة فنسبة ـ ن س ـ الى ـ ت ز ـ معلومة فنسبة ـ ن س ـ الى ـ ز ن معلومة ويبقى كل واحدة من زاويتى ـ ك ن ز ـ ك ز ن ـ معلومة فنسبة ـ ن ز ـ الى ـ ك ن ـ معلومة وكانت الى ـ ن س ـ معلومة فنسبة ـ ك ن ـ الى ـ ن س ـ معلومة .

وعلى هذا المثال لأن زاوية ـ ت س ن ـ معلومة تكون زاوية ـ ل س ت ـ معلومة المحتوى لتعاديل الشمس فى زيج حبش (١) من فوجد فى خلافه موضعا (١) عظم فبقى تفاضل ما بين السطرين فى صغره فى حاشيته (٢) اليه وزال له امر (٢) تلك الاعداد عن النظام فسألنى عن كيفية الحال (٢) لكن متدربا بممارسة الخطوط

(١) فى هذه العبارة اختلاف من المسألة السابقة فتأمل (٢) هنا خرم فى عدة مواضع .

المساحية ومعاناة البراهين الهندسية (١) فى الوقت باحضر لى من عدد (٢) طرق حسابية ادتنى اليها الفكرة فيها وان قرب بعضها وبعد بعض ثم لم ينتج للمسائل اخذها شيئا للذى كان سأل عنه وكدت احمل ذلك على مساهلة من حبش فى حساب تلك الجداول اوعلى سهو وقع من الناسخين لها حتى عدت الى ما تقدم ذكره من المطقطات المزيجة فوجدت فيها طريقا لحبش فى حل التعديل وتقطيعه وبسطه وتفصيله ولما امتحنته ادى لذلك الموضع الى مثل ما كان فى الجدول فعلمت ان حبش قد كان استعمله دون غيره •

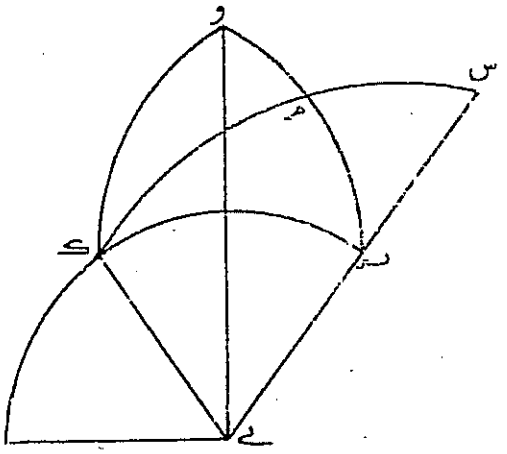
ثم تفكرت فى برهانه وتفكهت بالتفكر فى برهان غيره حتى انفتحت لى الطرق الى معرفتها باسرها واستنار بالدوذب (٣) على اغماض النظر فيها سبل براهينها ولكثرتها امكن ان يفرد لها كتاب يتضمن فنا عظيم العناء فى علم الهيئة متدرا بالنافر من وحشة التقليد فى الزيجات على البحث عن سائر توابعه فعملته وهو هذا الكتاب •

وانا مضطر فيه الى تسمية اشياء باسامى مختصرة ليخف ذكرها عند تكررها وتقديم آخر غير منصوص عليها بعينها فى كتب الاصول حتى يشار اليها •

فلتكن دائرة ـ ا م س ـ للفلك الممثل بفلك البروج مركزها نقطة ـ ه ـ ولتكن دائرة ـ ا ب د ـ للفلك الخارج المركز الذى عليه الحركة الوسطى على مركز ـ ج ـ ونجيز على المركزين معا قطر

(١) هنا خرم فى عدة مواضع (٢) كذا فى الاصل

اج ـ ه س ـ فتكون نقطة ـ ا ـ البعد الأبعد الذى يسمى الاوج ونقطة د ـ البعد الاقرب الذى يسمى الحضيض ونفرض بعد الشمس عن الاوج قوس ـ اب ـ وهى التى تسمى فى بعض الزيجات خاصة الشمس وفى اكثرها حصة لها ونصل ـ ب ج ـ ب ه ـ فتكون زاوية ـ ا ج ب ـ بمقدار هذه الحصة وزاوية ـ ا ه ب ـ زاوية الرؤية التى بها وزاوية ـ ج ب ه ـ زاوية التعديل اذهى فضل ما بين زاويتى (١) اجل انا ان اخرجنا ـ ج ح ـ يوازى ـ ه ب ـ كانت زاوية (١) وتبقى زاوية ـ ح ج ب ـ فصل ما بين زاويتى ـ (١) ج ب ه ـ بسبب التبادل وتنزل عمود ـ ج ز ـ (١) الذى هو عمود ب ص ـ على ـ ج ح ـ لأن كل واحد من خطى ـ ج ح ـ ب ه المتوازيين فهو عمود على ـ الا ـ (٢) متساوية ـ فج ز ـ جيب التعديل فى الدائرة نقطة ـ ب ـ ونصف قطرها ـ ب ج ـ .



ش ـ ١١٦

بياض فى الاصل

(١) هاخرم فى الاصل (٢) كذا فى الاصل

الا ان تلك ـ د ز ـ جيب التعديل فى الفلك الخارج المركز و ـ د ب ـ جيب تام التعديل ونخرج ـ ه ب ـ على استقامته (١) ونقسيم ـ ب ـ على قطر ـ ا س ـ ونتزل عليه ايضا عمودى ـ م ع ب ل ـ فيكون ـ ب ل ـ جيب الحصة و ـ ل ح ـ جيب تمامها و م ع ـ جيب زاوية الرؤية و ـ ا ف ـ الظل المعكوس لزاوية الرؤية وكذلك كل خط مماس للدائرة على احد طرفى القوس المفروضة يقع فيما بين الخطين المحيطين بالزاوية التى تؤترها تلك القوس المفروضة ونسبة نصف القطر اليه كنسبة جيب تمام تلك القوس الى جيبها كما هو فى هذا المثال نسبة ـ ه ا ـ الى ـ ا ف ـ كنسبة ـ ه ع الى ـ ع م ـ فانه يسمى ظلا معكوسا لتلك القوس ونخرج عمود ج ك ـ على ـ ب ح ـ فيكون الظل المعكوس زاوية التعديل من اجل ان نسبة ـ ب ج ـ نصف القطر اليه على نسبة ـ ب ز جيب تمام التعديل الى ـ ز ج ـ جيب التعديل نفسه ونخرج ـ ب ج ـ على استقامة وننزل عليه عمود ـ ه ط ـ ثم لنسم اصطلاحا ـ ب ل ـ جيب الحصة ـ و ب ج ـ جيب تمامها وزاوية ـ ا ج ب زاوية الحصة ـ و ـ م ع ـ جيب الرؤية وزاوية ـ ا ه م ـ زاوية الرؤية ـ و ـ ا ف ـ ظل الرؤية ولنحذف عنه المعكوس اذ ليس ليستعمل المستوى فيما نحن بسبيله ولنسم ـ ج ه ـ الاصل فان عليه مدار الأمر فى هذه الاعمال ومقادير تعاديل الحصص تتغير بتغيره

(١) ما هاهنا خرم فى الاصل — وزاوية

وزاوية ـ ج ب ه ـ زاوية التعديل ـ و ـ ج ز ـ جيب التعديل و ـ ج ك ـ ظل التعديل و ـ ه ب ـ القطر ـ و ـ ه ط ـ الضلع وه د ـ كمال الأصل •

ثم يجب أن نعلم أن للعمل الواحد فى نصف الفلك الذى يحده منه البعد ان الأبعد والأقرب اختلافا فى الشرائط باحوال معدودة محدودة •

أما الأول منها فان يكون ـ اب ـ اقل من ربع دائرة فيكون ل ه ـ هو مجموع جيب تمام ـ اب ـ الى ـ ج ه ـ الاصل ولنسم جامعا ويكون ـ ب ط ـ ازيد من ـ ب ج ـ الجيب كله ولنسم جيبا زايدا •

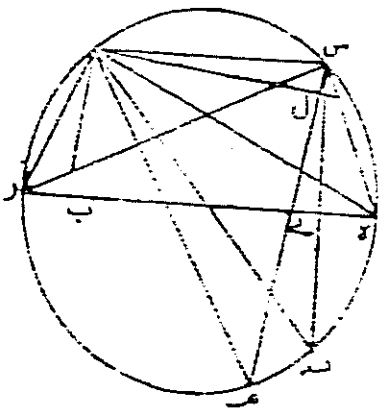
واما الثانى فان يكون ـ اب ـ ربعا تاما فيكون ـ ل ه الجامع هو الاصل ـ ول ط ـ الجيب الزايد هو الجيب كله •

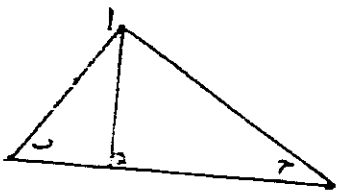
واما الثالث فان يكون ـ اب ـ أكثر من الربع وأقل من مجموع الربع الاعظم ويسمى النطاق فيكون ـ ل ه ـ فصل ما بين الاصل وبين جيب تمام حينئذ فصله و ـ ب ط ـ انقص من ـ ب ج الجيب كله فلنسم جيبا ناقصا يكون ـ اب ـ مساويا النطاق فتكون زاوية التعديل هو الأصل نفسه فيستغنى بذلك عن سائر الربع ونضع مكانه الخامس وبعده رابع النطاق فيكون ـ ل و ـ فضله وب ط ـ جيبا ناقص الحصة فهذا القسم الأخير مأخوذ نقطة ـ د

وذلك ما اردنا الاخبار عنه .

ش — ١١٧

ياض فى الاصل





(١) ع — نصف قوس — ع ب — ولتساوى قوسى — ط ا — ا ع يقاطع وتر — ط ع — (١) تعمله فهو اذن قايم عليه قايم — ح ه ايضا عليه فيما متوازيان — وه ع — موازى — ا ط — (١) قطعة متوزية لاضلاع — فم ط — مـ و — ه ع — نصف القطر والاجتهاد فى معرفة وترثلث قوس نذير على مركز — د — وبعد — د ه — قوس ل م س — فنسبة — ه م — الى — م ح — كنسبة مثلث — ه د — الى مثلث — م د ح — ونسبة — ه د — الى — م ح — اعظم من نسبة قطاع د ل م — الى قطاع — د م س — التى هى نسبة الضعف فخط — ه م اعظم من ضعف — م ح — و — ه ح — نصف وتر — ت ز — ضعف القوس المنطاة فتأخذهم اكثر من ثلثى — ه ح — بشىء ما ونضربه فى

(١) ط هنا خرم فى الاصل فى عدة سواقط

مثله ونضرب ـ ح د ـ فى مثله اعنى نصف وترتتمة ـ ز ب ـ الى نصف الدائرة ونجمع المبلغين ونأخذ جذر الجملة فيكون ـ د م ـ ونزيد عليه ـ م ط ك ـ المساوى لقطر الدائرة فيجتمع ـ د ك ـ ولتشابه مثلثى ـ د ح م ـ ك ه م ـ تكون نسبة ـ ه م ـ الى ـ م ح ـ كنسبة ـ ك م ـ الى ـ م د.

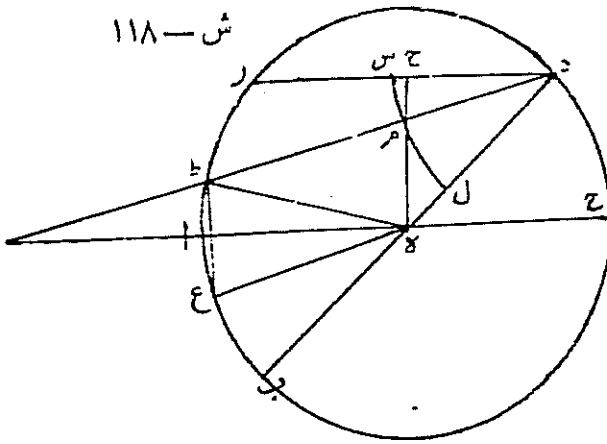
وبالتركيب نسبة ـ ه ح ـ الى ـ ح م ـ كنسبة ـ ك د ـ الى ـ د م ـ فنضرب ـ ه ح ـ فى ـ د م ـ ونقابله بمضروب ـ ك د ـ فى ـ ح م ـ الذى أخذناه انقص من ثلث ـ ه ح.

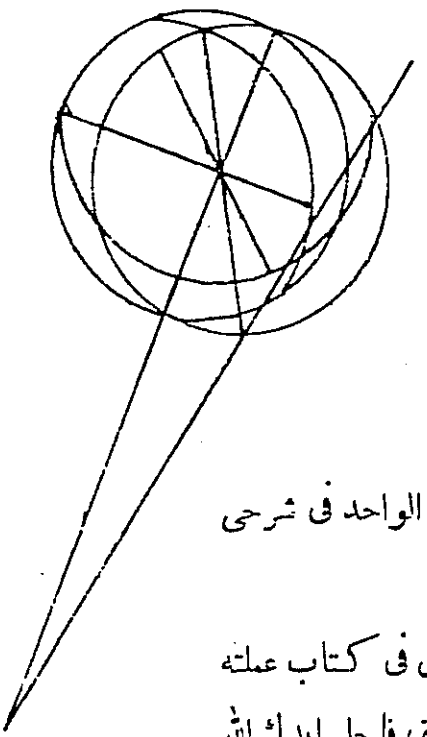
فان تساويا فذاك والازدنا ونقصنا بحسب ما يوجبه الحال حتى تحصل المساواة بينهما والمقدار الموضوع له م ـ هو المطلوب لكن نسبة ـ ه م ـ الى ـ ط ف ـ كنسبة ـ م ك ـ الى ـ ك ط ـ و ـ م ك ـ ضعف ـ ك ط ـ فه م ـ ايضا ضعف ـ ب ف الساوى ـ لف ع ـ و ـ ف ع ـ نصف وترضعف ـ ا ع ـ ثلث القوس المغطاة ـ فه ف ـ معلوم (١) معلوم ونسبة ـ ج ا ـ الى ا ع ـ كنسبة ـ ا ع ـ الى ـ ا ف ـ فا ع ـ وترثلث قوس ـ ا ب ـ معلوم وهو الذى قصدناه.

---

(١) هنا خرم فى الاصل

ش — ١١٨





وقد سلكت فى استخراج وتر الجزء الواحد فى شرحى لعلل زيج حبش طريقا آخر •

ثم جمعت ذلك الى ما للقدماء والمحدثين فى كتاب عملته لحصر الطرق السائرة فى استخراج اوتار الدائرة، فاجل ايدك الله فكرك فيما جمعته لك، وتحققه حتى تنفتح به عليك ينابيع الفطنة وينجلى له عن عقلك صدى الغفلة، ويتوصل به الى ما يدق عن افهام العوام وتنحسم بينى وبينك مواد الملام •

والحمد لله على مننه العظام والصلوة على النبى خير الانام وآله الطاهرين •

تم الكتاب ولله الحمد

وفرغ ابو الريحان رحمه الله من تصنيفه

فى رجب سنة ثمانى عشرة واربعمائة

رسالة

افراد المقال فى امر الظلال

للعلامة ابى الريحان محمد بن احمد البيرونى رحمه الله تعالى

المتوفى فى سنة اربعين واربعمائة من الهجرة



الطبعة الاولى

بمطبعة جمعية دائرة المعارف العثمانية

حيدرآباد الدكن

حرسها الله تعالى عن الشرور والفتن

سنة ١٣٦٧ هـ / ١٩٤٨ م

تعداد الطبع ٥٠٠ / ١٣٥٧ ف

بسم الله الرحمن الرحيم

الكلام فى الادراك البصرى وكيفية الحال فى المخروط الكائن بين البصر والمبصر الذى يلازم كونه دون اصبعه (١) تجرى هندسة المناظر واختلافها ، أهو من شعاع يخرج من الناظر الى المنظور اليه أم من الشعاع الحاصل لصور الأشياء والوانها وانطباعه فى الرطوبة الجليدية من العين ، هو فلسفى متصل بالمباحث النفسانية والموهومات المجردة وموكول النفس الى القمين بها .

فاما البحث عن النور الموجود وما يتعلق به وبعد مه المسمى ظلا بالعموم وظلا بالخصوص فهو من نوع التعاليم الرياضية التى تحصل بها اعراض كل مستند الى الدين معتضد بمناهج الصراط المستبين كالشيخ ابى الحسن مسافر بن الحسن فى تحليه بهذه الصفات فقد اشتهر بفرط الاهتزاز لمعرفة اوقات الصلوة وشدة الولوع بما يوقف به عليها من الآلات اهتماما منه لسعادة العقبى عند ما اهله الله له من سعادة الأولى تحمله على ارتياد الفضيلة بين السعادتين .

(١) كذا

وانا مورد فى ذلك ما يكون كافيا فى حل هذه العقدة ومكتسب بها مزايا المحمدة فما من شخص فى العالم الا ويسعى طبعا لابقاء نوعه ويجتهد اختيار التخليد ذكره فلضرورة يقتصر العاقل على خلافة اسمه جسمه عند الاحترام بكرور الليالى بعده والايام ولان الخير محبوب لذاته بدلالة محبة الأشرار اياه لأنفسهم وان راعوا عنه فى غيرهم صار المرغوب فيه من الحديث احسنه ومن الذكر الباقى اطيبه وزينه. فطوبى لمن استدام نعمة الله تعالى بادامة الشكر وايثار الأحمد من الأمر، وانا اسئل الله للشيخ توفيقا يحوزبه قصب السبق الى مبتغاه ولنفسى سعيا فيما يقرب الى رضاه ويديم الامتناع بكرمه الذى متع الجمهور به انه ولى التحويل للمائح الجليلة بمنه وسعة جوده .

وهذا فهرست ابواب الكلام الذى نخوض فيه ليسهل منه وجود المطلوب منها .

أ ـ فى ان الحاجة الى الحركة الاولى فى السماء نحو المغرب ضرورية فى هذا المطلوب وامثاله .

ب ـ فى ذكر النور والظلمة والضياء والظل .

ج ـ فى ذكر التغايير التى تلحق الظل فى المقدار والوضع

د ـ فى ذكر ما يرسمه اطراف الظل فى الآفاق .

ه ـ فى التغايير التى تلحق الظل من جهة اختلاف وضع

المضئ فى السمك .

و ـ فى الطريق الذى به ينتظم استعمال الظل والمقياس .

ز ـ فى اصناف الاقسام التى يقسم بها المقياس .

ح ـ فى نقل انواع الأظلال بعضها الى بعض .

ط ـ فى ظل المستوى والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا .

ى ـ فى ظل المكوس والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا .

يا ـ فى الاشتراك الذى بين نوعى الظل وتناسبهما واستخراج احدهما (١) بانها ساجدة فهو بمعنى الدلالة مثل قوله تعالى (وان من شئ الا يسبح بحمده) فالتسبيح فى ذات الشئ هو بزوغه الى كماله ورؤابه طباعا على الغرض الالهى فى دوام الكون على ماسخر له وفيما تعداه من غيره هو دلالته بتغايره التى تتناوبه وصوره التى تتعاقبه على انه مزموم محمول مصروف .

فمن استدل منه بهاصار مسبحا كهو وليس عليه ان يقفه عنده ومثل قوله تعالى (والنجم والشجر يسجدان) اى انهما ذواظل ساجد ، ويجوز ان يكون السجود من التذال فالافتقار فكل محدث مضطر الى التدبير والتبقية .

---

(١) الذى يظهر من مطالعة الكتاب ان عدة ابواب منه لاتوجد فى هذه النسخة

وقيل ايضا فى سجودها الانقياد لمنوالى المقدر الموكول لحفظه لطيفة ومرجع ذلك الى مالا يبعد عما ذكرناه .

وقد قيل فى النجم انه الكواكب وذلك غير ممتنع فان الاستدلال من النجوم بحركاتها يكون بلا وسائط ومن النبات بوسائط كذلك لاشئ لزم الأشياء من ظلالها دلت الشمس على حدودها ولو تدل عليها فظل الشخص منبسط على الارض انبساط الساجد لو ضع رأسه على الارض معفروز واله عن جهة الى اخرى وتنقله من موضع الى موضع ومن مقدار الى آخر منبه على سببه وهو حركة الشمس من المطلوع الى الافول وهى من أعظم الادلة وابهرها على المحرك الأول الذى يتحرك .

فالظل الذى هو قريب الاشياء الى الانسان سلم الاستدلال الأبعد فهو اذن سجوده سواء تنبه منه صاحبه على الواجب وكان طالعا اولم يتنبه وكان كارها يسجد بعضه ولا يسجد لبعض ويستدل غيره به ولا يستدل هو بنفسه فالعقل يوجب على صاحبه ان يستدل بمثاله المتقل مع ثباته من غير ان ينفك عنه او زايله ويعتبر بكثرة تغايره تغاير نفسه وان لا يتخلف عن طاعة ربه مع ملاعب ظله قد استغنى بشغله به عن غيره وان لا يكون كالظليم يرتاع من ظله بل يعلم انه غير ممكن من الامتناع عن ان يسجد ظله وينتقل من يمين الى شمال .

وانما خص الله تعالى ذكر الغدو والآصال لفرط انبساط الظل فيهما وصدق مشابهته للسجود عندهما مع انتصاب الظل لانه الممكن ان يكون حينئذ للمظل بدل الانبساط انقباض بتغيير وضع من المظل واماله عن الانتصاب كما قال ابو الفرح بن هند •

لنا ملك ما فيه للملك آلة سوى انه يوم السلام متوج
اقيم لاصلاح الورى وهو فاسد وكيف استواء الظل والعود اعوج

وانما اخذ هذا التشابه فى المتلازمين من قول ابن ثوابه حين سئل عن صاعد فقال ما يفضل ظل وزارته عن شخصه •

ومن قول ابى الفتح البستى

تكودنت تعويلا على مثل جرى ان اعوج سكين فعوج قرابه

وايضا فان الحركة تكون فيه فى ذينك الوقتين اظهر وانما يحتاج منه الى الحركة ليستدل بها على تحرك السبب وليتنبه ايضا من شدة التفاوت فى حركة الظل مع تساوى حركة الشمس على النظر والبحث ، وايضا فان الظل فى ذينك الوقتين منبسط بالحقيقة مدوم الرأس فقرينه كذلك مملوك غير مالك رأسه •

واحد الدواعى للنصارى الى استقبال المشرق ما فى الانجيل ان مريم المجدلانية (١) ذهبت بالغداة الى قبر المسيح ورأت فى الطريق ظلا يسبقها فالتفتت فاذا هو بالمسيح وقد سجد ظله فى هذه

(١) كذا فى الاصل

الحكاية فامن يسجد ليث شعرى ان كان هو الهائل قد ادبر الظل عنه وسجد لغيره وشهد ان المظل مربوب ولئن رأت مريم المسيح عند التفاتها انه كان مستقبلا للمغرب الذى استدبرته النصارى فى موضع ملتهم وناقصوا وايضا فان ذينك الوقتين وهما الطلوع والغروب احق الاوقات بمعرفة الحركة فى الطالع والغارب عند تغير شكله فى المنظر كما استدل ابراهيم عليه السلام بذلك فيهما •

واليه يرجع ما روى عن ابى الدرداء انه قال (ان شئتم لاقسمن لكم ان احب عباد الله الى الله الذين يرعون الشمس والقمر والنجوم والاظلة لذكر الله) يعنى انهم بفضل التفكر فى خلق السموات والارض واستعماله فى التوحيد وفى اوقات العبادة •

واما ماورد فى الخبر ان السلطان ظل الله فى ارضه فمعناه متجه على الذى يكون حجة لاعلى المتسلط بالغلبة وكيف يتوجه اليه معما ورد (ان لاطاعة لمخلوق فى معصية الخالق) وانما قصر الخبر على من يتقبل فعله تعالى فى ابقاء العالم على نظام التعادل وحملهم على مناهج المصلحة حتى تشابه بفعله ظل الشخص يتحرك بحركته ويسكن بسكونه الا ان يسهو عما فى جبلته، كما قال ابوبكر الصديق فى قوته الغضبية (ان لى شيطانا يعترينى فاذا مال بى فقومونى) فاما من يبعث فى الارض قصدا ويخرب البلاد عمدا ويخالف فعل الله مضرا فتعالى الله عن ان يكون مثله ظلة او حجة على خلقه من عنده •

الباب الرابع (١)

فى ما يرسمه اطراف الظل فى الآفاق

اول علم الهئية متقررة على فوت مقدار الارض الحس بالقياس الى فلك البروج وان السطح المستوى المار على حدبة الارض مماسا لها على المسكن قائم مقام سطح الافق المنتصف للكرة ونائب منابه فطرف الشخص اذن كمركز الكل حسا والشمس ترسم فى اليوم والليلة بحركة الكل دائرة فى الحس دون التحقيق فان حركتها على خط اولى الصورة متصل والشعاعات الخارجة من تلك الدائرة الى رأس الشخص القائم مقام المركز ترسم مخروطا شعاعيا رأسه طرف الشخص وقاعدته مدار الشمس •

وذلك الشعاع المستقيم يبلغ من الفلك مدار امساويا المدار الشمس موافقا اياه فى مقدار الميل مخالفا فى الجهة ويرسم مخروطا كالاول يسمى مخروط الظل لان الشعاع اذا جاوز رأس الشخص احاط بالظل الحادث منه وسطح الافق بالضرورة قاطع مخروط الظل، اما فى خط الاستواء فعلى موازاة سهم هذين المخروطين ولذلك ترسم اطراف الاظلال فيه خطوطا مستقيمة فاذا تجاوز خط الاستواء زال سطح الافق عن موازاة سهم مخروط الظل ولقى السهم داخل مخروط الشعاع فرسمت اطراف الاظلال فيه خطوطا منحنية تسمى قطوعا زائدة تخلص الى ان يكثر العرض فيشوبها

تطع مكاف عند موازاة سطح الافق ضلع مخروط الظل الذى تحته دون الذى فوقه .

وانما يتأتى فيه القطع المكافى لان سطح الافق المحسوس ليس بالحقيقة سطح دائرة عظمى ثم عند مجاوزة ذلك الموضع الى التى يزداد عرضها على تمام الميل الاعظم يظهر بعض المدارات الشمالية بأسرها ويصير فوق الافق فاذا دارت الشمس فيها كان قطع سطح الافق سهم المخروط فى داخله واعرض فيه من ضلعه الى الضلع المقابل له فكان القطع الحادث فيه هى المسمى ناقصا ولتمام احاطته يدور طرف الظل حول الشخص من جميع جهاته ورسم قطعا ناقصا مسدورا مستطيلا مادامت الشمس دائرة فى تلك المدارات .

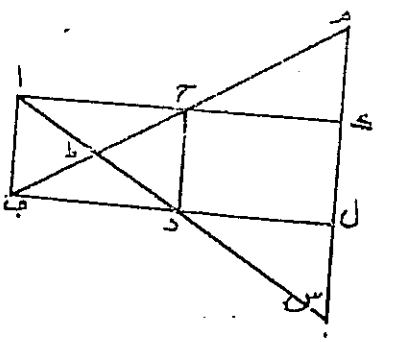
ولابى الحسن ثابت بن قرة فى تحديد الخطوط التى ترسمها اطراف الاظلال فى آفاق الارض كتاب حسن كاف، وذكرها ايضا ابراهيم بن سنان فى كتاب الاظلال ذكرا مجملا ،ولان نهاية ربع دائرة فى افق من تحت القطب يرسم طرف الظل دوائر هى بالفعل متصلة خطا اوليا على مثال اتصال المدارات التى ترسمها الشمس .

وقد وقع لابى الحسن ثابت بن قرة فى مسائله المشوقة سهو هو قوله ان الضوء الداخل فى الثقب الى البيوت يكون اسطوانيا

ولهذا يقطعه الحيطان بقطوع ناقصة كأن الاسطوانة تختص بهذا القطع دون المخروط ، وليس يكون الشعاع المذكور اسطوانى الشكل وانما يكون مخروطيا •

فلتكن الشمس ـ ا ب ـ والجدار ـ م س ـ والثقبة ـ ج د فالضوء الداخل فيها لايكون اسطوانيا لانّ الثقبة اصغر من الشمس وهب انها مساوية لها فليس دخول الشعاع فيها على هئية اسطوانة ا ج ك ـ ل د ب ـ ولكنه يمتد من ـ ب ـ الى ـ ج ـ شعاع ب ج م ـ ومن ـ ا ـ شعاع ـ ا د س ـ فحينئذ يقطع جدار ـ م س ـ مخروط ـ ط م س ـ على قطع ناقص ومهما كانت الثقبة ابعد من الجدار كان القطع اعظم لان رأس المخروط وهو ـ ط ـ فى جهة الشمس والحال على مثله اذا كانت الثقبة اصغر من الشمس من كون الشعاع مخروطيا دائما لايجوز غيره •

ش ـ ١



الخامس فى التغايير التى تلحق الظل

من اختلاف وضع المضيء فى نفسه

الجسم المحصر المديم اشفاف المظل على آخر مثله وقد علاهما مضيء اذا كان قرب من ذلك الآخر كان ظله اصدق ظله لقلة وصول انعكاس اشعع من الجهات اوضعفه و تقطعه باتساد طرق امتداده، وكذلك اطراف الظل ترى اخلص شكلا وابتداء اقل امتزاجا واظهر تماسا فاذا بعد الظل عن الظل الذى احدث احد الظل والشعاع يشتبكان ولا يخلص الفصل المشترك بينهما حتى يكون ظلا محتا اوشعاعا صرفا .

فالى هذا اشار الكندى فى قوله اى الصحيفة المقوية كلما كان الى الارض قرب كان الظل اصدق ونور الشمس اقوى فاذا رفعت عرض الضوء وغير الظل واختلط هذا كما حكيت ثم فات بتدفه (١) لان الساتر المظل من قصب رث لم يخلص ستره لكثرة الخلل وصار ظله ممزوجا كالدخن على خلاف ظل الجبل المكتنز الذى شبهوا به حلوكة الغاج فقالوا سود كانها ظل حجر ولان الشمس عظم من الارض وسائر ذوات الاظلال التى نعلمها فان ظل الارض بالضرورة يخرط ويدق وعلى ازدياد البعد عنها، وكذلك الحال فى سائر الاشخاص التى عرفها حتى اذا التقى الشعاعان المطيفان بكل موضعين متقابلين منه بطل الظل اصلا وقبل بلوغه ملتقى سطحى الافق

(١) كذا فى الاصل

والشعاع المار من الشمس على رأس الشخص ولهذا السبب بطل التضريس بالوجود فى ظل الارض المسمى فلك الجوزهر ، وان كان الفصل المشترك بين القطعة المضيئة من وجه الارض وبين الاخرى المماثلة منها ذا تضريس بالاغوار والانجاد ولمثله ايضا كما مازج ظل الارض الذى يكتنفه فى ممرات القمر اختلف الوان كسوفه لتفاضل الظلام شدة وضعفا الى ان تصدق حلوكته سهم مخروط الظل .

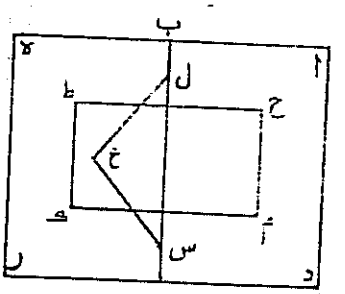
وهذه بعينها علل استدارة ضياء الثقبة ذوات الزوايا اذا وقعت على الحيطان بالبعد عنها وذلك لاقتراب مالكل ضلعين منها متوالين من الموضع الممتزج بالضياء والنور والتقائهما لاجل التشاكل على موضع بعده عن الزاوية اعظم من بعده الممتزج من منتصف الضلع فيحصل منه مضلع عدد زواياه ضعف زوايا الثقبة ثم يلزم هذا المضلع مالزم الثقبة ايضا .

وعلى هذا القياس لايزال عدد الزوايا يزداد على تضاعيف كتضاعيف الشطرنج بخاصية زوج الزوج واذا بلغت غاية التكاثر استدارت فى الحس فان محيط الدائرة عند بعض الطبيعيين زاوية كله ولذلك تناسب القسى والزوايا .

ومن اراد ترافد الاشباه وتخاذل الاضداد فليقف فى موضع بعضه ظل وبعضه ضوء وليتماس فيه ـ اب ج د ـ وشعاع ـ ب د

ز ج ـ على ـ ب ج ـ ثم ليرفع عن الارض شخصا فى الهواء ويبعده بحيث يقع ظله مثل ـ ح ط ك م ـ لو كان الموضع كله مضيأ فانه يجد ما يقع من ظله فى حيز الشعاع على هيئة ـ ل ع س قد عاضده الظل حتى صير ـ ل س ـ اعرض ونافره الشعاع حتى نقص عرضه واعجز ـ ع ـ عن بلوغ ـ ط ك ـ الذى هو مكانه •

ش ـ ٢

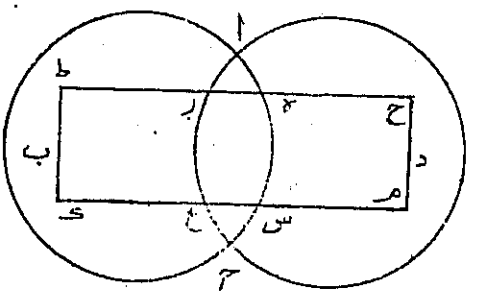


وربما تركب الشعاعان فحدث منهما ما يتعجب منه من لا يهتدى للعلل وكان شعاع الشمس داخل البيت من ثقبتين متقاربتين على حصير او غيره وتقاطع دائرتان على الارض كدائرتى اب ج ـ ا د ج ـ على نقطتى ـ ا ج ـ فاذن يقع شخص مظل فيما بينهما وبين الشمس حتى وقع ظله مثل ـ ح ط ك م ـ انقسم الى

ك ;

زك ط ع ـ ح ه س م ـ فى الطرفين ظلين خالصين و بظل الفال من ه ز ع س ـ فكان ضياءا على هئية شعاعى الدائرتين لان كل واحد منهما فى الظل عن الموضع المشترك بينه و بين الآخر من اختلاف وضع المضيين يحصل للشخص ظلان ربما تركبا فخلص الظلام المشترك ورق فيما لم يشترك و ربما تباينا •

ش ـ ٣

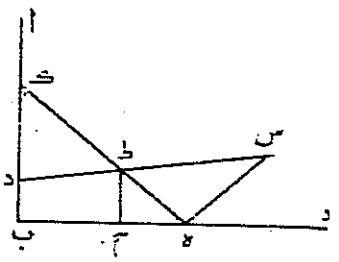


كما حكى ابو العباس الايران شهرى فى مسائل الطبيعة انه كان على شط واهتدى بجنب جبل مقابل للشمس فى الوقت وان رجلا دنا من الشط فاستبان له على الجبل ظلان احدهما فوق الآخر ثم طول فى علة ذلك •

فليكن الجبل ـ ا ب ـ والارض ـ ب ج ـ والنهر ـ ج د والشمس ـ س ـ والايران شهرى عند ـ د ـ والرجل الواقف ـ ج

ط ـ وتمر على رأسه شعاع ـ س ط ز ـ فيكون ضوءه على الجبل ـ ب ـ ويكون الشعاع المنعكس من سطح الماء على زويتين متساويتين ماراً على رأس الواقف ـ س ه ط ك ـ فيكون ظله منه ـ ك ب ـ أما ز ب ـ فمتخيل لانه من كلا الشعاعين ظل وأما ـ ك ز ـ فممتزج فانه من احدهما ظل ومن الآخر ضوء ولا يزال يعين مثل هذا من سراج ذى فتيلتين اومن سراجين متقاربين •

ش ـ ٤



ولا يظنن ظان ان كون المضلعات المذكورة مرتب فى زمان فانه هو دفعة واحدة مع الشروق ولكن التعليل يقتضى ترتيبه فيه كالأشياء المتكونة اولا فأولا فى الزمن وذلك لاجل التفهيم •

فاما ما ذكرناه من التقاء المواضع الممتزجة بين الظلام والنور فيتحقق عيانا اذا وقف واقف والشمس عن يمينه ويساره وارتفاعها

قريب من ثمن الدور فانه اذا تناول بيده اعضاء وجهه وجد ظلى الاصبع وذلك العضو الناتىء من الوجه ملتقيين متحدين قبل تماس عضويهما، وقد شاهدت ذلك على شبيه بهذا الوضع ولم يتفق لى امتحانه فى سائر اوضاع الارتفاع •

وحكى ان افلاطن ما يظن منه ان سببه هوما حكيناه من تحرك الظل الى الظل وذلك انه قال فى كتاب طيماوس عند ذكره الهيولى وانه ظل من الا ظلال ان الا ظلال تسيل دائما من الاجسام فتجمد بحيلة روحانية عالية ويكثف فيكون منه الظل •

فان قيل زعم ان السيلان تكون فى جميع النواحى فلم لا يكون الظل حيث الضوء

قلنا ان الحرارة تمنع السائل عن ان تكتنف والبرد فى خلاف جهة الضوء لجمعه وقوة الا ظلال عند هولاء ظاهرة فان الضبع زعموا اذا وطى ظل الكلب المتردد فى السطوح سقط منها والطامث اذا رأت وجهها فى المرآة اومستها صدئت •

ولأن افراط هولاء فى اثبات فعل الظل لقد افرط بازائهم عبد الله بن محمد الناشى فى نفى فعل الظل واختلط حتى لم يعرف من فرط الغيظ ما يقول وزعم ان اصحاب الحق انكر واما اعتل به المنجمون فى كسوف القمر وافسدوا ان يكون ظل الشمس يكسف القمر لان الظل ليس بجرم فيفعل والانوار تنير الظلم لا انها تزيل

النور ، والحق ما قيل ان الغضب والعجلة من الشيطان .

واما على قياس ما حكى عن افلاطون فيجب ان يصدق الظل اذا دام مكثه وان يكون فى الشتاء اشد كثافة وفى الصيف ارق والاظهر سخافة وليس ذلك بموجود كذلك .

واقاويل الرجل محتملة للتأويلات لاستعماله الرموز وخاصة فليس السكون عنده معنى مقابلا للحركة الا من جهة الوجود والعدم وكذلك الظل والضياء عنده بهذه المثابة فى التقابل .

ثم اقول اذا تحقق ما اوردناه من ممازجة الضياء والظل تحقق ما يقع فى مقادير الاظلال من الاختلاف والقصور عن الواجب لان الاشخاص اذا كانت صنوبرية الشكل وهكذا تطلب فى الآلات المعمولة للساعات فان الشعاع عند اطرافها المستدقة يحيط بها من ثلاث جهات وقد قارب تعالى الجسم المنصوب فيصير ظله الموجود اقل مما يوجبه تقدير الظل .

ويعاين ما ذكرناه ان وضع على رأس الشخص شئ ذو مقدار بحيث يظهر له على الارض ظل ما فانه يرى ظله صغيرا وعن ظل الشخص متميزا فيجب للاحتياط ان يعمل لرأس الشخص المخروطى كرة اذا وضعت عليه اظلت من الارض مقدار حصة ثم تثقب ثقبا مخروطيا بحيث اذا سلك فيه رأس الشخص بلغ طرفه المحدد مركزها وسيوجد ظل تلك الكرة على الارض مباينا لظل الشخص

مباينة

مباينة كثيرة ثم تكون خفيفة مساحة الظل من المغرز الى وسط ذلك الظل المشابه للحمصة ومهما كان ارتفاع الشمس اقل كانت المباينة اكثر وضرره فى العمل اظهر وذلك فى ظل القمر اشد ضررا لو كان مما يستعمل فى شيء من الاعمال الاعلى وجه التقريب واذا قصد التساهل فيه احتمل ايضا ذلك الضرر معه •

فليكن ـ ا ب ج ـ ربع دائرة الارتفاع على مركز ـ ه الذى للكل و ـ ا ه ج ـ فى الافق الحقيقى و ـ ط ـ رأس الشخص و ـ و ـ مغرزه من المسكن على وجه الارض و ـ ز و ـ فى الافق المحسوس ولتكن الشمس على نقطة ـ ب ـ ارتفاعها المحسوب ـ ا ب ـ وبعدها عن سمت الرأس ـ ب ج ـ ويخرج ـ ن ط ز ـ فيكون و ـ ن ـ ظل مقياس ـ ط و ـ فى هذا الارتفاع اعنى المستوى الموجود و ـ نغرز ـ ه ز ـ مساويا ـ لـ ط و ـ ونخرج ـ ز ك موازيا الافق يلقى قطر ـ ب ه ـ على ـ ى ـ فيكون ـ ز ى ـ ظل الشخص لو كان رأسه مركز الارض فلان زاوية ـ و ط ن خارجة عن مثلث ـ ه ط ب ـ يكون اعظم من زاوية ـ ط ه ب المقابلة لزاوية ـ ز ه ى ـ فزاوية ـ ز ه ى ـ اصغر من زاوية ـ و ط ن ـ ولنجعل زاوية ـ ز ه ك ـ مساوية لزاوية ـ و ط ن ـ فيكون مثلث ـ ز ه ك ـ مساويا لمثلث ـ و ط ن ـ و ـ ز ى ـ الظل فى المركز اصغر من ظل ـ ز ى ـ فى المسكن فنسبة الشخص الى ظله

فى المسكن اصغر من نسبته اليه فى المركز الا ان مقدار ـ ه ط ـ الذى هو بعد مابين المركز والمسكن من ـ ه ج ـ الذى هو بعد الشمس من مركز الارض يتصد عن نصف عشر سدس عشر واحد بالتقريب اعنى ثلاث دقائق من الجيب كله اذا كان ستين جزءا وهو نقصان ب س ـ جيب الارتفاع من ـ س ـ عن ـ ب د ـ جيبه محسوسا ولم يوجد له عندالاعتبار والامتحان قدر محسوس وخاصة فى الارتفاعات التى تزيد على ثمن الدور ولو وجد له تأثير لوجد ايضا فيما بين ظلى الشخصين المختلفين لارتفاع واحد اختلاف محسوس وذلك ان اعظمها اذا كان ـ ط ز ـ والاصغر ـ ه ز ـ كان ظل الاعظم ـ ز ف ـ وظل الاصغر ـ ز ى ـ ونسبة ـ ط ز ـ الى ـ ز ف ـ هى نسبة ـ ه ز ـ الى ـ ز ك ـ وهى اصغر من نسبة ـ ه ز ـ الى ـ ز ى ـ ولكنها فى الوجود مساوية لها فالاختلاف الذى يولده مقدار ه ط ـ فيما يعلق امره بالشمس ومافوقها غير محسوس به فى الآلات وانما يستخرج حسابا ٠

ولأن الاجرام السماوية التى توجد للاشخاص ظل فى اشعتها هى الشمس والقمر فقط لان الزهرة وان وجد لها شئ من ذلك فليس بحيث يكمل حتى يضبط ظل شخص منها وانما يوجد لها فى البيوت المظلة ضياء اذا اشرقت على الثقب النافذة اليها ويتخيل منها كما اظل لايكاد يتحصل ، والمشترى اعجز منهما فى هذا الباب

بكثير

بكثير .

فلنفصل ـ ه م ـ مساويا لاحد ابعاد القمر على المركز وليكن اقربها فاذا كان القمر على نقطة ـ م ـ كان فى الجزء الذى فيه الشمس مسامتا لها بالحساب فانه مبنى على الزوايا التى على مركز الكل وظله ه ل ـ ونسبة شخص ـ ط و ـ اليه اصغر من نسبته الى ـ و ن ـ ظل الشمس وهى فى هذا الموضع اعنى حيث بعداهما عن سمت الرأس مقدار واحد، ولندر على مركز ـ ه ـ ونبعد ـ ه م ـ من مقدار القمر فى كرية قوس ـ م ص ـ فاذا كان القمر على نقطة ـ ص ـ كان ظله فى المسكن ـ و ن ـ وفى المركز ـ ز و ـ فنسبة الشخص الى ظل الشمس فى المركز اصغر من نسبته الى ظل القمر فيه فنسبة الشخص الى ظل القمر فى المسكن اصغر من نسبته الى ظله فى المركز واكثر اختلافا مما لظل الشمس فيهما لكن مقدار ـ ه ط ـ من ـ ه م قريب من ثلاث عشرا اعنى جزئين من الجيب كله وهو لا محالة منتج فى نقصان ـ ص ع ـ عن ـ ص س ـ ما يظهر للحس وزاوية تمام الارتفاع المحسوب فى المركز اعنى ـ ج ه ب ـ لا يخالف الا المحسوس بالرؤية اعنى ـ ح ط ب ـ وللتى بالرؤية مثلا اذا كان القمر على ص ـ يرى بعده عن سمت الرأس كبعد الشمس اذا كانت على نقطة ـ ب ـ ويكون ظلاهما حينئذ بمقدار ـ ه ج ـ والمقدار الذى به اختلف منظر القمر فى فلكه هو ـ م ص ـ وما من كوكب

الاوله حظ من اختلاف المنظر لكنه يتفاوت فيها بحسب ابعاده من الارض .

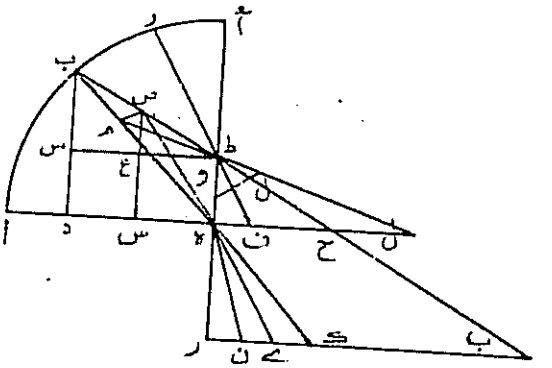
ولصعب ادراك اختلاف منظر الشمس بالآلات وقلة تأثيره فى الاظلال والارتفاعات خفى ما لها من اختلاف الاحوال فى اوج فلكها وحضيضه والا كانت نسبة الظل الى الشخص عند الاوج صغر منها عند الحضيض .

ولهذا السبب المتوهم غير الموجود قال الكندى ان ظل رأس الحمل اقصر من رأس الميزان، وكان يجب عليه ان يشترط فيه زمانه بسبب تحرك الاوج، واما فى القمر فلقربه من الارض يفضل مقدار اختلاف منظره فى الغاية على الجزء الواحد فيظهر اثره ويحس به فى الآلات ويدرك فى الكسوفات حتى يكون بين الاجتماع الحقى وهو الذى يكون فيه القمران على — ب م — وبين الاجتماع المرئى الذى يكون فيه على — ب ص — مقدار من الزمان محسوس به وبعد القمر الابعد من الارض قريب من نصف بعده الاقرب فيحق ظل القمر فى بعديه اختلاف آخر، وهذا وامثاله من الاسباب ندعو باصحاب هذه الصناعة عن استعمال اظلال القمر فيما تحتاجون اليه حتى انهم اضربوا عنها جملة الا عند الضرورة فانهم تتوى الى غير الواجب وتجرى مجرى الخمين والجزر .

فاما قول الكندى انا اذا نصبنا شخصا وجدنا ظله نصف النهار

النهار من الشمس اقصر من ظله من الكواكب لعرض جرمها ولو كانت اعراضا لازدادت اظلالها قصرا •

ش — ٥



فليكن لما قال نصف قطر الشمس — ب ز — ويخرج — ز ط ت فخرف — ز — من جرمها بنور — ب — فيكون — ع — منتهى ظلها والذى يجب ان يكون من مركزها — ح — ولكن لا فائدة فى ذكر الكواكب لعدم الظل منها، بل كان يجب ان نقول ان الظل الموجود يكون اقصر من الواجب المحسوب وكذلك ذكر نصف النهار فضل فان هذه الحالة تعم الاظلال فى كل وقت •

السادس فى الطريق الذى يتنظم به استعمال الظل والمقياس

اجزاء الارض الناتئة عن السطوح الموازية للافق اذا لم يشف وشرقت الشمس عليها كانت كظل الارض فى حدوث ظل لها

فى الجهة المقابلة لجهة الشروق •

وقد ذكر ابو زيد البلخى فى وجوه منافع الجبال ما احكيه بلفظه ، قال واحد منافع وجوه الجبال انها اظلال واكنان وذلك ان الارض لو كانت بارزة ليس فيها ساتر عن الشمس طول النهار لما دامت حياة ولما صلح شئ من اسباب الحرث والنسل اذ كانت حاجة كل واحد من ذلك الى الظل الذى يقيه من وهج الشمس فى وزن حاجته الى ان يضحى فى الوقت الذى لا يستغنى عن شروق الشمس فيه عليه •

والظلال التى تظل الحيوان والنبات على وجهين : ظلال الاشجار وحيطان المساكن ، وظلال الجبال ومعلوم ان ظلال النوع الأول قاصرة فى النفع عن الأخرى لشيئين •

احدهما انها عرضية وظلال الجبال المظلمة ثابتة غير زائلة والثانى ان ظل كل شخص انما تكون قوته فى الوقاية من الحر والبرد معا بحسب كثافة اجزاء الشخص الساتر المولد للظل واستصحافها فلذلك صارت ظلال الجبال الشامخة هى المرفقة للحيوان والنبات على الحقيقة دون الظلال المصنوعة ومن اجل هـذا صارت الشعاب والغيران ملجأ للذين يسكنونها واكنانا من اذى الحر والبرد ولذلك عدها الله تعالى فى نعمه فقال (وجعل لكم مما خلق ظلالا) •

وقال ابو عثمان الجاحظ ظل الحجر اسود لان الساتر كلما كان

أشد اكتنازا كان ظله اشد سوادا وتقول العرب (ليس اظل من حجر ولا أدفى من شجر) وليس يكون ظل ابرد ولا اشد سوادا من ظل جبل وخاصة ماعرض منه وارتفع وفى هذا ذهب الى التباعد عن الشعاع المازج لاطراف الظل لا الى الاكتناز .

واما ماذكر من دفأ الشجر فمحمول على ممانعة الصير كما نعة كل كن اياه فالغار فى الجبل يفعل اكثر من ذلك لعدم الخلل الا ان يرون الدفأ بالشجر وقت ايقادها اويظنونه لها من جهة النار الموجودة منها فانهم يتخيلونها بعينها مستكنة فيها، وقد قالوا ان ظل الاظلال ظل الصير وظل التنعيمة وظل الحجر فلزموا القياس من جهة غلظ ورق التنعيمة فقد قيل انه كالسلق . قرنوها بالحجر وكل ما لزم الظل يقاسمه الحجر والشجر بحسب صورتهما .

ثم نقول نحن ان السطوح المستقيمة التى تقع عليها اظلال كثيرة وهى كلها سطوح آفاق مساكن ان عامت عروضها كانت محدودة واظلال الاشخاص للارتفاعات عليها معلومة ومع ذلك فلها ضربان هما كالجنس المشتمل على انواعه واحدهما هو الظل الذى لم يزل الى الآن فى ذكره ويحيط به نفس المظل المحدث له والشعاع المارمن الشمس على رأس المظل والذى بينهما من سطح الافق الاان الضياء لما كان مدركا على بسيط الارض سمى موضع المعدوم الضياء منه ظلا ويسمى المظل شخصا وعند استعماله وخاصة فى الحساب

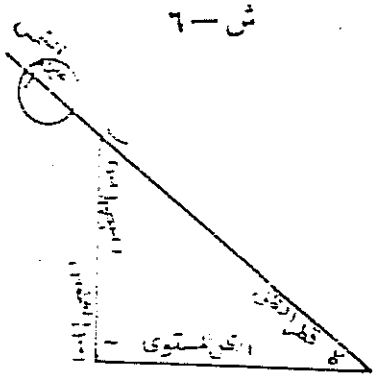
مقياسا •

وهذا نوع من الاظلال يكون ابدا فى سطح دائرة الارتفاع على المقل المشترك بينه وبين سطح الافق للمقياس لعمود القائم عليه ويسمى بسيطا لانبساطه على وجه الارض الذى لا تتوفيه ولا غور•

وهكذا سطح الأفق والميل محمول على ما خالفه من السطوح المستوية سوى قاعدة عليه •

ومثال ظل المستوى ن ـ ا ـ جرم الشمس و ـ ب ج ـ المقياس قائم على ـ ه ج ـ الموازى لسطح الافق و ـ ب ه ـ شعاع الشمس المار على رأس شخص ـ ب ج ـ فيصير ـ ب ج ه ـ من الهواء هو الظل لا ن ـ ه ج ـ هو الذى يسمى ظلا مستويا على ان اصله ج ـ وطرفه ـ ه ـ و ـ ه ب ـ الواصل بين طرفى المقياس والظل هو قطر الظل (١) •

ش ـ ٦

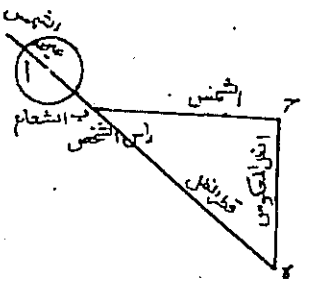


(١) كذا فى الاصل

فاما النوع الثانى من الاظلال فاوارى مقياسه سطح الافق ثم كان المقياس عمودا على السطح القائم على كل واحد من سطح الأفق ودائرة الارتفاع ونفس الظل يكون منطبقا على محور الافق ويسمى معكوسا لان رأسه تحت اصله ومنتصبا ايضا لكونه على القطر الذى عليه الانتصاب فى ذلك المسكن من اقطار الكرة على هذا المثال .

وكلام الصوفية يكاد أن يكون غير مفهوم عندهم فضلا عند غيرهم وخاصة كلام الحسين بن منصور الحلاج وهو يقول فى كتاب الكبريت الأحمر ان ظل القائم كان منتصبا قائما وسائر الأظلة منخفضة منبسطة فلذلك يسمى الأود قائما وهو اعظم بمعانى الفاظه، وهذان النوعان من جنس الاظلال هما المحدودان المضبوطان فى كل مسكن ويشتركان فى مزاولة الارتفاعات وتماماتها ويناسبان جيوبهما .

ش — ٧



فاما الخارجة من هذين الصنفين من المقاييس المنصوبة على غير السطحين المذكورين فانها غير محصورة ولذلك لا تستعمل الا تكلفا فى بعض الآلات النجومية على انها ترجع فى آخر الامر الى احد ذينك النوعين بالاضافة الى افق من آفاق المعمورة فقد قلنا انها اظلال لارتفاعات من الآفاق التى تلك السطوح فى سطوحها ونحتاج اولا فيها الى تحديد ميل تلك السطوح ثم الى اعمال تفنن (١) فيطول التعب فى العمل بها •

وقد حصل مما تقدم ان الارتفاع المرى فى كرة الشمس هو الارتفاع الخفى فيها اذ لا قدر للأرض عندها وخاصة فان الظل الممسح فى بعد مفروض للشمس عن سمت الرأس ثم حسب فيه فلم يخالفه تاكدت (١) الثقبة بفوز مابين رأس المقياس الذى رأسه مركز العالم الحس ثم ظهر فيه لما سفل عن الشمس واختلف الارتفاعان المرى والخفى ولو امكن اعتبار ذلك فيما يوجب تحت القمر من الانوار والنيران لوجد مقداره مفرط العظم جدا •

فاستبان بذلك ان الامر المنتظم فى استعمال الاظلال فيما بين اشعة الشمس هو باحتساب رؤوس المقاييس مركز الارض وفى استعمال الحلق (٢) وباحتساب مراكزها مركز هاوان ذلك مقصورة عن المظل بالحقيقة وهو الشمس •

---

(١) كذا (٢) هنا بياض فى الاصل •

السابع فى الاقسام التى تقسم بها المقاييس

الضرورة توجب تناهى الظل فى المشف الذى يمتد فيه متى فضل مقدار المضئ على مقدار الظل فى السعة وماعدا ذلك فناف عن الظل المتناهى فى جهة امتداده ، ولكناقد قدمنا ان الظل والضياء فى المشف الصادق الشفاف كالهواء بمنزلة واحدة فانها تحس به عندانتهائه الى جسم مستصحف غير مشف فيصير منه ما قابل المضئ ويظلم ماستره المظل على استقامة بين الظل والمضئ والمظل المتوسط اياهما وذلك كالحال فى ظل الارض فانه فى الهواء ممتد يحيط به الضياء ولسنا نحس باحدهما الا على البرد اذا خرق او بعضه الظل فانكسف منه ما دخل فى الظل وبقى الباقى خارجه مضيأ ، ونحس معه باستدارة ذلك الظل فيكون دليلا على استدارة الارض لان ذلك الظل يكون بحسب الفصل المشترك لما اضاء من الارض وما اظلم منها ووجودنا ذلك الظل فى كسوفات القمر مستديرا لحرف مع اختلاف وضع ذلك الفصل المشترك من طول الارض وعرضها يوجب الاستدارة لها وان تتوالجبال لايؤثر فيها لصغرها بالقياس الى عظم الارض .

فاذا كان الامر على هذا قلنا ان الارتفاع المضئ عن الافق يقوم للقياس المنصوب على سطحه مقام زيادة مقدار المضئ على المظل فلذلك يحدث لظله قدر محدود موجود اما حسا واما تقديرا فان عدم المضئ ارتفاعا قام ذلك للقياس مقام مساواة المضئ المظل

فلم تكن لظل نهاية من الجهة التي اليها الارتفاع اعني من جهة الطرف كما كان عند طلوع الشمس وغروبها فان الظل يكون حينئذ غير متناه .

وكذلك اذا كان من ثقبة وراءها سراج ثم كان اعلى الثقبة على موازاة طرف المقياس كان الظل ايضا ممتدا الى غير غاية واذا زالت نهاية عند المساوات فأولى بها ان يزول بحصول الخطاط المضئ عن طرف المقياس فان ذلك يغير نقصان مقدار المضئ عن مقدار الظل فالظل اذن الموجود للاشخاص المنصوبة على وجه الارض يكون في طول والقصر بحسب ارتفاع المضئ في القلة والكثرة اعني ان الظل يتناقص بازدياد الارتفاع المضئ حتى يبطل عند بلوغ الارتفاع غايته التي لا زيادة عليها وهي بلوغها قمة الرأس كما يحكيه قائل .

اذا زفة الحادي لطى المنا ... و تقلص الظل فصار جوربا

والآخر

اذ لطى اتعبت سواقها ... وركبت اخفافها اعناقها

وابو النجم في قوله (والظل عن اخفافها لم يفضل) واراد بعضهم ان يحوم حول علة فجعلها شدة الحر . وقال

وهاجرة حرها واقد ... نصبت لحاجبها حاجبي

يلوذ من الشمس فاؤها ... لباد الغريم من الطالب

وتسجد للشمس حرباؤها كما سجد القس للراهب

وقريب منه من قال •

ولرب هاجرة تفل بحرها صير الركائب

والشمس تأكل ظلها اكل اللظى عص ناب حاجب(١)

ويزاد الظل بتناقص الارتفاع حتى يصير الى غايته التى ليس وراءها غاية اعنى عدم النهاية فيه عند بطلان الارتفاع •

والأمر فى المعكوس بعكس ذلك والظل مقدار مستقيم الصورة لمقياس مستقيم بالضرورة وان عمل على آلة مقوسة فان التقويس لا يغنى فى صنعته شيأ والارتفاع على قوس من دائرة والتناسب بين القسى والخطوط المستقيمة غير معلوم ولا منتظم على مناهج النسب المعلومة فهو اذن ما بين اضلاع المثلث الكائن من المقياس والظل وقطره وبين اضلاع المثلث الكائن من جيبى الارتفاع وتمامه والجيب الاعظم لانها خطوط مستقيمة والمثلثان متشابهان ولان المقياس هو الفاعل للظل والثابت على مقداره عند اختلاف مقدار مفعوله فان الظل ممسوح به وخاصة اذا كانت المنسبة اليه عند استعماله فى تحديد الاوقات اذ فى حساب النجوم(١) وان فى معرفة احايين الصلوات وليس يكون الظل ابدا مثالا للمقياس اوامثالا كاملة له فانما يكون احيانا بعض المقياس واحيانا امثالا له وزيادة قاصرة عن تمام المثل فاحتيج الى تجزية المقياس

(١) كذا فى الاصل

باجزاء ليقدر بها ذلك المقدار القاصر عن المثل لينطق بتلك النسبة بين عددين كما احتيج فى سائر المقادير الموضوعة آحادا لتقدير الموزونات والمكيلات والمذروعات وغيرها ٠

ولما لم يكن عدد تلك الاجزاء شيئا ضروريا طبيعيا بل كان وضعيا اختلف قاصدوه اذ لم يجمعهم مكان اوزمان اورأى فاخذ كل واحد منه اما ما اتفاقا وذلك غير قادح فى العمل متى كان محفوظا عند انسان واحد اوصار معلوما مستعملا عند اناس كثير مجتمعين ٠

واما ما استصوب لغرض ما من العادات اوالتشبيهات فحاله كحال الاول عند الواحد اوالجماعة ٠

والذى عثرنا عليه من الاراء فى زماننا فى اعداد هذه التجزية ثلاثة انواع، احدها الستون وهو رأى اهل المغرب وعليه العمل فى كتاب المجسطى وفى زياج متابعى بطاميوس واليونانيين والمحدثين وسببه انه جعل نصف قطر الدائرة حين اراد استخراج نسب الاظلال الى مقاييسها فى الاعتدالين والانقلابين مقياسا وقد كان جعل نصف قطر الدائرة ستين جزأ فصار المقياس مجزأ باجزائه وتبعه الحدث فانتفعوا به من جهتين ٠

احدهما ان بعض اعمالهم بالاظلال قد صار اسهل كثيرا مما كان قبل ذلك بالجيوب وسقط عنهم فيها نصف المؤونة ٠

والثانيـة ان هذا العدد كان مخرج اجزاء الواحد عند المنجمين وعند كثير من اصحاب المعاملات فكما ان الضرب فى الجيب كله والقسمة عليه ازداد سهولة وصار حطا الى رتبها لدقائق اورفعا عنها كذلك الضرب فى المقياس والقسمة عليه او الضرب فى احدهما والقسمة على الآخر سهل بذلك ٠

وزدته انا فى أعمال الزيجات مزية سهولة بان جعلت كل واحد من الجيب كله والمقياس جزءا فسقط عنها ذكر الحط والرفع اصلا ٠

والنوع الثانى من اعـداد التجزئة هو اثنا عشر وهو رأى اهل المشرق والهند من نبيهم فانهم يخطون عروض البلدان باظلال الاعتدال والانقلابين ويستخرجون اكثر الاعمال باظلال ويسمون اجزاء هذه القسمة اصابع و بلغتهم الـكل وهكذا فى زيج الاركند الاصابع ودقائقها انحل ويتنحل (١) لـكنه لم يقع لى بالدقائق سماع وانما هو نقل صورة الاسم بالنسخ كما هو ٠

والسبب فى وقوع سمة الاصابع على هذه الأقسام اثنى عشر ان الشبر المعتدل بالأصابع المعتدلة قد قدر اثنا عشر اصبعا لانه ثلاث قبضات والقبضة أربع أصابع ومقدار الشبر متوسط بين الاستقصال عظما و بين الاستنزار صغرا ويكون اكثر ما يستصحب الانسان فى السفر والحضر من المعادن القريبة منه كالسكاكين والمساطر

(١) كذا

والمسال والاوتاد وما اشبهها بل قايس الظل فلما يعدوه فى اغلب الاحوال فمن احتاج الى قياس الظل شرع فى الحال فى نصب سكين معه أوعمل وتديشابهها وعادة فى مقادير السكين سكاكين اولى الصلاح دون خناجر لدعارجارية على الشبر أوماقاربه من جهتى الزيادة والنقصان فاذا كان المنصوب شبرا ثم شبر الظل لامثال المقياس وقدرما قصر عن المثل بالقبضات والاصابع صار الظل معلوما وسمى نصف سدس المقياس اصبعا. وكثيرا ما كنت اشاهد الهنود اذا رامو تحديد وقت لعملهم الذى يجئ له ذكر فيما بعد مروايديهم فى استقبال الشمس حتى صار اليد من لدن المرفق على موازاة الافق وباطن الذراع والساعد نحو السماء ثم نصبوا نصف الاصبع الوسطى فصار مقياسا وامتد ظله على بطن الراحة والساعد فمحوه باصابع اليد الأخرى. ولم يتفق فى سؤالهم عما بعد ذلك من عملهم لكن واجب ان تضرب تلك الاصبع فى اربعة حتى تكون اصبع بالحقيقة لان نصف الوسطى الذى قسوا ظله هو ربع الشبر فهو ثلاثة اصابع ونسبة الثلاث الاصابع فى ظلها كنسبة الاثنا عشر فى ظلها .

فحقيقة التحويل ان نضرب اصابع الظل الموجود من نصف الوسطى فى اثنى عشر وتقسم المبلغ على ثلاثة فتخرج اصابع ظل الشبر واذا بدلنا كانت نسبة الثلاثة فى اثنى عشر كنسبة الظل الموجود الى الظل المطلوب والثلاثة ربع الاثنا عشر فاصابع الظل الموجود ابدا ربع

اصابع الظل المطلوب •

ويمكن أن يكونوا مؤخرين لهذا التحويل الى ماوراء ذلك فيضربون فى خلال العمل شيئا فى اربعة اضعاف الواجب أو يقسمون شيئا على ربع الواجب فيحصل التحويل حينئذ •

ولمثل ما ذكرنا سمى الجزء من اثنى عشر من كل واحد من قطرى النيرين اصبعا لان كل واحد منهما على كبد السماء شبر بالرؤية •

فاما فى زيج الاركند فسمى هذا الجزء باسم مقتضب فى لغتهم فهو ماشه دون الأصبع وكل ماشه اربع كاكى ولم يقع لى بهذا الاسم الاخير سماع، وأما الأول فانى وان كنت سمعته ففى الاوزان فانهم يسمون وزن ثلاثة دراهم من الذهب تولة وهى اثنا عشر ماشه وكل ماشه اربع وندى وكل وندى اربعة جووهى الشعيرات •

ولما حصلت النسبة على ماذكرناه كانت نسبة الظل الى مظله فى الوقت الواحد وعلى الوضع الواحد بعينه نسبة واحدة سميت الاجزاء التى بها يقسم المظل باثنى عشر عظمت فيه اوصغرت اصابع •

والنوع الثالث هو السبعة اوالستة والنصف وكل واحد من هذين يسمى اقداما وهو رأى للمسلمين فيما بين الرأيين المذكورين والسبب فيه انهم لما احتاجوا من الظل الى ما احتاج اليه الروم والهند وانما احتاجوا الى اظلال نصف النهار ليعرف وقت العصر

منها من اجل وجوب الزيادة فى المحافظة على صلاتها لاشتباه وقتها لان المتدينين لمراعاة ذلك هم مأذنوا المساجد فالمحتنون منها قد تلدوا اصحاب صناعة التنجيم فى آلات لذلك عملوها ونصبوها لهم والزائدون عليهم بالاجتهاد فى صناعتهم قد ضبطوا مقادير اظلال الزوال فى بلدتهم طول ايام السنة بالامتحان والاعتبار حتى تولوا استخراج وقت العصر منها فجعلوا قدودهم مقاييس اذهى اعمدة طبيعية ونسبوا بها تلك الأظلال المضبوطة عندهم لكنهم احتاجوا الى مسح الظل. وكان القدم اقرب اليه لانها فى اصله وعادة العوام ان يمسحوا مقادير البيوت بالاقدام عند تأسيس جدرانها واخذ النموذج لبسطها وفرشها وما شابه ذلك .

والقدم المعتدلة التى تعد المعتدل من الناس واحدة نسبة معلومة ذكروا انها نسبة الواحد الى السبعة فكما ان الاصبع الواحد نصف سدس مقياسه كذلك القدم سبع مقياسها والأقسام السباعية لذلك سميت قداما .

وما بقى من الفريقين فعوام تشمئز قلوبهم من ذكر الظلال والارتفاع والخيب ويقشعر جلودهم لمشاهدة الحساب والآلات ويبلغ بهم ذلك الى حد لا يؤمن معه مثلهم على مآل فضلا على اوقات صلوة لا لخيانة وعدم امانة ولكن لفرط جهالة .

مثاله ان واحدا منهم التجأ الى فى هذا الباب وبعثنى ماشهدت

من فرط شفقته بصناعته واشفاقه ان يقع منه فى امر دينى خلل وتخرجه عن التجازف فيه على تولى آلة لأوقات صلاتى النهار بحسب المذهب الذى كان يراه وجعلته على شهور الروم احتراسا عن اسماء البروج فاخذ يقترح فيه على انه عمله على شهور العرب فاعلمته أن الامر لايسنبهم (١) بها وانها مع شدة الاضطراب يحوج حينئذ الى النسئ وهى محرم فى الاسلام وزائد فى الكفر فحملته جهالته على ان ختم الامر بانه لا يقبل شيئا معمولا على شهور الروم ولايستجيز ادخاله المسجد وليس القوم بمسلمين فقلت له، فالروم ايضا يأكلون الطعام ويعشون فى الاسواق فلا تتشبه بهم فيهما ولما لم ينجع فيه التبصير والتعليم قابلته بما استخفه بالداء الذى لا دواء له ورأيت ترك الاحتساب بكسر تلك الآلة حسبة .

فاما من ذهب فى الاقدام الى الستة والنصف فى مقياسها فقد اداه التدقيق اليه وذلك ان قايس الظل بقده لا محالة يستدبر عين الشمس ويستقبل بوجهه الظل كى يتأمل قدره ويعلم علامة على ما يدرك من نهايته فيصير بالضرورة ابهام رجله نحو طرفه لكن الذى يرسم الظل هو جانب الوجه منه، والذى يعمل طرفه هو ما اشرف من الرأس على الجبهة لكن الشاقول المرسل من مقدم ابهامه يقع من الكعب نحو الاصابع ويكون مسقط الحجر على وسط الاخمص .

(١) كذا .

فاذا كان الظل سبعة اقدام من الموقف حين يكون ظل كل شئ مثله ثم كان ابتداء السبعة من عند العقب دون الشاقول المذكور دخل من القدم فى الظل نصف السلاميات باستحقاق وفضل منها نصف العقب فبطل ثم يبقى بعده ظل جانب الوجه ستة اقدام ونصف وهى اقدام الشاقول لأنا فرضنا الوقت حين يساوى الظل مقياسه ٠

ولهذا امر فى بعض الكتب بان لايعد قدم الموقف فى الظل عند قياسه والأمر فى كلا القولين اصلاحى غير ضرورى ولذلك يجوز لغير هذا الموقف أن يزيد عليه ويفرغ رأيه فيقول ان الرأس مهما خلى وشكله الطبيعى كان كالكرة معمورة من ناحيتى الجنبين الا ان طوائف من الناس يغيرون خلق الله كأهل خوارزم فانهم يفرطحون رؤوس الاطفال عرضا ويغمزونها فى المهد من ناحيتى الامام والوراء ويصيرونها مثله ونكالا بين اهل العالم ويمكن ان يكون لهم فى الدنيا اشكال ٠

فان ابقراط ذكر فى كتاب الأهوية والبلدان حال قوم يعرضون رؤوسهم افتخارا بالشجاعة حتى يكون عرض الرؤوس علما لهم وخطر بباله منهم امر مستحيل ٠

فقال ان ذلك من فعلهم الصناعى يصير طبعه فى النسل يولدون عليها عراض الرؤوس بالطبع فعنفه جالينوس على ذلك ٠

وكأهل فرغانة فانهم يغمزون الهامة من فرق حتى يشرف مقاديم رؤوسهم على الجبهة وتصير هى المحدثة لطرف الظل وهولآء بالحقيقة هم الذين يقع الشاقول من جباههم على انصاف اقدامهم فيكون ظل القامة عندهم بحسب القانون المتقدم ستة اقدام ونصف ٠

واما للخوارزميين فيقتضى ان تكون سبعة اقدام وافية لأن اعالى رؤوسهم بين القودين هي المحدثة لطرف الظل ويحاذى اعقابهم ويقع الشاقول منها عليها ٠

واما الرؤوس المتروكة عل جبلتها الأولى فاعلى موضع فيها هو اليافوخ والشاقول منه واقع على ثلث القدم من جانب العقب فيجب ان يكون اصلهم على ستة اقدام وثلثى قدم وسطا بين الخوارزميين وبين الفراغنة ٠

ومن أعجب الاشياء ان ابا معشر اثبت ظل الاقدام فى جداول زيجه على ستة وثلاثين وان استعماله فى المؤامرة ستة ونصفا، ونقلها النيريزى ومحمد بن عبد العزيز الهاشمى الى زيجيهما كذلك ٠

وزاد الهاشمى عليهما بان سوى بين الجدول والمؤامرة فخرج من التذبذب والحسن بن الصباح جعل الشخص فى زيجه المخترع سبعة اقدام ونصف فلئن كان ذلك من الناسخ انه ارتفاع

على السبعة بمثل انحطاط الستة والنصف عنها وان هذا التفريع ليذكر في جبلات احد من تصدى لمناقضة الباطنية فيما يولعون به من حماقات التشييع وقولهم ان الانسان سبعة اشبار فقال ذلك مناقض في تكذيبهم بالمعارضة بل هو ثمانية اشبار لان القميص ستة اشبار ونصف وارتفاع الذيل عن الارض نصف الشبر والعنق مع الرأس اكبر من شبر .

وكذلك قال صاحب رسائل اخوان الصفا ان طول القامة ثلاثة اشبار بشبرها مع تفاصيل بعدها لسائر الاعضاء مبنية على الجبلات فان هذا كلامهم في غاية الرقاعة لم يكن اراد به صاحبه دفع الشر بمثله ومعارضة الجبل بما يؤتى عليه فربما قال له الاول ان الشبر ينقص عن القدم باصبع فاذا انتقلت القامة عن السبعة الاقدام الى الاشبار صارت ثمانية وان لم تكن سبعة اشبار فالتسوية على حاله من جهة الاقدام وثم يجمع بين الموسى وبين الحي هؤلاء نصبين، وكل واحد من نوعي الاصابع والاقدام يستعمل في الظل المستوى لاعن وجوب وقوع القدم خاصة يذكر في اقياء نصف النهار قبل زوال الشمس عن كبد السماء .

وما في الظل المعكوس فقد تستعمل فيه الاجزاء الستون لما قدمنا ذكره وسميتها دقائق حين جعلت الجيب كله جزءا واحدا وجائز ان تقسم المقياس بجزئين ونصف مثل مقدار الجيب كله كما

عمله برهمكويت فى زيج كند لانك اوبارهـه (١) اوخمسين جزءا ونصف كما عمل هو فى براهم سندهانده اوسبعـة وخمسين جزءا وخمس عشر كما عمل ارجهند فى كتبـه وافتفاه بلس اليونانى فى سدهانده •

الا ان استعمال الظل فى حسابات القسى كان لاصحاب بطاميوس فقسموا المقياس بحسب اقسام نصف القطر فى كتـاب المجسطى مقتفين إثره فانه ايضا كذلك قسمه فى باب الخامس من المقالة الثانية منه فاما الهند وما تضمنه السدهاندات الخمسة عندهم فما نطق عملهم فيها بشيء يقتضى قسمة المقياس باعداد الجيب فلذلك لم يعرفوه ولم يتعرضوا له •

الثامن فى نقل انواع الاظلال بعضها الى بعض

انواع الاظلال بحسب اجزاء مقاييسها اربعة هى المقدرة بالاجزاء وبالاصابع وبالاقدام الصحاح والمنكسرة فاذا طلب من كل واحد منها سائر انواع الثلاثة حصل منها اثنا عشر ازدواجا اولها اقتران نوع الاجزاء لكل واحد من الانواع الثلاثة الباقية فذلك ثلاثة ، ثم اقتران نوع الاصابع لكل واحد من الباقية فذلك ستة ، ثم اقتران نوع الاقدام السباعية بالثلاثة الباقية فذلك تسعة ، ثم اقتران نوع الاقدام المنكسرة بكل واحـد من الثـلاثة فذلك اثنا عشر •

(١) كـذا فى الاصل .

فان الحق بكل واحد منها الاستواء والانعكاس صارت اربعة وعشرين الا ن ذلك لغولا معنى له من جهة ان التحويل منصبة على المقادير والاقسام مستغن عما يولده نصب المقياس وسطح ظله من جهة ان الاقدام برية عن ذكر الانعكاس وانما يوصف به الظل المقدر بالاجزاء اكثر مما يوصف بالاستواء الاعن ضرورة ٠

واما المقدر بالاصابع فواقف بين الصفتين على حاله شبيه بالتساوى وصفة الاستواء اغلب عليه فليعدد الاقترانات الاثنا عشر بعد ان يقول بالاطلاق ان الظل اذا كان مقدرا باحد الاقسام الاربعة واردنا تحويله الى اقسام نوع آخر كانت نسبة الظل المحصل الى اقسام مقياسه كنسبة الظل المطلوب الى اقسام مقياسه، وثالث هذه المقادير الاربعة مجهول فلايزال يضرب اول هذه الاعداد فى رابعها اعنى الظل المحصل فى اقسام مقياس الظل المطلوب ويقسم ما اجتمع على ثانيها وهو اقسام مقياس الظل المحصل فيخرج ثالثها وهو ظل المطلوب ٠

ولهذا امر فيه كوشيار بن لبان فى زيجه الجامع بان يضرب الظل المفروض فى اقسام المقياس الذى يراد التحويل اليه منحطا اى مقسوما على ستين لان الظل الموضوع فى زيجه هو باجزاء الستين وكل ما قسم على ستين فقد انحط الى ما دونه من الدقائق والثوانى ٠

ولمثله امر ابو الوفاء البوزجانى فى كل واحد من زيجه ومجسطيه بضرب اجزاء المقياس الذى يراد التحويل اليه فى الظل المفروض ولم يذكر القسمة لانه جعل اجزاء المقياس ستين دقيقة وكل ما قسم على واحد كان ثابتا على مقداره •

وعلى التمثيل بالتفضل يبتدىء بالاقران الاول ويقول كأنا وجدنا الظل عشرة اجزاء واردنا نقله الى الاصابع فضربنا العشرة الاجزاء فى اثنى عشر اصبعا وقسمنا المأئة والعشرين على ستين جزءا يخرج اصبعان وسواء اخرنا القسمة كما قلنا اوقدمنا بان نقسم اولا مقياس الظل المطلوب وهو اثنا عشر على مقياس الظل المحصل وهو ستون فيخرج خمس واحد ثم نضرب هذا الخارج فى الظل المحصل وهو عشرة اجزاء فيجتمع اثنان وهى الاصابع المطلوبة لكن هذا الخمس ثابت غير متغير لثبات الستين والاثنى عشر على مقدارهما ومعلوم ان ضرب الصحاح فى الكسر هو احد مقدار منها نسبته الى جملتها كنسبة ذلك الكسر الى الواحد فيجب لذلك ان نأخذ دائما من اجزاء الظل خمسها فيتحول اصابع ولأن الضرب اسهل من القسمة فان ضرب الاجزاء فى اثنى عشر دقيقة ينوب عن قسمتها على خمسة لاخذ الخمس والتحويلات الأخر تجرى على مجارى شبيهة بهذه •

ومثاله الاقتران الثانى انا اردنا نقل الاجزاء العشرة الى

الاقدام السباعية اعنى بمقياس السبعة فضربنا العشرة فى السبعة وقسمنا السبعين على الستين فخرج واحد وسدس وهو اقدام هذا الظل وبتقديم القسمة اذا قسمنا السبعة على الستين خرج سبعة اجزاء من ستين من واحد فاذا ضربناها فى العشرة اجتمع سبعون جزءا من ستين من واحد وذلك واحد وسدس كما خرج اولا ولم يزدد العمل سهولة فان السبعة لاتعد الستين والسهولة انما تحصل باشتراك العددين وتزول بتباينهما.

فان اردنا تحويل الاجزاء الى الاقدام المنكسرة اعنى بمقياس ستة ونصف ضربنا العشرة فى ستة ونصف وقسمنا الخمسة والستين على ستين فخرج واحد ونصف سدس وهو اقدام هذا الظل.

واستعمالها بجنسه اسهل بان نضرب الاجزاء فى ثلاثة عشر وتقسم المبلغ على مائة وعشرين وتأخير الضرب لايسهل بشىء من العمل فان الخارج من قسمة ستة ونصف على ستين هو ثلاثة عشر جزءا من مائة وعشرين من واحد وهما متباينان وكذلك ان خذنا هذا النصف من مخرج الدقائق فكان المقياس ستة اقدام وثلاثين دقيقة وجب ان تقسم ثلاث مائة وتسعين دقيقة على ثلاثة آلاف وستمائة دقيقة والوثق يطوى (١) هذين العددين الى خمس السدس ويصيرها ثلاثة عشر من مائة وعشرين فيؤول الامر فيهما الى ماتقدم ويخرج ست دقائق ونصف فاذا ضرب فيها العشرة الاجزاء اجتمع واحد وخمس

(١) كذا

دقائق.

دقائق وهى نصف سدس الا ان العمل لم يزد سهولة، وقد نقصت ثلاثة من الازدواجات فان كان الشخص المحصل اصبعين واردنا نقلهما الى الاجزاء ضربناهما فى الستين وقسمنا المائة والعشرين على اثنى عشر فخرج عشرة اجزاء وهى المطلوبة ٠

وان قدمنا القسمة كان مقسوم الستين على اثنى عشر خمسة ومضروب الاصبعين فيها عشرة اجزاء لكن الخمسة غير متغيرة فالاصابع اذن بالضرب دائما فى ستة تتحول اجزاء لان زيادة الستين على اثنى عشر هى اربعة امثال الاثنى عشر وخمسة امثال الشئ مساوية لمجموعه الى اربعة امثال فاصابع الظل ابدا كما تقدم تكون خمس اجزائه ايضا ٠

وان اردنا نقل الاصبعين الى الاقدام السباعية ضربناها فى السبعة وقسمنا على اثنى عشر فيخرج قدم وسدس وتقدم القسمة لازدياد سهولة لتباين السبعة والاثنى عشر لكننا اذا نصفنا الاثنى عشر وزدنا على نصفها سدسه حصل مقياس السبعة فكذلك اذا نقصنا اصابع الظل وزدنا على نصفها سدسه اجتمع اقدام هذا الظل ٠

ومعلوم ان زيادة السدس يكون بالضرب فى سبعة وقسمة المبلغ على ستة لان نسبة كل مقدار الى مجموعه مع سدسه كنسبة الستة الى السبعة فاذن متى ضربنا نصف الاصابع المغطاة فى سبعة اجتمع فى مثالنا سبعة وبقسمتها على ستة يخرج قدم وسدس كما خرج

اولاسواء قسمنا على ستة اوضربنا فى عشر دقائق لان القسمة على ستة تخرج سدس المقسوم كما نأخذ سدسه بالضرب فى السدس وهو من ستين دقيقة عشر دقائق فاذن مهما ضربنا نصف الاصابع فى سبعة ثم فى عشر دقائق كان الحاصل اقدام ذلك الظل السباعى •

فان رمنا ازالة التنصيف عن هذا العمل ضربنا الاصابع المغطاة فى سبعة فاجتمع ضعف ما كان اجتمع اولا •

ويجب ان نقسمه على ضعف ما كنا قسمنا عليه اولا ليتفق القسم فى كليهما وضعف المقسوم عليه اثنا عشر، وقد آل الى ما تقدم سواء قسمنا عليها اوضربنا المقسوم فى خمس دقائق فانه يخرج بكليهما اقدام هذا الظل •

وقد استعمل بعض الحساب للتسهيل خمسة امثال العددين فضرب فى خمس مرات السبعة وهى خمسة وثلاثون وقسم على خمس مرات الاثنى عشر وهو ستون لان نسبة الاعداد الى الاعداد على نسبة اضعافها المتساوية والستون مخرج الكسور فى الصناعة فيجب اذن ان تضرب الاصابع فى خمس وثلاثين دقيقة فتحصل الاقدام السباعية وهذا هو التسهيل دون استعمال العددين صحاحا فان خمساهما ينوبان عنهما ويصير استعمال الاضعاف لذلك فضلا •

فان اردنا نقل اصبعى المثال الى الاقدام المنكسرة ضربناهما فى ستة ونصف وقسمنا الثلاثة عشر على اثنى عشر فيخرج قدم ونصف

سدس وذلك اقدام هذا الظل وبتقديم القسمة يكون القسم ثلاثة عشر من اربعة وعشرين ، وهذان العددان هما انصاف اقسام المقياسين او اضعفنا اقسامهما فمتى ضربنا الاصابع فى ثلاثة عشر وقسمنا المبلغ على اربعة وعشرين خرج اقدام الظل المنكسرة والستة والنصف مثل نصف الاثنا عشر ومثل نصف سدسها فاذا زدنا على نصف اصابع الظل نصف سدسها حصلت الاقدام المنكسرة لكن زيادة نصف السدس يكون بالضرب فى ثلاثة عشر وقسمة المبلغ على اثنى عشر •

وان اردنا تنصيف الاصابع آل الامر الى ضربها فى ثلاثة عشر وقسمة ما اجتمع على اربعة وعشرين وقد تقدم ذلك •

وابو معشر فى الباب السابع والخمسين من زيجه ضرب ظل الاصابع فى ستة اقدام ونصف وقسم المجتمع على اثنى عشر اصبعا حتى خرج له ظل الاقدام المنكسرة ثم وضع فى الجدول بازاء ثمن الدور ستة اقدام وثلثى قدم مخالفا حساب نفسه — وقد ذكرنا حال الناقلين من زيجه وهذا تمام الاقترانات الستة •

فان كان الظل المغطى اقدا ماسباعية واردناها اجزاء ضربناها فى ستين وقسمنا المجتمع على سبعة فتخرج الاجزاء •

وان اردنا تحويل الاقدام السباعية الى الاصابع ضربناها فى اثنى عشر وقسمنا المبلغ على سبعة اونصفنا الاقدام وزدنا على نصفها سدسه بالضرب فى السبعة والقسمة على ستة او بالضرب فى السبعة

ثم فى عشر دقائق. وان شئنا اضعفنا عدد الاقدام والقينا من ضعفها سبعة بالضرب فى ستة والقسمة على سبعة .

وكذلك ان القينا من اقدام الظل المنطى سبعها ثم اضعفنا الباقى ، ولمثل ما تقدم اذا ضربنا الاقدام فى ستين وقسمنا المجتمع على خمسة وثلاثين خرج فى جميعها الاصابع المطلوبة .

وعكس التسهيل المتقدم فيها هو ان تقسم الاقدام على خمس وثلاثين دقيقة الا ان مزوة (١) السيعونة بالضرب زائلة عن القسمة .

واذا اردنا تقل الاقدام السباعية الى الاقدام المنكسرة ضربناها فى ستة ونصف وقسمنا ما اجتمع على سبعة فيخرج المطلوب وان شئنا تقصنا من الاقدام السباعية نصف سبعها بالضرب فى ثلاثة عشر وقسمة المبلغ على اربعة عشر ، وقد كمل من الاقترانات تسعة .

فان كان ظل المنطى اقداما منكسرة واردنا تقلها الى الاجزاء ضربناها فى مائة وعشرين وقسمنا المبلغ على ثلاثة عشر فتخرج الاجزاء ، والاختيار اليك فى هذين العددين ان شئت جعلتهما انصاف اقسام كل واحد من المقياسين وان شئت جعلتهما ضعف المقياسين والامر فى استعمال واحد والمقصد فى آخره كذلك .

فاما تقل هذه الاقدام المنكسرة الى الاصابع فتضربها فى

(١) كذا فى الاصل .

اربعة وعشرين وقسمة ما بلغ على ثلاثة عشر وهما انصاف اقسام المقياسين فاستعملها ابو معشر فى باب المذكور من زيجه كما هو من غير بسط الى الانصاف •

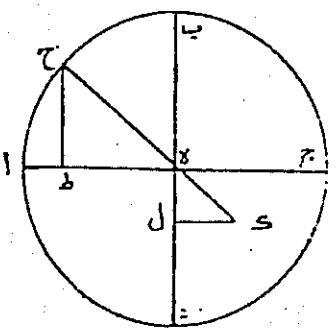
واما تحويلها الى الاقدام السباعية فبان نضرب فى اربعة عشر ونقسم ما اجتمع على ثلاثة عشر وهذا تمام الازدواجات الاثنى عشر •

التاسع فى الظل المستوى والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا

نسبة المقياس الى قطر الظل كنسبة جيب الارتفاع الى الجيب كله فليكن ـ ا ب ج ـ دائرة الارتفاع على مركز ـ ه القائم مقام رأس المقياس و ـ ا ه ج ـ الفصل المشترك بين سطح الافق وبين سطح هذه الدائرة و ـ ب د ـ قطبا الافق ونفصل ـ ه ل ـ مساويا للمقياس والشمس على نقطة ـ ح ـ فيكون ا ح ـ ارتفاعها وعمود ـ ح ط ـ جيب هذا الارتفاع و ـ ح ب تمام ارتفاعها و ـ ه ط ـ مساو لجيبه ونخرج شعاع ـ ح ه ك ول ك ـ عمودا على ـ ه ل ـ فيكون ـ ل ك ـ الظل المستوى لارتفاع ـ ا ح ـ و ـ ك ه ـ قطر الظل ولتوازى خطى ـ ل ك ط ه ـ تكون زاوية ـ ح ه ط ـ الخارجة مساوية لزاوية ـ ه ك ل وزاويتا ـ ط ل ـ قائمتان فمثلثا ـ ه ك ل ـ ح ه ط ـ متشابهان

فنسبة ـ ه ل ـ المقياس الى ـ ك ه ـ قطر الظل كنسبة ـ ح ط جيب الارتفاع الى ـ ه ح ـ الجيب كله .

ش ـ ٨



فان فرض لنا الظل لوقت ما معلوما فاردنا معرفة ارتفاع الشمس لوقتئذ ضربنا الظل فى مثله والمقياس فى مثله وأخذنا (١) المجتمعين فيكون قطر الظل ثم قسمنا عليه مضروب المقياس فى الجيب كله فيخرج جيب الارتفاع ونقوسه فى جداول الجيوب فيخرج ارتفاع الشمس لوقت ذلك الظل، وهكذا نعمل فى جيب كل قوس مساة اذا علمناه ولثبات المقياس والجيب كله فى كل زيج على مقدار واحد يمكن ان نفرض فى العمل مضروب احدهما فى الآخر اصلا نعمل عليه دائما كما يوجد فى بعض الزيجات واذا اعتبر ذلك بالاجزاء وبمقدار الجيب كله كان مضروب اجزاء المقياس الستين فى جيب بطليوس ـ ٣٦٠٠ ـ وفى جيب الهند ـ ١٠٠ ـ ومضروب اصابع

(١) هنا خرم فى الاصل .

المقياس فى جيب بطاميوس ـ ٧٢٠ ـ وفى جيب الهند ـ ٣٥ ومضروب اقدام المقياس السباعية فى بطاميوس ـ ٤٢٠ ـ وفى جيب الهند سبعة عشر جزءا ونصفا وبالانصاف لازالة الكسر عن العدد ٣٥ ـ ومضروب اقدام المقياس المنكسر فى جيب بطاميوس ـ ٣٩٠ وفى جيب الهندستة عشر جزء وربع وبالارباع لازالة الكسر ـ ٦٥ فان جعل المقياس جزءين ونصفا لتساوى جيب الهند كان مضروب هذه الاجزاء فى جيب بطاميوس ـ ١٥٠ ـ وفى جيبهم ستة وربع وبالارباع ـ ٢٥ .

ومتى توصل اعمال اصحاب هذه الصناعة فى ذلك لم يخف ما سلكوه من الطرق ووضعوه من الاعداد كمحمد بن ابراهيم الفزارى ويعقوب بن طارق ومحمد بن موسى الخوارزمى وحبش الحاسب وابى معشر البلخى والفضل بن نديم النيريزى ومحمد بن جابر البتانى (١) وابى الوفا البوزجانى فان هؤلاء كلهم ذكروا فى زيجاتهم انه اذا ضرب الظل فى مثله والمقياس فى مثله واخذ جذر مجموعهما كان قطر الظل لان ـ ك ه ـ فى الشكل المتقدم يقوى على ـ ك ل ل ه ـ ثم منهم من ذكر ضرب المقياس فى مثله مطلقا ومنهم من عين عدد مربعه بحسب المقدار المفروض للمقياس فى زيجه من مائة واربعة واربعين وربع لاحد نوعى الاقدام وتسعة واربعين للنوع الآخر وثلاثة الآف وست مائة الاجزاء وعلى مثله الحال فى زيج الشاه

(١) كذا فى الاصل

للاصابع، ولما تقرر لجميعهم قطر الظل تدرج به بعضهم الى جيب تمام الارتفاع وبعضهم الى جيب الارتفاع نفسه •

اما الذين قصد واجيب تمام الارتفاع فانهم ضربوا الظل المفروض فى الجيب كله وقسموا المبلغ على قطر الظل فخرج لهم جيب تمام الارتفاع لان نسبة ـ ل ك ـ الى ـ ك ه ـ كنسبة ـ ط ه الى ـ ه ح ـ و ـ ه ط ـ مأوجيب قوس ـ ل ح ـ تمام ـ ا ح الارتفاع. وهؤلاء هم الخوارزمى فى احد عمليه والنيريزى والبتانى (١) وكذلك كوشيار فى زيجه الجامع لكن الجيب كله لما كان عنده جزءا بستين اقام الخط مرتبة مقام الضرب فيه فقال اقسم الظل على قطره منحطا اى مضروبا فى ستين فيخرج جيب تمام الارتفاع •

واما الذى قصد واجيب الارتفاع نفسه فقد قسموا على قطر الظل مضروب المقياس فى الجيب كله لان نسبة ـ ه ل ـ الى ه ك ـ كنسبة ـ ح ط ـ الى ـ ح ه ـ ولكن كل واحد من المقياس والجيب كله كما قلنا غير معتبرين بالقدر فقرضوا مضروب احدهما فى الآخر بحسب ما تقتضيه الزيج، اما الفزارى والخوارزمى ويعقوب بن طارق وابو معشر وصاحب زيج الشاه فانهم امروا بقسمة ألف ومائتى مائة على قطر الظل وهو مضروب مائة وخمسين فى اثنى عشر •

(١) كذا

ومحمد

ويجب ان يلحق بهذا العدد ذكر الدقائق احتراسا عن زلة من يقلد ولا يفهم •

واما حبش والبتانى فانهما امرا بقسمة سبع مائة وعشرين على قطر الظل وهى مضروب ستين فى اثنى عشر فبهذه الاعمال صار الارتفاع لهم معلوما •

وفى عكس ذلك اذا فرض الارتفاع معلوما واريد ظل الشخص وقتئذ فان نسبة ـ ح ط ـ جيب الارتفاع فى الشكل المتقدم الى ط ه ـ جيب تمامه كنسبة ـ ه ل ـ المقياس الى ـ ل ك ـ ظله ولهذا يضرب المقياس فى جيب تمام الارتفاع ويقسم المجتمع على جيب الارتفاع فيخرج الظل •

وعلى هذا العمل فى زيج الشاه ويعقوب والخوارزمى وحبش وابى معشر والنيريزى والبتانى لايختلف الا بمثل ما اختلف به ماتقدم اعنى ان بعضهم يطلق ذكر المقياس اذا ضرب فيه وبعضهم يعين اجزاءه بحسب ما فرض فى زيجه •

وكالنيريزى فانه يضرب فى الجيب كله بدل الضرب فى المقياس لان كل واحد منهما عنده ستون جزءا، والذى امر به كوشيار من قسمة جيب تمام الارتفاع على جيب الارتفاع منحطا هو الذى امر بعينه فان المنحط هو المضروب على جيب الارتفاع منحطا فى ستين التى هى اجزاء المقياس عنده وكذلك ابو الوفاء

امر بمثله الا انه لم يحط اذ كان فرض المقياس واحدا ٠

وربما يخطر ببال المطالع لكتاب ابى سعيد احمد بن محمد بن عبد الجليل السجزى فى العمل بالاسطرلاب ان شكل الظل فيه مخالف لما تقدم بسبب سلوكه فيه طريق التحويل، ونحن نحكيه من الصورة المتقدمة، اما الحساب فهو ما تقدم ٠

واما البرهان فانه فرض بنبه (١) ـ ح ط ـ فى المقدارين الاولين من الاربعة المتناسبة جيب الارتفاع ـ و ـ ط ه ـ جيب تمامه ثم فرض ـ ح ط ـ فى المقدارين الآخرين منها المقياس و ط ه ـ ظله فصارت نسبة ـ ح ط ـ الى ـ ط ه ـ بمقدار ما كنسبة ح ط ـ الى ـ ط ه ـ بمقدار غيره ولهذا شبهناه بالتحويل ٠

ونقول ان نسبة ـ ح ط ـ الى ـ ح ه ـ كنسبة ـ ه ل الى ـ ه ك ـ فاذا قسمنا مضروب المقياس فى الجيب كله على جيب الارتفاع خرج قطر الظل وهو يتوى عليه وعلى المقياس فاذا نقصنا من مضروب قطر الظل فى نفسه مضروب المقياس فى نفسه واخذنا جذر الباقى كان ظل ذلك الارتفاع لكن المقياس غير متغير المقدار وان تغير اعداد اقسامه فمضروبه فى مثله غير متغير الى (١) بحسب تغيرها والى هذا ذهب الفزارى وحبش فقسم احدهما على جيب الارتفاع ألفا وثمانى مائة اذ كان الجيب كله عنده ستون فخرج لهما قطر الظل ثم نقصنا من مربعه مائة واربعة واربعين

(١) كذا فى الاصل ٠ التى

التى هى مربع المقياس فبقى لهما مربع الظل •

واما ابو الوفاء فانه قسم الجيب كله على جيب الارتفاع فخرج له قطر الظل لانه لما فرض المقياس واحد اصار مضروب الجيب كله فيه هو هو بعينه فقسمته اياه على جيب الارتفاع يقوم مقام قسمة مضروب الجيب كله فى المقياس ولما حصل له قطر الظل عمل فى احد طرفيه بمثل ما تقدم من اخذ جذر فضل ما بين مربعى قطر الظل والمقياس •



وفى الطريق الآخر ضرب قطر الظل فى جيب تمام الارتفاع لان نسبة ـ ه ك ـ الى ـ ك ل ـ كنسبة ـ ه ح ـ الى ـ ه ط ـ فاذا ضرب ـ ك ه ـ فى ـ ه ط ـ لم يستغن عن القسمة على ـ ه ح ـ الاحين نجعله ايضا واحدا ولم نفعل فيجب ان يلحق به ليصح •

ووجد فى بعض الاعمال المجهولة انه اذا قسم على جيب الارتفاع تسع مائة وخمسة وسبعون ثم ضرب ما يخرج فى مثلـــه ونقص منه اثنان واربعون وربع كان جذر مايبقى هو الظل وهو بعينه كما تقدم ذكره •

الا ان صاحبه لما قصد عمل الظل بالاقدام المنكسرة قسم مضروب الجيب كله على انه مائة وخمسون فى مقياس تلك الاقدام على جيب الارتفاع فخرج قطر الظل كما استبان من قبل، فاما الاثنان والاربعون والربع فانها مضروب هذا المقياس فى مثله ويكون بالازيد

(١) كذا فى الاصل ولعلها سقطت العبارة من هنا

لازية الكسر مائة وتسعة وستون واما بالقياس السباعي فانه تسعة واربعون ٠

وان اردنا الظل على قياس طريق بطليموس فى مثله على ما نبأ عنه فى نوع الخامس من مقالة الثانية من المجسطى فلان زاوية ك ه ل ـ فى شكل المتقدم بمقدار تمام الارتفاع فان زاوية ـ ه ك ل بمقدار الارتفاع وذلك بالمقدار الذى به الزوايا الاربعة القائمة ثلاث مائة وستون جزأ ٠

واما بمقدار الذى به الزويتان القائمتان ثلاث مائة وستون جزأ فان زاوية ـ ك ه ل ـ ضعف تمام الارتفاع وزاوية ـ ه ك ل ـ ضعف الارتفاع ـ فه ن ـ وترضعف الارتفاع و ـ ل ك ـ وترضعف تمام الارتفاع فى الدائرة المحيطة بمثلث ـ ه ك ل ـ فهذا المثلث معلوم الاضلاع بالمقدار الذى به ـ ه ك ـ مائة وعشرون جزأ لكن مقياس ه ل ـ مفروض المقدار ونسبته الى ظل ـ ل ك ـ كنسبة ـ ه ل على ما به وترضعف الارتفاع فظل ـ ل ك ـ اذن معلوم بمقدار مقياس ه ل ـ فهذه طريقة بطليموس ٠

ولان اضعاف الاوتار على نسب اضعافها فانا اذا انصفنا الاوتار المذكورة زالت صفة الاضعاف عن قسيها وصارت جيوبا لها وآل الامر فيها الى نظير الاول الذى حكيناه عن زيج الشاه وجماعة من اصحاب الزيجات ولم يخالفه فى شىء من لوازم الحساب وان كان

ابو الحسن الاهوازى يستبعده ويظنه طريقا غير ما عليه القوم •

العاشر فى الظل المعكوس

والارتفاع واستخراج احدهما من الآخر اذا كان مجهولا

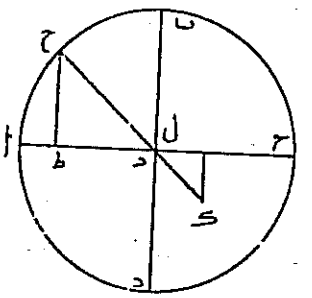
وللظل المعكوس فلنعد الشكل المتقدم ونفصل المقياس من قطر ـ ه ج ـ فيصير ظل ـ ل ك ـ معكوسا لمقياس ـ ه ل ـ ومثلثا ح ط ه ـ ك ل ه ـ على حالهما من التشابه فنسبة ـ ل ك ـ الى ـ ك ه كنسبة ـ ح ط ـ الى ـ ح ه ـ ونسبة ـ ح ط ـ الى ـ ط ه كنسبة ـ ل ك ـ الى ـ ل ه ـ فاذا فرض لنا الظل المعكوس معلوما فاردنا ارتفاعه اخذنا جذر مجموع مضروب كل واحد من الظل المعكوس ومقياسه فى مثله ليحصل قطر الظل المعكوس ثم نضرب الظل المعكوس فى الجيب كله ونقسم المجتمع على قطر الظل المعكوس فنخرج جيب الارتفاع •

واليه اشار كوشيار بقوله يقسم الظل المعكوس على قطره منحطا اى مضروبا فى الجيب كله الذى عنده ستون جزأ وان كان المنطى هو الارتفاع معلوما واردنا ظله المعكوس ضربنا جيب الارتفاع فى المقياس وقسمنا المجتمع على جيب تمام الارتفاع فيخرج ظله المعكوس بحسب اقسام مقياسه واليه ذهب البتانى بعينه •

فاما كوشيار فانه امر بقسمة جيب الارتفاع على جيب تمامه منحطا حتى يخرج الظل وانحطاط جيب الارتفاع هو ضربه فى

الجيب كله المساوى عنده للمقياس •

ش — ٩



فاما ابو الوفاء فازال الخط عن العمل لانه فرض المقياس واحد اوفى موضع آخر امر بقسمة الجيب كله على جيب تمام الارتفاع حتى خرج له قطر الظل المعكوس وذلك لان نسبة — ح ه — الى ه ط — كنسبة — ك ه — الى — ل ه — فاذا قسم مضروب — ح ه — فى ل ه — على — ه ط — خرج — ك ه — لكن — ل ه — عنده واحد فمضروب — ح ه — فى — ل ه — هو — ح ه — بعينه ثم اذا حصل قطر الظل استخرج منه الظل بطريقين قد تقدما فى ذكرنا طرق هذا الظل بعينها، وهذا الظل على منافعه فى حسابات القسى الفلكية نافع فى عمل الساعات على الآلات المنتصبة كالمكحلة والسوط وما اشبه ذلك وينتفع به احيانا فى الارصاد كالمنقلب الصيفى فان وقته وان كان عسر الادراك فانه بالظل المعكوس اقرب واسهل

واصدق كما ان وقت المنقلب الشتوى بالظل المستوى دون المعكوس كذلك .

الحادى عشر

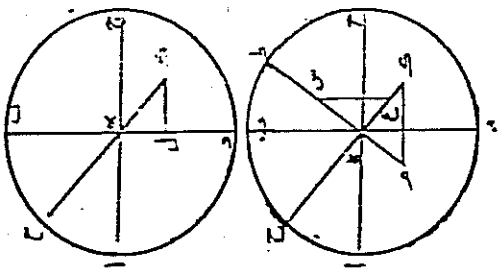
فى الاشتراك بين نوعى الظل وتناسبهما واستخراج احدهما من الآخر

الظل الواحد بعينه يكون مستويا لقوس ومعكوسا لتمامها وذلك ان خط ـ اه ج ـ اذا كان فى سطح الافق كان سمت الرأس نقطة ـ ب ـ والارتفاع ـ اح ـ ولك ظل مقياس ـ ه ل فان احتسب بنقطة ـ ا ـ سمت الرأس وبخط ـ ب ه د ـ فى سطح الافق كان الارتفاع ـ ب ح ـ ومقياس ـ ه ل ـ موازيا للافق فكان ـ ا ك ـ ظلا معكوسا لارتفاع ـ ب ح ـ فان ظل ـ ل ك مستو لقوس ـ اح ـ ومعكوس لقوس ـ ب ح ـ و ـ المقياس وسط فى النسبة بين ظلى القوس الواحد مستويا ومعكوسا .

فلنعد الشكل وفيه ـ ك ل ـ ظل مستو لقوس ـ اح ـ ونجيز على ـ ه ـ قطر ـ ط ه م ـ عمودا على ـ ح ك ـ يبقى ـ ك ل ـ على م ـ فاذا توهمنا ـ ب ه د ـ فى سطح الافق و ـ ج ـ سمت الرأس حتى يكون الارتفاع ـ ب ط ـ كان ـ ل م ـ ظله المعكوس لكن قوس ـ ب ط ـ مساوية لقوس ـ اح ـ وقد كان ظله المستوى ولان زاوية ـ ك ه م ـ قائمة فانها فى نصف الدائرة التى قطرها ـ ك

ل م ـ وذلك يتشابه مثلثات ـ م ه ك ـ م ه ل ـ ك ه ل ـ فنسبة ك ل ـ الظل المستوى الى ـ ل ه ـ المقياس كنسبة ـ ل ه ـ المقياس الى ـ ل م ـ الظل المعكوس فمربع المقياس مساو لمضروب الظل المستوى فى المعكوس للقوس الواحد ٠

ش ـ ١٠



ويجوز للتسهيل ان نفرز ـ ه ز ـ مساويا لمقياس ـ ه ل ـ ونجيز على ـ ز ـ عمودى ـ س ز ع ـ على ـ ا ه ج ـ فيساوى مثلثا ـ ك ه م ـ س ه ج ـ مع التشابه ويكون ـ ز ع ـ الظل المعكوس لقوس ا ج ـ مساويا ـ ال م ـ الظل المعكوس لقوس ـ ب ط ـ المساوية لقوس ـ ا ج ـ فمقياس ـ ه ل ـ اذن وسط فيما بين ظلى ـ ل ك المستوى و ـ ز ع ـ المعكوس ولهذا اذا كان احد نوعى الظل معلوما عندنا لقوس مفروضة امكننا ان نعلم منه الآخر بان نقسم على المعلوم

منهما

منهما سواء كان المستوى أو المعكوس مضروب مقياسه فى مثله فنخرج الآخر المجهول مقدارا باقسام ذلك المقياس •

الثانى عشر فى جداول

تشتمل على الاظلال مفروغا من حسابها وكيفية اخذها

ان من شأن اصحاب الزيجات ان يضعوا حصص القسى من الاظلال بازائها فى الجداول محلولة لجزء جزء وهذا موضع أليق بذلك وقد وضعناها فيه •

فمتى ادخلنا بقوس الارتفاع فى سطر العدد الأول فان اردنا الظل المستوى أو الثانى ان أردنا المعكوس وجدنا بازائه ظل ذلك الارتفاع فى الجدول الذى طلبنا مقياسه فان عسر كان سطر العدد فى فى احد الزيجات واحد اواريد احد نوعى الظل المستوى من جدول الظل المعكوس اوالمعكوس من جدول الظل المستوى القينا الارتفاع اعنى القوس المفروضة من تسعين وادخلنا بالباقى فى سطر العدد واخذنا ما بحياله فيكون المطلوب •

وكذلك ان استعملنا فى الحساب تمام الارتفاع خرج لنا ظله بغير الجنس الذى مهدله ذلك العمل ومتى كان الظل مفروضا واريد قوسه طلب مثل ذلك الظل فى جدوله فتكون قوسه بازائه فى احدى سطرى العدد ان كان الظل مستويا ففى اولهما وان كان معكوسا ففى ثانيهما، وذلك يعرف ايضا من التوقيع فوق السطر كما

تعرف كيفية الظل من مثله فوق جدوله (١) .

ونتبع الجداول بما يعظم الانتفاع بمعرفته وفى سائر الجداول، فنقول ان من المعلوم ان ما كان من الجداول متساوى التفاضل فيما هو موضوع بازاء سطر عدده فان تعديل الكسور الفاضلة عن الموجود فى صحاح سطر العدد تفاضل ما بين السطرين مصمم حاق الحقيقة وان ما كان التفاضل مختلفا فان تعديل الكسور فيه يفضل ما بين السطرين مقاربا للحقيقة غير لاحق بها وكلما عظم الاختلاف فى التفاضل كان عن الحقيقة ابعد وكان ذلك الخلاف اظهر من جهة ان حصص الكسور تختلف بحسب اختلاف حصص الصحاح والظل مما يختص بذلك اما المستوى فعند مبدأ الارتفاع لان اعظمه عند طلوع الشمس وغروبها، واما المعكوس فعند انتهاء الارتفاع لان اعظمه عند مسامتة الشمس الرأس .

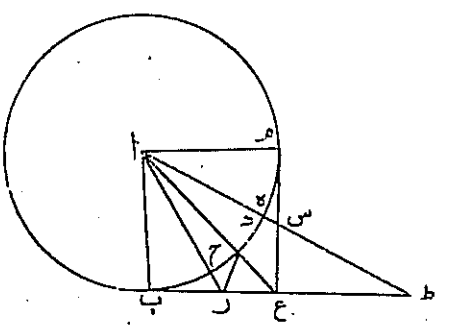
وهذا وضع كوشيار فى زيجه الجامع جداول الظل المعكوس الى ثمن الدور، وقال ان ما جاوز الخمسة والاربعين جزأ من القسى لايصح فيه بالظل الا بالقوة واما بالفعل فان تفاضل الظل يعظم اختلافه فلا يكاد يصح شئ حسب به وذلك مما لايحصل بالاستقراء كما حصل لبطلميوس المقدار ان اللذان قطع عليهما قطعتى فلك التدوير والخارج المركز فى التعديل وجعل احدهما ثلاث درج

(١) بعد هذه العبارة بياض قدرت اوسع اسطر فاعمل محل هذا اكان الجدول اوشيء مثله تأمل .

والآخر

والآخر ست د ر ج •

فاما اختلاف حصص اجزاء القسى فهو وان كان ظاهرا من اختلافها للأجزاء التامة فانه يزداد وضوحا بان نخط على ا — رأس المقياس وبعد — ا ب — طوله دائرة — ب ج — د ه م ونفضل — منها قسى — ب ج — ج د — د ه — ه م — على نسبة عددية لتتساوى فضول ما بينها سواء كانت هذه الفضول احادا اجزاء اوجماعاتها ونخرج — ا ج ز — ا د ح — ا ه ط — ويكون — ب ز ظل تمام — ب ج — و — ل ح — ظل تمام — ز د — و — ب ط — ظل تمام — ب ه — ونصل — ز د ح — س م — فلتساوى الزوايا التى عند مركز — ا — يكون مثلثا — ا ب ز — ا د ز — متساويين متشابهين ويكون ضلعا — د ب — ز د — متساويين وزاوية — ا ب ز — قائمة فزاوية — ا د ز — ايضا قائمة — فح ز — وترها اعظم من — ز د — اعنى ز ب — فز ب — اصغر من — ز ح • ش — ١١



وبمثل ذلك يكون ـ ح م ـ مماسا للدائرة ومتساوى مثلثى ال ح ـ ا م ح ـ ومثلثى ـ ا ب ز ـ ا م س ـ يكون ـ س ح ـ مساويا ـ ح ز ـ ومثلث ـ ا س ح ـ مساويا لمثلث ـ ا ح ز ـ وشبيها به فنسبة مثلث ـ ا ز ح ـ اعنى ـ ا س ح ـ الى مثلث ا ح ط ـ كنسبة ـ ز ح ـ الى ـ ح ط ـ ومثلث ـ ا س ح بعض مثلث ـ ا ح ط ـ فز ح ـ بعض ـ ح ط ـ وعلى هذا القياس ما وراء ـ ح ط ٠

وهذه الحال لازمة فى اجزاء الظل لزومه فى الخصص المذكورة والاحتياط فى استعمال الظل ان لا ينحطى (١) الى ما جاوز قوسه ثمن الدور فان اريد ضرب عدد فى ظل قوس أزيد على خمسة واربعين جزأ قسم ذلك العدد على ظل تمامها وان اريد قسمته على ظل قوس كذلك ضرب فى ظل تمامها ٠

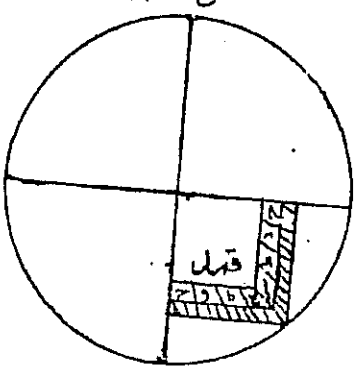
وليكن ـ ا ـ ظل قوس مفروضة و ـ ب ـ ظل تمامها وسواء جرينا العبارة على هذا فى الأظلال المتجانسة أو اخذنا الظلين معا الى القوس المفروضة فيكون من جنسين لان ظل القوس مستويا هو ظل تمامها معكوسا ونضع فيما بين ـ ا ب ـ مقياس ـ ج ـ وسطا كما بينا آنفا ونفرضه تسهيل التفهيم فى هذا الموضع واحدا فانا لا نحتاج الآن الى مناولة اجزائه ولنقسم عدد ـ ط ـ على ـ ا ـ فيخرج ـ ه وذلك لان ضرب ـ ا ـ فى ـ ه ـ هو ـ ط ـ وضرب ـ ا ـ فى ـ ب

(١) كذا

ولا يؤثر منها ما بين خطى اعداد الجمل الا مامر بينهما على نهايات الجمل المقدرة اصبعين اصبعين او ثلاث ثلاث او اربع اربع فاذا انقسم كذلك كتبنا الاعداد مبتدئة من عند ـ ع ومن عند ـ ف ـ حتى يلتقى غاياتهما عند ـ م ـ وكتبنا فيما بين نقطتى ـ م ه ـ على سمت القطر عدد مربع المقياس بالجمل ان كانت اصابع فمائة واربعة واربعين وان كانت اقداما سباعية فتسعة واربعين وان كانت اقداما منكسرة فاربعين وربع واحد •

وبسبب الكسران وضع مجنسا جازه وذلك مائة واحد وستون ربعا وتصير صورة هذا الظل على الاسطرلاب مفروغا منه هكذا •

ش ـ ١٧



وابو القسم الحسن بن محمد الاحول اذا عمل مربع ـ زه ط ه عد ـ من اجزاء ربع ـ د ج ـ سدسها ـ اعنى خمسة عشر من عند كل واحدة من نقطتى ـ ج د ـ واخرج من المنتهى خطين موازيين لخطى ـ ح ط ـ ح ز ـ المحصل له بذلك مربع ـ ع م ف ه •

وليس هذا التقدير بضروري وانما هو موكول الى استحسان الصانع وبقدر عظم الصفيحة وصغرها فلا يظن به الواقف عليه انه لا يجوز غيره ثم ما سمعت في سبب هذا الاسم ونسبة هذا الظل الى السلم شيئا ولم يخطر بالبال فيه الا شبيهة بمسئلة السلم المدونة في حسابات المطارحة وفروع الجبر والمقابلة وهي اذن سلم معلوم مسند الى حائط وما بين اساسه وبين اصل السلم او بين مراسه معلوم ثم جر اصل السلم على الارض مسافة معلومة واريد كمية ما انجر رأسه على الحائط وسواء كان الجدار الاسفل تتباعد عن الجدار حتى ينحط الرأس او كان الجرارة الاقتراب من الجدار حتى يرتفع الرأس .

والذي بينهما من المشابهة انه اذا كان حائط ـ ه ط ـ على الارض ـ ه ح ج ـ وكانت الشمس مثلا على نقطة ـ ا ـ فان ظل ط ه ـ على الارض يكون ـ ط ج ـ .

فان اعترض فيما بين ـ ه ج ـ حايط ـ ح ز ـ وقعت حاشية الظل على ـ ب ـ منه فان زادت الشمس ارتفاعا حتى صارت على ـ د ـ صارت حاشية الظل على ـ ك ـ كأنه رأس سلم انجر من ـ ب ـ الى ـ ك ـ وان نقص ارتفاعها حتى صارت على م ـ انجر طرف الظل من ـ ب ـ الى ـ س ـ .

ومن اراد تقدير ظل ـ ح ب ـ لم يستغن فيه في اكثر الاحوال

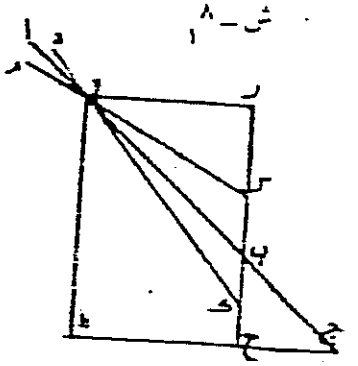
الاحوال عن سلم وخاصة عند تفاوت الجدارين وعلوهما ومتى كان ظل ـ ب ح ـ معلوما صار به ظل ـ ط ج ـ ايضا معلوما لأن نسبة ه ط ـ الى ـ ط ج ـ كنسبة ـ ب ز ـ الى ـ ز ه ـ واذا ضرب سمك الجدار المظلل اعنى ـ ه ط ـ فى ـ ه ز ـ المساوى لما بين الجدارين على الارض وتقسم المبلغ على ـ ب ز ـ فضل ما بين ظل ـ ب ح ـ وبين جدار ـ ه ط ـ خرج ظل ـ ط ح ـ الذى للجدار عند زوال الحاجز ولما جعل فى الاسطرلاب ـ ه ط ح ز ـ مربعا فاب ـ فى الحساب مضروب ـ ه ط ـ فى مثله عن ضرب ـ ه ط فى ـ ه ز .

ومن عمل هذا الظل فى الاسطرلاب فهو كما لمضطر الى تنصيف العضادة ليقوم حرفها المار على المركز مقام القطر وليس زوال وسط الهدفين عن القطر بقادح فى العمل بشيئا فان زوالهما لا يخرج الشعاع النافذ فى ثقبتيهما عن موازاة القطر وشعاعات الشمس توجد فى البقعة الواحدة متوازية فى الحس وذلك لبعدها عن الارض وافراط علوها .

فاما كيفية استعمال هذا الظل ومعرفته من ارتفاع الشمس فهى ان يتأمل حرف العضادة المار على مركز الاسطرلاب عند أخذنا الارتفاع للشمس فان رفع على اقسام ـ ط ح ـ من المربع والظل المطلوب هو المستوى كان عدد ما قطع من عند ـ ط ـ هو هو وان

وقع على اقسام ـ زح ـ قسمنا على ما قطع منها من عند ـ ز ـ مضروب المقياس فى مثله وهو الاصل الموضع فى وسط المربع فيخرج الظل المستوى المطلوب.

ش ـ ٨



فان كان مطلوبا الظل المعكوس دون المستوى ووقع حرف المضادة على قسام ـ زح ـ فيما بين ـ ز ـ وبين الحرف هو هو ون وقع على اقسام ـ ح ط ـ قسمنا مربع المقياس على ما بين ممره منها وبين ط ـ فيخرج ظل المعكوس.

وذلك انا قدمنا ان المقياس وسط فى النسبة بين ظليه المستوى والمعكوس الموقت الواحد فنسبة ـ ك ز ـ الى ـ ط ع ـ كنسبة ك ز ـ الى ـ ز ه ـ مثناة بالتكرير ومربع ـ ز ه ـ مساو لضرب ك ز ـ فى ـ ط ع ـ فلذلك اذا قسمنا مربع المقياس على احد الظلين خرج الآخر.

ولتزيده وضوحا نخرج ـ ه ك ـ ط ح ـ على استقامتهما حتى يلتقيا على ـ ع ـ فيتشابه مثلثا ـ ك ز ه ـ ه ط ع ـ وتكون نسبة

ك ز

ك ز ـ الموجود الى ـ ز ه ـ المساوى للقياس كنسبة ـ ه ط القياس الى ـ ط ع ـ الظل المستوى المطلوب وفى المعكوس نخرج ه ن ـ ز ح ـ على استقامتها حتى يلتقيا على ـ م ـ ولتشا به مثلثى ط ه ز ـ ز م ه ـ نسبة ـ ط ن ـ الموجود الى ـ ط ه ـ المساوى للقياس كنسبة ـ ه ز ـ القياس الى ـ ز م ـ الظل المعكوس المطلوب •

ومعرفة عكس ذلك سهل اذا كان المغطى هو الظل فطلب الارتفاع له وذلك بان ننظر فان كان الظل ليس باعظم من المقياس وكان مستويا عددنا مثل اقسامه من عند نقطة ـ ط ـ نحو ـ ح وان كان معكوسا فمن عند ـ ز ـ نحو ـ ح ـ وان كان الظل اعظم من المقياس قسمنا مربع المقياس على الظل المغطى فما خرج عددناه اما اذا كان الظل المستوى فمن ـ ز ـ نحو ـ ح ـ واما اذا كان معكوسا فمن ـ ط ـ نحو ـ ح ـ ثم وضعنا حرف العضادة فى جميعها على المنتهى فيوافق المرى الاعلى من العضادة ارتفاع ذلك الظل • وكنت طالعت لابى سعيد احمد بن محمد بن عبد الجليل فى كتابه فى العمل بالاسطرلاب كلاما فى ظل السلم نخرج لحكايته ـ ك س ـ موازيا ـ لح ط •

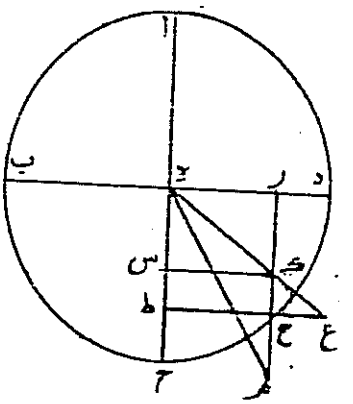
وقد قال اذا كان الارتفاع اقل من خمسة واربعين جزأ وقعت العضادة من ـ ز ح ـ على ـ ك ـ مثلا فيكون الظل ـ ك س على ان المقياس ـ ه س ـ ولكن ـ ك س ـ اثنا عشر مثل ـ ح ط

ومقياس ـ ه س ـ جزء منه وليس هـذا مقصودنا وانما نحتاج الى عكس ذلك •

وهو ان يكون ـ ه س ـ اثنا عشر ونسبة ـ ه س ـ المعلوم الى ـ ك س ـ المعلوم كنسبة الاثنا عشر التى تنوب عن ـ ه س الى العدد النايب عن ـ ك س ـ و ـ ه ش ـ مساو ـ لز ك ـ و ـ ك س ـ مساو ـ لح ط ـ والثالث النايب عن ـ ه س ـ اثنا عشر والرابع ـ س ك ـ مجهول فيضرب الثانى فى الثالث وهو اثنا عشر فى اثنا عشر فيكون مائة واربعة واربعين وتقسم ذلك على الاول وهو ـ زك ـ فيخرج الرابع ـ س ك ـ وذلك قريب •

والذى ذكرناه فيه اتقن وانور بكثير ويمكن ان يتنقل اقسام ضلعى المربع بالمسطرة التى تثنى ـ د ح ـ ج ح ـ حتى نخلو موضع المربع ويستغنى عن تسيف العضادة •

ش ـ ١٩



الخامس عشر

فى الاظلال المقيسة على السطوح المائلة أوعلى غيرها

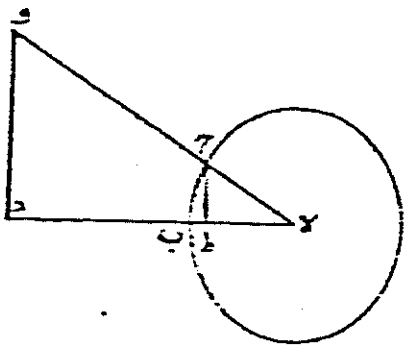
قد قد منا فى ذكر الظل والارتفاع وظل احدهما واستخراج احدهما من الآخر بالحساب وبالجداول ما فيه كفاية وبقياس الظل ينضبط الوقت ويصير معلوما وذلك لان الانسان ربما لا يتمكن فى الحال من آلات الارتفاع والساعات وخاف فوات ذلك الآن المطلوب من الزمان ثم سهل عليه قياس الظل فقام مقام قياس الارتفاع لتأديه اليه .

فلنذكره الآن صناعيا ولحبش للحساب فى زيجيه طريق كذلك فى معرفة الارتفاع من الظل وهو انه قياس ظل الشخص فكان ـ د ه ـ ونقطة ـ ه ـ طرفه و ـ د ـ اصل الشخص واقام عمود ـ د و ـ على ـ د ه ـ مساويا للمقياس ووصل ـ ه و ـ ثم ادار على مركز ـ ه ـ وباى بعد شئنا دائرة قطع منها خطا ـ ه د ـ ه و بين ـ ب ج ـ فكانت ارتفاع الشمس لذلك الظل وصحة ذلك ظاهر مما تقدم .

فانا اذا انزلنا عمود ـ ج ط ـ على ـ ه ب ـ كانت نسبة و د ـ المقياس الى ـ و ه ـ قطر الظل كنسبة ـ ج ط ـ الى ـ ج ه و ـ ه ج ـ الجيب كله فى الدائرة المخطوطة ـ فج ط ـ على ما تقدم من صحة هذه النسبة جيب الارتفاع فقوس ـ ج ب ـ ارتفاع

ظل ـ ه د ـ .

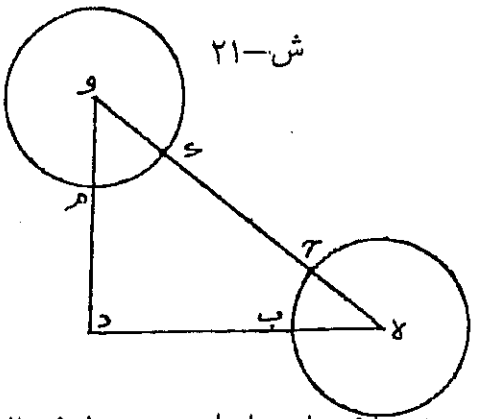
ش ـ ٢٠



وهـذا يحتاج الى فضل بسط اما من جهة الأوضاع فلان نقطة ـ ب ـ من دائرة الارتفاع ممكن ان تقع فيما بين نقطتي ـ ه د و ان تقع خارجة على استقامة ـ ه د ـ وان تقع على نقطة ـ د ـ تسميا وذلك ظاهر والامر في جميعه واحد .

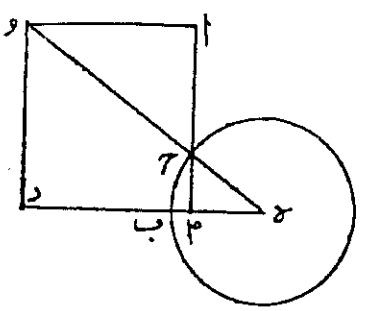
واما من جهة جنس الظل فان ـ ه د ـ اذا كان معكوسا واردنا قوسا اعني ارتفاع الشمس له امثلة ما ذكره جش حتى يحصل مثلث ـ و ده ـ ثم ادرنا على مركز ـ د ـ وباي بعد شئنا دائرة ولتكن ـ ك م ـ فتكون قوس ـ ك ه ـ منها هي ارتفاع ظل ـ ه د ـ المعكوس لان زاوية ـ و ه د ـ بمقدار الارتفاع فزاوية ه و د ـ بمقدار تمام الارتفاع والظل المستوى تمام الارتفاع هو المعكوس للارتفاع نفسه فظل ـ ه د ـ ان كان مستويا لارتفاع ح ب ـ فهو معكوس لارتفاع ـ ك م ـ .

ش—٢١



ويجوزان يعرف الارتفاع قياسا ويوجد طرف الظل وهو — ه ووضعه وهو خط — ه د — ثم اريد مقدار الظل بمقياس معلوم المقدار فاذا فرض كذلك ادرنا على مركز — ه — وباى بعد شئنا دائرة ج ب — وفصلنا قوس — ب ج — من عند — ب — مساوية للارتفاع واخرجنا — ه ج — وانزلنا عمود — ج ط — على — ه د — واخرجناه على الاستقامة الى — ا — حتى يصير — ط ا — مساويا للمقياس ثم اخرجنا — ا و — موازيا — له د — و — ود — موازيا — لا ط — فيكون ه د — الظل لمقياس — ود — اذا كان الارتفاع — ج ب .

ش—٢٢



وهذا ظاهر جدا مما قد تقدمت الاشارة اليه ويمكن ان تعرف الحاجة الى معرفة الوقت باستعجال لايهمل تسوية آلة المقياس منصوب على سطح مائل عن سطح الأفق نصبة موازية لانتصاب القامات فنعلم فى ذلك السطح على رأس الظل علامة ليستحفظ المطلوب بالعلامة ثم نصحح بعده .

وهذا مما ذكر يعقوب بن طارق حسابه فى كتابه فى العلل .

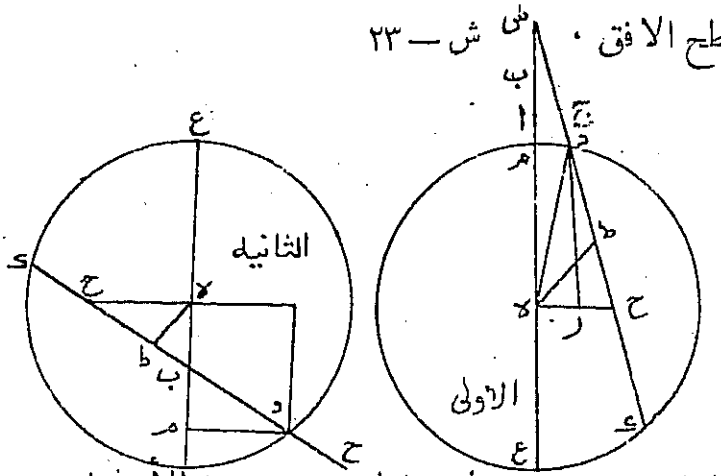
مثل ذلك ان كان سطح الافق ـ ب ج ـ والمقياس ـ ا ب عمود عليه والسطح الموجود فيه الظل المقيس وهو ـ ب ه ـ وطرف الظل المطلوب هو ـ ه ـ .

واما فى الصورة الأولى فان الظل يحيط مع المقياس بزاوية ا ب ه ـ الحادة . واما فى الصورة الثانية فيحيط معه بها وهى منفرجة فاذا سوى السطح بعد ذلك حتى ـ ه ط ـ بعد رأس الظل عن سطح الافق مكن منه معرفة الظل المطلوب اعنى ـ ب ج ـ وذلك ان ـ ا ح ـ يكون معلوما فانه فى الصورة الاولى فضل ما بين المقياس وبين بعد رأس الظل عن سطح الافق اعنى ـ ب ج ـ وذلك ان ـ ا ح ـ يكون معلوما فانه مكرر فى الصورة الاولى فضل ما بين المقياس الى (١) وفى الثانية هو مجموعهما و ـ ه ح ـ المساوى لط ب ـ ظل الأوسط كما فى الصورة الاولى اوفضل ما بينه وبين الظل الأوسط فى الصورة الثانية هو الظل المطلوب اعنى ـ ب ج

(١) كذا فى الاصل .

فاذن متى عرفنا ارتفاع رأس الظل على اصل المقياس فنقصناه منه حصل المحفوظ للقسمة فاذا ضربنا جذر فضل ما بين مضروبى الظل الموجود وارتفاع رأسه اوانحطاطه كل واحد فى مثله وهو الظل الأوسط فى ذلك الارتفاع اوالانحطاط وقسمنا المجتمع على المحفوظ خرج التعديل فان كان المحفوظ حاصلا من الفضل زدنا التعديل على الظل الأوسط وان كان حاصلا من المجتمع نقصنا التعديل من الظل الأوسط فيحصل بعدالزيادة أو النقصان ما اردناه من الظل المعدل فى سطح الافق ،

ش — ٢٣



وايضا فان نسبة — ا ح — المحفوظ الى — ه ح — انظل الأوسط كنسبة — ا ب — المقياس الى الظل المطلوب وهو — ب ج — فاذا ضربنا الظل الأوسط فى المقياس وقسمنا المبلغ على المحفوظ خرج ظل المعدل فان قدر — ا ه — قطر هذا الظل المائل بخيط اومسطرة ونقص مضروب المحفوظ فى مثله من مضروب هذا القطر فى مثله بقى مضروب — ه ح — الظل الأوسط فى مثله ونسبة — ا ح — المحفوظ

الى ـ ح ه ـ الظل الاوسط كنسبة ـ اب ـ المقياس الى ـ ب ج المطلوب فلذلك اذا ضربنا الظل الأوسط فى المقياس وقسمنا المجتمع على المحفوظ خرج الظل المعدل ومتى حصل ارتفاع الشمس وقت قياس ظل شخص ـ اب ـ امكن ان نستخرج ميل الظل المعدل وذلك الميل هو بمقدار زاوية ـ ه ب د ـ وذلك لان نسبة ـ ه ب ـ الى ب ج ـ كنسبة جيب زاوية ـ ه ج ب ـ التى بمقدار الارتفاع الى جيب زاوية ـ ه ب ج ـ فاذا قسنا ظل ـ ه ب ـ وحسبنا من ارتفاعه ظل ـ ب ج ـ قسنا بينهما فان تساويا كان ـ ه ب ـ فى سطح الافق وان فضل المحسوب على الموجود كان طرف الظل اعلى من سطح ـ ه ـ فان قصر المحسوب عن الموجود كان ـ ه ـ اسفل سطح الافق •

ولمعرفة مقدار ذلك التعالى او التسافل نضرب جيب ارتفاع الشمس حينئذ فى ظله المحسوب ونقسم المبلغ على الظل الموجود فيخرج ـ ه ط ـ جيب زاوية الميل بالمقدار الذى به ـ ه ب ـ الجيب كله ونسبة ـ ه ط ـ الى ـ ه ب ـ بمقدار الجيب كنسبة ـ ه ط الى ـ ه ب ـ بمقدار الظل فاذا ضربنا ما يخرج لنا من جيب زاوية الميل فى الظل الموجود وقسمنا المجتمع على الجيب كله خرج مقدار علو طرف الظل الموجود او سفله عن سطح الافق بالاجزاء التى جزأبها مقياس ـ اب ـ •

ومما يشبه ذلك ما قصده ابو بكر محمد بن عمر بن الفرخان فى زيجه من معرفة ظل المقياس المنصوب على ظهر كرة معمولة معلومة القطر اذا وقع ذلك الظل على سطحها فى وقت يكون ارتفاع الشمس فيه معلوما وهذه حكاية ذلك .

اعرف قطر الكرة من اصابع المقياس ثم زد المقياس على قطر الكرة واضرب المبلغ فى جيب الارتفاع واقسم ما اجتمع على الجيب كله فيخرج المحفوظ ، ثم اضرب ايضا مجموع قطر الكرة والمقياس فى جيب تمام الارتفاع واقسم المجتمع على الجيب كله فما خرج فاضربه فى مثله وألق المبلغ من مربع نصف قطر الكرة وانقص جذر ما يبقى من المحفوظ واضرب الباقى فى جيب تمام الارتفاع واقسم ما اجتمع على نصف قطر الكرة واجعل ما خرج قوسا مستويا الوصول الى (١) فيكون الظل على ظهر الكرة باجزاء منطقتها الثلاثمائة والستين فان اردته بالاصابع فاضرب قطر الكرة فى ثلاث وسبع وما بلغ فى اجزاء قوس الظل واقسم المجتمع من ذلك على ثلاثمائة وستين فتخرج اصابع الظل على ظهر الكرة .

وفى هذا الحساب من جهة النساخ تخليط حال بينى وبين البرهان عليه فلنعرض فيه عما لا نعرف ونقبل الى ما نعرف وليكن مقياس ــ اب ــ قائما على سطح الكرة اما فى الصورة الاولى فعلى التحديب واما فى الصورة الثانية فعلى التقعير ومركز الكرة ــ ه ــ

(١) كذا ، لعله سقطت العبارة من هنا .

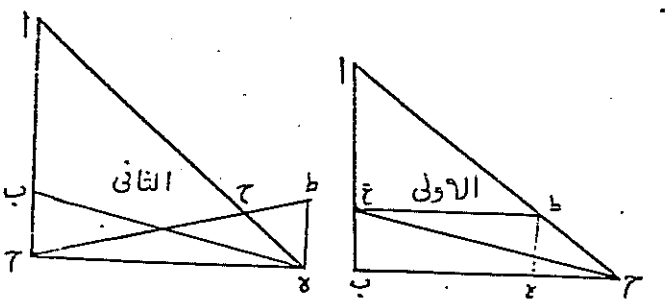
ويخرج ـ ا ج ـ مما سلط على ـ ا ـ وليكن شعاع شمس المار على رأس المقياس ـ ك ب ح ـ فيكون ظل المقياس على سطح الافق ا ج ـ وعلى السطح المستدير ـ اه ـ ونجيز ـ ز ه ح ـ قد تماعلى نصف قطر ـ اه ـ ونتزل عمود ـ دم ـ على ـ ا م ـ فيكون جيب قوس الظل وعمود ـ دز ـ على ـ ه ح ـ جيب تمامها ونسبة ه ب ـ مجموع اصابع نصف قطر الكرة مع اصابع المقياس الى ـ ب ح كنسبة جيب الارتفاع الذى تقدره زاوية ـ ا ح ب ـ الى الجيب كله اعنى زاوية ـ ب ه ح ـ القائمة ـ فب ح ـ معلوم ونسبة جيبه الى ـ ه ح ـ كنسبة الجيب كله الى جيب تمام الارتفاع الذى تقدره زاوية ـ ه ب ح ـ فه ح ـ معلوم ومثلث ب ه ح ـ لذلك معلوم الاضلاع فنزل فى مثلث ـ ب ه ح ـ القائم الزاوية عمود ـ ه ط ـ على قطره فيكون مربع ـ ه ح ـ مساويا لمضرب ـ ب ح ـ فى ـ ح ط ـ فح ط ـ اذن معلوم وعمود ه ط ـ به معلوم ونصف قطر ـ ه د ـ يقوى عليه وعلى ـ ط د فط د ـ ايضا معلوم فكل ـ ح د ـ يكون معلوما ونسبة ـ ح د الى د ز ـ كنسبة ـ ح ب ـ الى ـ ذ ه ـ فد ز ـ معلوم وهو جيب تمام اجزاء الظل من الكرة .

وتجريد حسابه ان نجمع اصابع نصف قطر الكرة الى المقياس فيكون المحفوظ الاول ونضربه فى الجيب كله ونقسم ما

اجتمع على جيب الارتفاع فيخرج المحفوظ الثانى فنضربه فى جيب تمام الارتفاع ونقسم ما بلغ على الجيب كله فيخرج المحفوظ الثالث ونضربه فى مثله ونقسم المجتمع على المحفوظ الثانى فيخرج المحفوظ الرابع فنضربه فى مثله والمحفوظ الثالث فى مثله ونأخذ الفضل ما بين المبلغين ونلقيه من مضروب نصف قطر الكرة فى مثله ونزيد جذر مايبقى على المحفوظ الرابع ونضرب الجملة فى المحفوظ الأول ونقسمه على المحفوظ الثانى ونحول مايخرج بان نضربه فى الجيب كله ونقسم ما اجتمع على نصف قطر الكرة فى ثلاثمائة وسبع ونقسم ما بلغ على ثلاثمائة وستين فتخرج اصابع الظل على ظهر الكرة أو بطنها .

وايضا فلان ضرب مجموع ـ ه ط ـ مع نصف القطر فى فضل ما بينهما يساوى ضرب ـ د ط ـ فى ـ ط ك ـ فان ـ ك د يكون معلوما وضرب ـ ك ب ـ فى ـ ب ج ـ معلوم لانه يساوى ضرب ـ ع ب ـ فى ـ ب ا ـ لان ضرب ـ ك ب ـ فى ـ ب د مع مربع ـ ط ج ـ مساو لمربع ـ ط ب ـ وضرب ـ ك د ـ فى د ب ـ مع مربع ـ د ب ـ يساوى ضرب ـ ك ب ـ فى ـ ن د فاذا أضفنا الى ضرب ـ ك ب ـ فى ـ ب د ـ مربع ـ ط د ـ حصل مربع ـ ط ب ـ وفضل مابين ضلعه وبين ـ ط د ـ هو ـ د ب ونسبته الى ـ د م ـ كنسبة ـ ب ح ـ الى ـ ح ه ـ فد م ـ جيب

قوس ـ ا د ـ معلوم وحسابه بعد حصول ما بين المبلغين المتقدم ان نأخذ جذره ونزيده على نصف قطر الكرة فى مكان وننقصه منه فى مكان ثان ونضرب احدهما فى المكانين فى الآخر ثم فى اربعة نحفظ جذر المجتمع ونضرب مجموع قطر الكرة والمقياس فى قطر الكرة والجذر المحفوظ فى مثله ونأخذ جذر مجموعهما ونلقى منه الجذر المحفوظ ونضرب الباقى فى المحفوظ الثالث ونقسم المجتمع على المحفوظ الثانى فيخرج جيب اجزاء قوس الظل ونحولها الى الاصابع كما تقدم ٠ ش — ٢٤



السادس عشر

فى معرفة ظل نصف النهار فى كل يوم مفروض

اذا كان اليوم مفروضا فلابد من ان يكون موضع الشمس لنصف نهاره معلوما ثم يتوسط فيما بين ميلها وبين المطلوب معرفة

ارتفاع

ارتفاع نصف النهار فالميل الجنوبى غير متفق بالشرائط وانما الفضل بينه وبين تمام عرض البلد الذى يساوى ارتفاع نصف نهار رأسى الحمل والميزان فيه هوارتفاع الشمس نصف النهار فى ذلك اليوم من جهة الجنوب •

وأما الميل الشمالى فلانه مقيس الى عرض البلد ينقسم الى ثلاثة اقسام احدها القاصر عن عرض البلد ويكون مجموعه الى تمام عرض البلد هوارتفاع نصف النهار من جهة الجنوب •

والثانى الفاضل على عرض البلد، واذا التقى مجموعه مع تمام عرض البلد من مائة وثمانين بقى ارتفاع الشمس نصف النهار من جهة الشمال والثالث المساوى لعرض البلد وارتفاع نصف النهار معه يكون تسعين درجة سواء كان غير منسوب الى شمال اوجنوب وارتفاع نصف النهار عند عدم الميل يكون تمام عرض البلد نفسه، وقد انفرد له باب •

فاما القسم الأول من أقسام الميل الشمالى فانه يعم المعمورة واما القسم الثانى منه فانه يخص البلاد المسماة ذوات الظلين لان رأس الظل يكون نحو خلاف جهة الارتفاع فاذا امكن فى الموضع الواحد ان يكون ارتفاع نصف النهار مرة من جهة الجنوب ومرة من جهة الشمال كان رأس ظل نصف النهار وقتا نحو الشمال وآخر نحو الجنوب •

واما القسم الثالث فيتوسط فى البلاد ذوات الظلين فيما بين هذين الوقتين المذكورين ويكون ايضا ميدأ للبلاد ذوات الظل الواحد فى الموضع الذى يساوى عرضه الميل الأعظم فان ظله يظل فى السنة وقتا واحدا وهو الانقلاب الصيفى ثم يكون رأس الظل فى سائر اوقاتها نحو الشمال وخط الاستواء من جملة ذوات الظلين وارتفاع نصف النهار فيه هو ابدا تمام ميل الشمس ومتى كان الارتفاع معلوما كان الطالع ايضا معلوما مما تقدم .

وهو القانون الصحيح الذى عاضده البرهان ومن يجاوزه فقد يتكيت التحقيق الى التساهل والتقريب كالهند فانهم يستخرجوه باعمال ركيكة جدا .

والذى سمعته منهم هو أن يوجد لعدد الفروض لذلك فى كل عرض ويختلف باختلافها ويسمونه استوكى وهو لأرض السند وعرضها أقل من ثلاثين جزأ ستة وثلاثون ولارض لوهاور (١) وعرضها حول اثنين وثلاثين جزاء ثمانية وثلاثون وكأنه دقائق النهار الأطول وربما كان ازيد عليه بدقيقة واحدة وتنقص منه دقائق النهار المفروض ونضرب الباقى فى دقائق ليل هذا النهار ونقسم المبلغ على دقائق هذا النهار فتخرج طالع ظل نصف النهار .

وذكر ابو سعيد السجزى انه شاهد بعض الهنود يضرب ستة فى ستة فيخرج الاصل المسند وهو النهار الاطول ثم يضرب

(١) كذا .

ففضل مابين نهار الأطول وبين النهار المفروض من الدقائق فى خمسة ويقسم المبلغ على اربعة ويزعم ان الخارج هو ظل نصف النهار وهذا مما يعمل عليه جمهورهم •

فاما الخواص فى زيجاتهم فانهم ينحون الصواب كما ذكرنا ويسر استخراج الدواعى الى ما ليس بصحيح لان ما انحرف عن سواء السبيل فغير مضبوط الا اتفاقا ويوجد مثل هذه التقريبات متفرقة •

فمن ذلك انه قيل فيه بضعف ميل الشمس فان كان الميل جنوبيا قسم ضعفه على خمسة عشر وزيد ماخرج على سبعة وخمسين فيكون الحاصل من ذلك بعد الزيادة أو النقصان ظل نصف النهار وشبيه به ما فى زيج ابى عاصم عصام مولى خلد بن برمك منه وهو انه •

قال خذ لكل جزء من الميل الشمالى ثلاث عشر دقيقة وثلثى دقيقة فانقص ذلك من ظل الحمل فى بلدك فيبقى ظل نصف النهار يومئذ وجد لكل واحد جزأ من الميل الجنوبى خمس وعشرين دقيقة وزد ذلك على ظل الحمل فى بلدك فيجتمع ظل نصف النهار •

واشد منه ظلالا ما قالوا فيه الق ازمان قوس النهار ابدا من مأتين وستة عشر واقسم مابقى على خمسة وربع واحفظ مايخرج ثم اقسم فضل مابين قوس النهار وبين مائة وثمانين على ثمانية عشر

فما خرج فزده على المحفوظ فيجتمع ظل نصف النهار، وهذه اشياء استقرائية لموضع دون آخر قد جعل جزئيها كليا •

فاما قول بعضهم أقسم على جيب ارتفاع نصف النهار تسع مائة وخمسة وسبعين فاضرب ما خرج فى مثله وانقص منه اثنين واربعين وربعا وخذ جذر الباقى فيكون اقدام ظل نصف النهار فليس من هذا الفن انما هو ذو وقانون صحيح •

وذلك انه قد تبين ان نسبة جيب الارتفاع الى الجيب كله كنسبة المقياس الى قطر الظل ومضروب الجيب كله فى المقياس غير متغير عن مقداره فاذا كان الجيب كله مائة وخمسين والمقياس ستة ونصف كان العدد الحاصل من ضرب احدهما فى الآخر هو المفروض للقسمة على جيب الارتفاع وكان الخارج منها قطر الظل المقوى على المقياس وعلى الظل المطلوب •

السابع عشر

فى ظل الاعتدال فى كل بلد

ظل الاعتدال هو ظل نصف النهار اذا كانت الشمس فى اول برج الحمل أو أول برج الميزان فهو اذن احد ظلال انصاف النهار مشروطا له عدم الميل واذا كان كذلك كان ظل تمام عرض البلد هو ظل الاستواء •

ولذلك قال النيريزى ويعقوب بن طارق لمعرفته اضرب جيب

عرض البلد فى المقياس واقسم المبلغ على جيب تمام عرض البلد فيخرج ظل الاستواء .

ويقع فى الفاظ يعقوب اشتباه لانه يسمى الجيب وترا مستقيما كما يقع فى الفاظ البتانى بتسمية الجيوب اوتارا الى ان نصفها بالتنصيف ومن شأن هذا الظل ان يحصل مقداره بالرصد حتى يقوم مقام عرض البلد فان الهند يحدون البلاد به كما نحدها بعروضها .

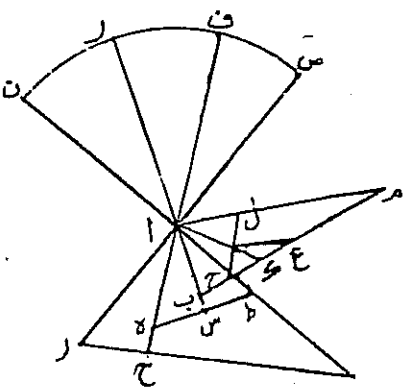
وللكندى فى أمره تفصيل وهو أنه قال ان ظل رأس الحمل اقصر من ظل رأس الميزان وليس تتساوى الأظلال فى موضعين من البروج متقابلين غير خمس درجات من كل واحد من برجى السنبلة والحوت ومعنى كلامه مثل ما اشرنا اليه بسبب الاختلاف الواقع فى ابعاد الشمس من الأرض .

فليكن ـ ا ب ج د ـ فلك نصف النهار على مركز ـ ه الذى للعالم و ـ ه ز ـ الفصل المشترك لسطحه وسطح معدل النهار ونفصل ـ ه ل ـ بعد الشمس الاوسط من الارض ولان الاوج على رأى بطاميوس عنده فى خمس درجات ونصف من الجوزاء فان اول الحمل فيما بين البعد الأوسط وبين الأوج وبعده عن الارض اكثر من البعد الاوسط وليكن ـ ه ك ـ ولمثله يكون اول

الميزان فيما بين البعد الاوسط وبين تغير الاوج وبعده عن الارض اقل من البعد الاوسط وليكن ـ ه م ـ فاما على الموضع الذى يكون به المقياس ـ ه ط ـ فان الثقل فى كل واحدة من نقطتى ك م ـ يكون ـ ط ى ـ غير متغير القدر وهو موجب الوجود والحس .

ولكن الكندى باشاراته الى تغير الثقل فيهما يجعل المقياس ـ ه ح ـ ويجيز من نقطتى ـ ك م ـ على رأسه شعاعى ك ح س ـ م ح ع ـ فيختلف الثقل عند ذلك فى النقطتين المذكورتين بمقدار ـ س ع ـ الا أن ذلك نتيجة الوهم فى كرة الشمس فان ـ ه ل ـ عند بطليوس الف ومائة وعشرة اضعاف لنصف قطر الارض وكم ترى ان تكون اضعافا فالمقياس على ان البعدين الأوسطين غير متباعدين جدا عن الاعتدالين خاصة فى زماننا قدر ـ م ك ـ عند ـ ه ل ـ يسير جدا ولا يتبين فى كرة الشمس لصغر قدر كل واحد من نصف قطر الارض وضعف ما بين مركزى فلكيهما المثل والخارج عند نصف قطرها . وانما تتبين لحس هذه الاحوال فى كرة القمر لحصول قدر صالح لنصف قطر الارض عند نصف قطرها ولعظم الاختلاف بين قرب قريبها وبين ابعد بعدها .

٢٥ — ش



واما ما قيل للعالم والمتعلم ان ظل الاستواء كلما زاد عليك اصبعا من ناحية بنات نعش العليا فقد ارتفع مائة وعشرون فرسخا وكلما زاد فى ناحية سهيل السفلى اصبعا فقد انحدر فيها مثل ذلك فما اظنه الا صادرا عن بعض المنانية (١) الذين يعتقدون فى الشمال ارتفاعا وفى الجنوب انحطاطا وفسادا •

الأول من جهة ان المسير فى الأرض على تقويس ولا نسبة فيما بين القسى وبين ما استقام من وتر أو ظل •

وفساد الثانى اذا ازداد فى الشمال بالامعان فيه نقص بالرجوع عنه الأن يجعل تراجع رأس الظل كسر اله نحو الجنوب لكن لفظة الزيادة معه تكذيبا فى التأويل له •

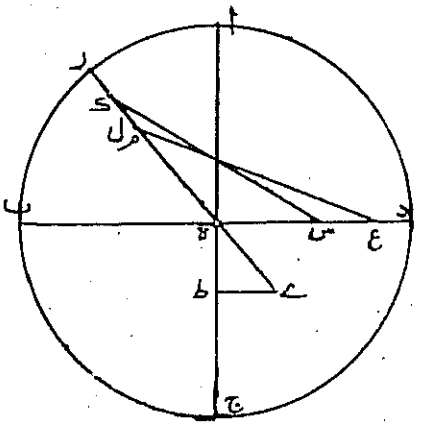
وهذه الزيادة فى الجنوب لايمكن فى المعمورة الا أن نفرض

(١) كذا فى الاصل

لها موضعا فى جنوب خط الاستواء فليكن – وزف ص – من فلك نصف النهار و – واى – القصل المشترك بين سطحه وسطح معدل النهار ومركز العالم – ا – ونفرض – ون – ن ف ف ص – متساوية كل واحدة منها محاذية من الأرض لمائة وعشرين فرسخا ومشابهة لها فاما خط الاستواء فيطل فيه ظل الاستواء وانما يكون فى المواضع المنحنية عنه فى العرض فنخرج ن ا – على استقامة حتى يصير اب – مساويا للمقياس ونخرج عليه عمود – ب ج – فيكـــون ظل الاستواء فى عرض – و ن – ونخرج – ف ا – على استقامة حتى يصير – اه – مساويا ايضا للمقياس ونخرج عليه عمود – ه د ط – فيكون ظل الاستواء فى عرض – وص •

وظاهر ان مثلثات – اب ج – اه د – از ح – متساوية فقصول اظلال – ب ج – ب ك – ب م – لقسى – و ن – وف – وص المتساوية التفاضل غير متساوية اعنى ان – ج ك – ليس يساوى ك م – لانا اذ أخرجنا عمود – ج س ل – يساوى – ج س – س ل – لتساوى زاويتى – ح اس – س ال – واذا اخرجنا – س ع موازيا – ل ل – كان – م ع – مساويا – لع ج – فك ج – اذن اصغر من – ك م – فتفاوت اظلال الاستواء اصبعا فى كل مائة وعشرين فرسخا باطل بحمدالله •

ش — ٢٦



الثامن عشر

فى تصحيح سمت نصف النهار بظلين أو بسمتين متساويين

اما نصف سطح على وجه الارض موازيا للأفق وتسويته وتعديله فامر يختص بصناعة التطين والتجصيص ولأصحابها آلات بشواقيل وموازين تدل على حصوله ثم وقوف الآكر الملس على اى موضع منها او بسيلان الماء عنه بالتكافؤ اوتدحرج الزنبق وتزحزحه عليه بالسواء اصدق الشواهد فيه على الانجاب والصحة •

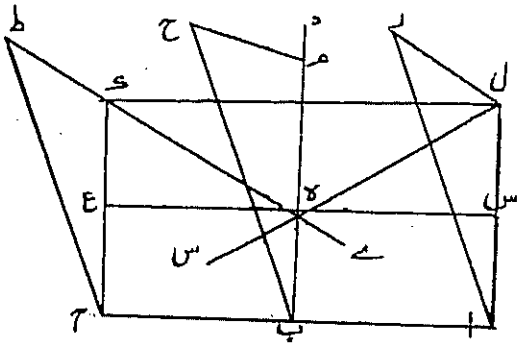
وليكن — اب ج — فى مثله من الفصل المشترك لسطحى فلك نصف النهار والافق فيكون خط نصف النهار — و س ه ع من الفصل المشترك بين سطحى معدل النهار والافق فهو من خط اعتدال وليكن — ح د ب — مثلث النهار الذى فيه — ح د — جيب

ارتفاع نصف النهار و ـ د ب ـ مجموع جيب تمامه و ـ م ب ـ جيب سعة المشرق و ـ ح ب ـ سهم النهار وليكن ـ ط ك ج ـ مثلث الوقت وتصل ـ ك ه ٠

ونخرجه على استقامة الى ـ ى ـ غير محدود فيكون الظل على ـ ه ى ـ ويبعد سمته من خط الاعتدال بمقدار زاوية ـ س ه ى ومن خط نصف النهار بمقدار زاوية ـ ب ه ى ـ ونجعل زاوية ع ه ص ـ مساوية لزاوية ـ س ه ى ـ ونخرج ـ ص ه ـ على استقامة حتى يلقى ـ ك م ـ على ـ ل و ٠

ونخرج عمود ـ ل ـ على ـ ا ج ـ ونجعل زاوية ـ ا ل ز ـ مساوية لزاوية ـ ك ح ط ـ و ا ز مساويا ـ لح ط ـ وموازيا له وتصل ـ ز ل فلا شتراك ـ ه ـ فى مثلثى ـ ك م ه ـ ل م ه ـ المتشابهين يتساوى مثلثا ـ ل س ه ـ ك ع ه ـ المتشابهان ولان كل واحد من ـ ا ل ز ـ مساو لنظيره من ـ ح ك ـ ح ط ـ وزاويتا ـ ا ـ ج ـ متساويتان فان قاعدتى ـ ك ط ـ ل ز ـ متساويتان ـ والمثلث مساو للمثلث وشبيه به قسما الظل فى وقتى ط ز ـ متساويان والارتفاع فيهما بمقدار واحد لان ـ ز ل ـ ك ط ـ جيبا فيهما متساويان والظل مع الارتفاع فى قوس فالظلان ايضا متساويان وبعد الوقتين عن نصف النهار متساويان لان ـ ك م ـ م ل ـ جيبا فى المدار متساويين ٠

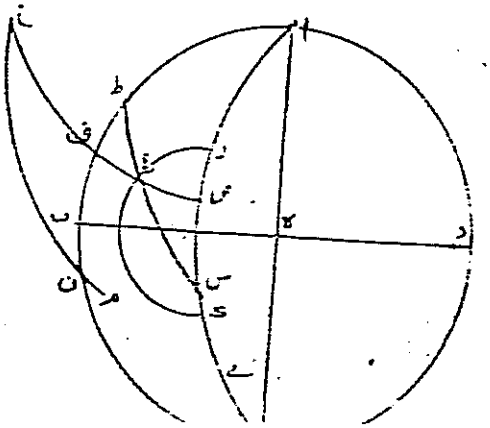
ش — ٢٧



ولذلك يكون الماضى من النهار فى وقت ـ ط ـ مساويا للباقى منه فى وقت ـ ز ـ فمعلوم انا متى حصلنا سمتين فى نصفى النهار متساوى البعد عن منتصفه كان خط الزوال بالضرورة متوسطا بينهما توسط ـ ه ب ـ بين سمتى ـ ه ك ـ ه ل ـ يحصل تنصيف زاوية ـ ك ه ل ـ اواحاط خط الاعتدال معهما بزاويتين متساويتين كزاويتى ـ ك ه ع ـ ل ه س ـ فحصل بافرازنا ـ ه ك ـ ه ل متساويتان ووصلنا ـ ك ل ـ واخرجنا ـ ع س ـ على موازاة ك ل ـ ولان السمت والارتفاع والظل والماضى من النهار والباقى منه مترادفة وبعضها ببعض متعلقة واذا كانت كلها فى جهة واحدة عن نصف النهار من جهتى الشرق والغرب فى مسكن واحد ووقت واحد فهى على مقادير ثابتة وعن الحال الواحدة غير متغيرة وكذلك يكون فى الجهتين المختلفتين نصف النهار اذا كان المدار واحدا او كانا مدارين متحدين بمساواة الميل واتفاق الجهة.

وليكن للمثال ـ اب ج د ـ سطح افق مكن ما مفروض و ـ اه ب ـ فيه خط نصف النهار و ـ ب ه د ـ خط الاعتدال و ـ ا س ب ـ فلك نصف نهار ومت الرأس عليه ـ س ـ ونخط عليه ويعد تمام ارتفاع ما مقنطرة ـ ك ع ز ـ وكان الشمس منها على نقطة ـ ع ـ ونجيز عليها من نقطة ـ س ـ دائرة عظيمة هي س ع ط ـ فيكون ـ ع ط ـ ارتفاع الشمس و ـ ط ب ـ بعد سمتها عن الاعتدال وندير على ـ ى ـ قطب معدل النهار ويبعد ـ ى ع تمام ميل الشمس مدار ـ ع ل ـ فيكون ـ ع ل ـ في المدار ما مضى من النهار ان كانت الجهة شرقا او الباقي من النهار ان كانت غربا و ـ ل ب ـ سعة مشرق الشمس لو مغربها فلان كل نقطة في مقنطرة ك ع د ـ يقتضي ارتفاعا مساويا لارتفاع ـ ع ط ـ فان جميع المدارات التي لها مع هذه المقنطرة تقاطع يتفق لها فيها مثل هذا الارتفاع ولكن على غير نقطة ـ ع ـ .

ش ـ ٢٨



فان المدارات متوازية غيرمتلاقية وسمت ـ ط ب ـ لا يكون فى هذه المقنطرة الا نقطة ـ ع ـ وكذلك دائرة ـ ل ع ـ واما الظل فمعلوم ان مقداره معتبر بمقدار الارتفاع وسمته مقابل لسمته فأين وجد ظل ارتفاع ـ ع ط ـ فى مدارات كثيرة ان سمته ان يكون فيها مقابل نقطة ـ ط ـ من الافق ولاحين يكون الماضى بمقدار ـ ل ع ـ وليكن ـ ص ـ سمت الرأس فى مسكن آخر و ـ ح ب م ـ من افقه ونخرج ـ ص غ ح ـ فيكون ارتفاع ع ـ فيه وهو ـ ع ح ـ الفاضل على ـ ع ف ـ و ـ ع ف اعظم من ـ ظ ح ـ لان زاوية ـ ع ط ف ـ قائمة ويكون مع الدائرة اصغر من ـ ع ل ـ فارتفاع ـ ع ط ـ لا يكون فى مسكن ص ـ الاعلى مقنطرة شبيهة بمقنطرة ـ ك ع ز ـ فتكون الدائرة فيها اصغروها هنا صحت تتصل (١) بالظل من جهة انضيافه الى الارتفاع لكنه لايعجب فى الظل لاعجابه فى الارتفاع من جهة ظهور السمت بحصول الظل وحصول جهة المشرق والمغرب مع الارتفاع فقط .

ومتى تمثل وقيل هل يمكن فى بلد معلوم العرض ان يكون الطالع شيئا واحدا فى وقتين متباينين موضع الشمس فيهما مختلف وارتفاعها فى جهة واحدة بمقدار واحد، فان المستعمل بالجواب يسرع الى الانكار على وجوب ذلك والعبارة عنه فى الظل يكون

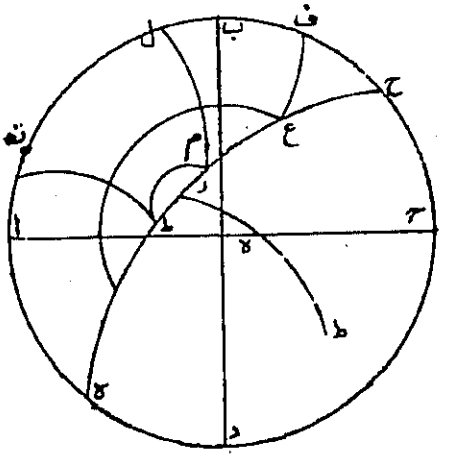
(١) كذا فى الاصل .

الطالع واحد الظلين متساويين فى ربع من ارباع الافق ووقتين مختلفين .

ولايضاح ذلك فليكن – اب ج د – افق البلد مربعا بخطى الجهات و – ا – المشرق و – ب – الجنوب و – ه ز ح – نصف فلك البروج على قطب – ط – فيكون(١) درجة الطالع ونخرج – ط س دائرة عرض اقليم الرؤية و – س – عليها سمت الرأس ونخط عليه منطرة – ك س – يكون على تقاطعه مع منطقة البروج وهما – ك – ه من جهة واحدة وهى الشرق فى الشمال فيكون ارتفاعه وهما ك ن م ل – الشرقيان متساويان ومعلوم ان الشمس اذا كانت على م – كان ارتفاعها – م ل – القائم على الافق واذا كانت على ك – كان ارتفاعها – ك ن – وهما متساويان لانهما منطرة واحدة والطالع فى كلا الوقتين واحد وهو نقطة – ه – والشمس فيما بين الوقتين قد سارت من فلك البروج قوس – م ز ك – واذا لم تكن المنطرة مقاطعة للمنطقة فى جانب واحد بل فى الجهتين كمنطرة ع ى – فان ارتفاع الشمس فى تقاطعهما وهما – ع ى – يتساويان ويكونان – ع ف – ى ص – والطالع واحد وما بين موضعى الشمس اكثر من الاول .

(١) هكذا فى الاصل .

ش —٢٩



ومتى كانت سعة مشرق الطالع جنوبية كان ارتفاعا ـ س ل ك ز ـ فى جانب المغرب كما كانا هاهنا شرقيين وعند عدمها يكون احدهما لا محالة شرقيا والآخر غربيا ولسنا نحتاج من هذه الخواص الا الى التى تكون فى المسكن الواحد •

فاما الارتفاعان المتساويان فيه فلسنا ننتفع بهما الا بسبب السمتين المتساويين معهما والظل دليل عليهما •

واما الدئران المتساويان فالانتفاع بهما كالانتفاع بالارتفاعين المتساويين فقط وليس لتساوى بعدى الوقتين عن جنبتى نصف النهار دليل الامن تساوى الارتفاعين أوتساوى الحركات فى الزمانين وتساوى الحركات ممايرجع فيه الى الآلات التى تقدر الأزمنة فيها بخروج الماء أو الرمل اوسائر الأشياء المتشابهة الاجزاء عنها اودخول

الماء اليها وتساوى الارتفاعين مدرك بالرصد فى الحلق والصفائح اومدلول عليه بالظل الذى يقترن به فان رصدنا الارتفاع بالآلات المهيأة له حتى حصلنا فى كل واحد من الصباح والمساء اخرجنا الخط المتوسط لمنتهى الظل فيها فيكون خط نصف النهار وان رصدنا الظلين المتساويين كان ذلك هو العمل المعروف بالدائرة الهندية وانما نسبت اليهم لانها فى زيج الاركند وزيجات الهند وحسابا تهم اول ماوقع الى مملكة الاسلام من امثالها وعملها ان ينصب القياس عمودا على سطح مستو موزون على موازة الافق كمقياس ـ اب ـ وندير على مركز ـ ا ـ وبأى بعد شئنا دائرة وكلما كانت اوسع واعظم احاطة كان العمل فيها ادق .

ثم نرصد الظل فى النصف الاول من النهار وهو ممتد نحو المغرب اخذ فى التناقص الى ان تدخل الدائرة فيعلم على موضع دخوله من المحيط . فليكن مثلا ـ ج ـ ثم نرصد فى النصف الآخر من النهار وهو يتزايد فيمتد نحو المشرق الى ان نخرج من الدائرة على نقطة د ـ مثلا وقد وجد بذلك ارتفاعان متساويان ونصف النهار بالضرورة بينهما ونوصل ـ ح د ـ بخط مستقيم ثم اما ان ننصف وتر ـ ح د ـ على ـ ه ـ اوقوس ـ ح د ـ على ـ ط ـ اونكملها الى تمام الدائرة على ـ ز ـ ونصل من مركز ـ ا ـ وبين منتصفات ز ه ط ـ اوجميعها بخط ـ ز ط ـ فيكون خط نصف النهار منصفا

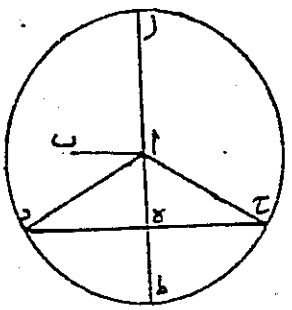
زاوية ـ ح ا د ـ وبلس اليونانى وبجيانند البانارىسى (١) يديرعلى كل واحد من ـ ح د ـ وبيعد ـ ح د ـ دائرة ونصل رأس السمكة الحادثة من تقاطع الدائرتين بذنبها فيكون ذلك الخط من ـ ز ط.

ثم ان شئنا اخرجنا لخط المشرق والمغرب اما عمودا من ـ ا على ـ ز ط ـ واما قطرا من منتصف احد نصفى ـ ز د ط ـ ز ج ط وان شئنا بعد حصول ـ ز ط ـ ح د ـ محونا الباقية وادرنا على مركز ـ ه ـ باى بعد اردنا دائرة فيكون قطرها الذي على استقامة زط ـ خط الزوال والذى على استقامة خط ـ ح د ـ خط الاعتدال فاما المقدار المستصوب للقياس فى هذا العمل فهو الذى يقصر ظله فى الشتاء عن نصف قطر الدائرة فى جميع المعمورة لئلا يخلف بطوله ويخلف عن لحوق الدائرة ويمر من ناحية المغرب الى ناحية المشرق خارجها.

وقد حد بطلميوس اجزاء المعمورة فى الشمال بجزيرة (٢) وزعم ان عرضها ثلاثة وستون جزأ فيكون تمام عرضها سبعة وعشرون جزأ وارتفاع رأس الجدى فيها ثلاثة اجزاء وربع وسدس جزء وتكون اصابع ظله مائتى اصبع واصبع وربع اصبع وذلك مثل المقياس ست عشر مرة وثلاثة ارباع مرة ومتى عمل نصف قطر الدائرة اكثر من سبعة عشر ضعفا للقياس بعد طرف الظل وعشر الامر.

(١) كذا فى الاصل (٢) هنا خرم فى الاصل.

ش — ٣٠



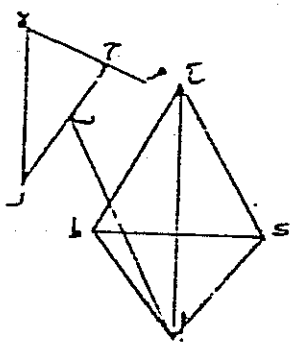
ولكنا نقول ان الأمم الذين نجد فيهم من الانسانية ما يمكن معه تنبيههم لفضيلة مامن اخذ شريعة لواهتزاز لعلم بهمة هم الذين لا يتجاوز ما كنهم ثمانية واربعون جزأ فى العرض وتمام هذا العرض اثنان واربعون جزأ وارتفاع رأس الجدى فيه ثمانية عشر جزأ وربع وسدس جزء واصابع ظله ست وثلثون اصبعا وثلاث عشر اصابع وذلك قريب من ثلاثة اضعاف المقياس فمعلوم ان المقياس اذا عمل كثمن القطر لم يختلف الظل فى هذا العرض عند المنقلب الشتوى عن ولوج الدائرة ولولا الامة المعروفة بيلناروهم مسلمون وفى الشمال ممنون لاقتصرت على عرض خمسة وأربعين ومن المقياس على مساويات سدس القطر .

وابو بكر محمد بن عمر بن الفرخان يحوم فى زيجه حول

سدس القطر مرة ونصف سدس القطر اخرى ومن احاطه بقانونه الذى قد مناه اخذ لكل مسكن مقدارا للمقياس يستمر أمره فيه وقد يعمل ماذكره من امر الدائرة الهندية بمأخذ آخر •

وهو ان ننصف عمود اب — على سطح موازٍ للأفق وعلى رأسه مسطرة — ح د — يستدير الى النواحى كلها على موازاة الافق وعلى طرف — ج — منها هدفه — ج ه — معلق من اصلها شاقول — ح م يماس طرفه المحدد وجه الارض ثم تدار المسطرة فى الصباح حتى تحاذى الهدفة عين الشمس فتظل وسط المسطرة وكأن الظل حينئذ كان — ح ز — ونعلم عـلم منتهى شاقول — م — من الارض وكان — ك — ثم ندبرها مساءا حتى تحاذى بالهدفة ايضا عين الشمس ونرصد ظل الهدفة حتى يبلغ — ز — فنعلم حينئذ على منتهى شاقول ما من الارض وكانه — ط — وبوجود نقطتى — ك ط قد فصلنا من خطى السمت من عند المركز خطى — ا ط — اك متساويين فى وقتين قد تساوى ارتفاع الشمس فيهما فنصل — ك ط ونعمل على — ك ط — مثلثا متساوى الاضلاع وهو — ك ط ح — ونصل ا ح — فتنقسم زاوية — ك ا ط — بنصفين لكن نصف النهار فيما بين هذين الوقتين خطه هو المتوسط ما بين السمتين — فا ح — اذن خط نصف النهار واذا اتفق ان تكون نقط — ك ا ط — على خط واحد مستقيم كان العمل وقت الارتفاع الذى لاسمت له •

ش — ٣١



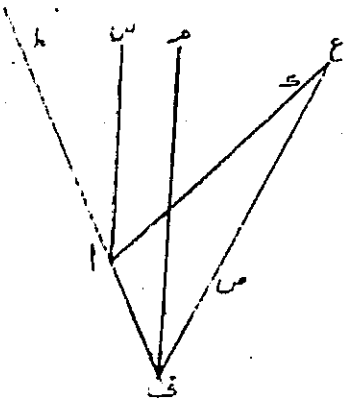
واقد تعمل ميزانا لعموده الموازى للأفق عرضا يضبط به ظل اللسان ثم تثقل كفتيه بثقلين متعادلين حتى يستوى العمود على موازاة الأفق وترصد فى وقت مامن اوقات النصف الاول من النهار ظل اللسان حتى يمتد طرفه على وسط العمود ونعلم على نهاية الثقل وعلى موضعى تماس ظهر الكفتين وسطح الارض ولهذا ان جعل الكفتان على شكل مخروطى امكن للبصر ادراك النقطتين المذكورتين فاذا ادركنا الوصل بينهما وكأنه حصل بهذا الوصل وضع خط ـ ا ط ـ والعمل مثل ذلك بعد نصف النهار وترصد حتى يصير طرف ظل اللسان على وسط العمود مثل المقدار الاول المعلم عليه .

ونعلم ايضا وتقف على موضعى مماسة الكفتين الارض ونوصل بين نقطتى التماسين فيحصل به وضع خط ـ ك ا ـ اوموازاته وكأن

نقطة

نقطتى التماس الاخير كانتا ـ ع ـ ص ـ فع ص ـ مواز ـ لك ا ونخرج كل واحد من ـ ط ا ـ ع ص ـ حتى يلتقيا على ـ ب فيكون ـ ع م ـ المنصف لزاوية ـ ع ف ط ـ خط نصف النهار كما ان ـ اس ـ خط نصف النهار فى المسكن الواحد وفيما لم يتباعد عنه كثير بعد متوازية وان كانت بالحقيقة على وجه الارض دوائر متلاقية على محور الكرة الأولى وكما انها فى الحس خطوط مستقيمة كذلك هى فيه متوازية وكل واحد منها فى المسكن الواحد خط نصف نهار للقياس المنصوب عليه وذلك ما أردناه •

ش—٣٢



ومتى اتفق اتصال احد خطى ـ ع ص ـ ك ا ـ بخط ـ اد على استقامة كان ذلك الارتفاع الذى وقع معه القياس هو الارتفاع الذى لاسمت له وكل ما ذكرناه لتسهيل العمل فانه مجموع فى مقاصد الدائرة الهندية المتقدمة •

التاسع عشر

فى تصحيح خط نصف النهار

معلوم مما تقدم فى الدائرة الهندية ان عليها منصوب على منتطرة واحدة لكنه لايخص بمنتطرة بعينها دون اخرى لايسبب عظم الدائرة المخطوطة وصغرها فان قصدت عظمى المنتطرات التى هى الأفق كان الظل وقت طلوع الشمس ممتدا الى نهاية فلم نحتج الا الى تقطعه مع محيط الدائرة فاذا غربت الشمس وامتد الظل كذلك بغير نهاية كان خط نصف النهار فيما بين تقاطع الظلين مع الدائرة تساوى البعدين عن نصف النهار فى الحس دون التحقيق لان الشمس لاتدور بحركة الكل فى مدار موازلمعدل النهار ولكنها لأجل الحركة الشرقية ترسم خطوطا لولبيا تخالف به سمة مشرقها فى اليوم سمة مغربها فلسنا نذهب فى احد المدار على الموازاة الا على التقريب والأخذ بموجب الحس .

وأكثر الاختلاف فيما بين نقطتى تقاطع هذا المولب والمنتطرة يكون عند الأفق وحول وقتى الاعتدالين من اجل عظم تفاضل فى الميل حتى أنه يكون فى النهار الذى يعدربيعيها وقبل الخريفى ارجح من خمس الدرجة وفى النهار الذى قبل ربيعيها وبعد الخريفى اقص قليلا من خمس الدرجة . ومعلوم ان المكث فوق الارض يعظم قدر هذا التفاضل لو كان باقيا على مقداره

لكنه اذا تصاغر فى ذاته مع تعاظمه من جهة المكث وتكافؤ الحالين على بعد نحو الشمال معلوم فاذا تجاوز تخلص التصاغر وغلب وازداد الفضل قلة بالدنو من المنقلب الصيفى حتى يصير فى الثوانى دون الدقائق ٠

واما فى النصف الجنوبى فيفاضل الميل والمكث فوق الارض متناقصان معا من لدن الاعتدال الخريفى الى المنقلب الشتوى ومتزايدان معا فى الربع الذى يتلوه على مثله الحال فى المقنطرات لان لكل واحدة منها نصيبا من هذا الاختلاف لكن بعد التقاطع معها عن نصف النهار متى كان اقل كان هذا الاختلاف انزروا خفى وخط نصف النهار المستخرج به اقرب الى حقيقة وضعه وذلك انه ينحرف بحسب زوال هذين التقاطعين عن موازة معدل النهار فيقع طرفه الجنوبى فيما بين الجنوبى والمشرق مادامت الشمس فى النصف الهابط من السرطان الى آخر القوس ويقع فيما بين الجنوب والمغرب اذا كانت فى النصف الصاعد من اول الجدى الى آخر الجوزاء ولا يكاد على نفس الجنوب بالتحقيق الا فى يوم يقع الانقلاب على نصف نهاره ويخفى التساهل فيه عن الشعور به فى الايام القريبة منه حول المنقلبين وذلك لقلة التفاضل المذكور ويظهر فيما سواها اذا عظمت دائرة العمل ٠

وقد كنت ارصد بخوارزم فى تعرف الميل اظلالا فى دائرة

قطرها خمسة عشر ذراعا كانت نتائجها مؤدية الى المحال وتحيرت فيها حتى وقفت على السبب وكان زوال خطى الزوال والاعتدال عن وضعيهما فاصلحته وصلحت .

وقد أشار بلس فى سد هانده الى هذا المعنى وحصول الماضى من النهار فى كل واحد من وقتى دخول الظل الدائرة وخروجه منها وقوم الشمس فيهما واستخرج ميلها وأمر بضرب فضل مابين الميلين فيما بين الوقتين من دقائق الأيام وقسمة المبلغ على ستين وضرب مخرج من القسمة فى أصابع نصف قطر الدائرة المخطوطة على الارض وقسمة المجتمع على الجيب كله وزعم ان مابخرج هو اصابع مابين مخرج الظل من الدائرة بالوجود وبين النقطة المحاذية لنقطة المدخل وهو المخرج الحقيقى ويكون نحو الجنوب اذا كانت الشمس فى نصف الهابط ونحو الشمال اذا كانت فى النصف الصاعد .

وأظن ان فى هذا العمل فسادا من جهة المترجم فانه يقتضى ان تكون نسبة هذا الخارج من القسمة الى مابين الميلين كنسبة مابين الوقتين من دقائق الأيام الى ستين وقد علم أن انحراف الخط الواصل بين مدخل الظل وبين مخرجه عن موازاة خط الاعتدال انما هو بنسبة اختلاف الميل فى وقتيهما فعلى هذا القانون يجب ان يكون هذا الاختلاف فيما بين هذين الوقتين من اختلاف الميل فى كل ذلك اليوم كدقائق مابين الوقتين من ستين فيقتضى ان يستخرج موضع

الشمس

الشمس لوقت المدخل وموضعها بعده بيوم تام وميلا هذين الموضعين ثم نضرب مابين القبلين فيما بين الوقتين ونقسم المبلغ على(١) فيخرج اختلاف الميل المطلوب ولكن تحصيله من ميلي موضعي الشمس لوقتي المدخل والمخرج اسهل واحسن وهو عمل بلس اذا اقتصر فيه على فضل مابين الميلين ولم يضرب في شيء ولم يقسم على شيء والاقرب منه ان يستخرج سمت الشمس للوقتين ثم يستعمل فضل ما بينهما بدل اختلاف الميل •

واظن ان بلس وقف على الاشتراك الذي بين السمت وبين سعة المشرق وبلاده قليلة العرض يتقارب فيها مقدار الميل وسعة المشرق فتساهل في اقامة فضل مابين الميلين بدل مابين السمتين •

العشرون

في استخراج خط نصف النهار بثلاثة اظلال متوالية

من اجل أنه ترجم لنا من قول برهمكويت بن جسن انه اذا قيس في جانب واحد من جانبي المشرق والمغرب ثلاثة اظلال لشخص واحد وعلم على اطرافها ثم ادير عليها ثلاث دوائر تتقاطع وتحصل سمكتان احداهما من تقاطع الاولى مع الثانية والأخرى من تقاطع الثانية مع الثالثة ووصل الرأس في كل واحدة منهما مع ذنبها واخرج الخطان معا على استقامتهما في جهة الالتقاء ووصل بين ملتقاهما وبين مغرز المقياس فان هذا الخط الواصل يكون خط نصف النهار •

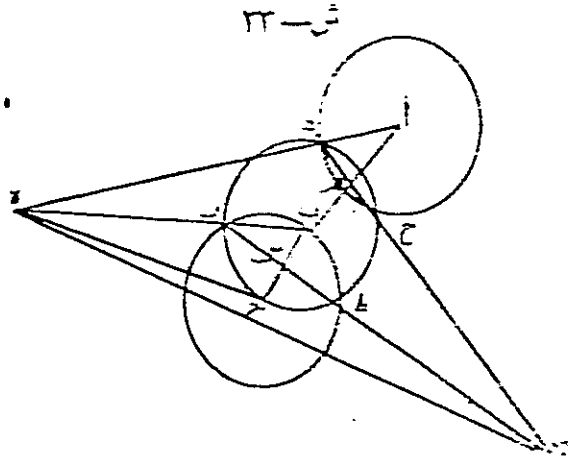
---

(١) هنا ناقص في الاصل •

ومثاله ن ـ ه ـ مغرز الشخص و ـ ه ا ـ اطول الاظلال ثلاثة و ـ ه ج ـ قصرها و ـ ه ب ـ اوسطها و نسمكتان الخطتان من الدوائر هما ـ د ا ح ب ـ ز ق ط ح ـ وقطرهما ـ د ح ـ ز ط ومنتقى القطرين ـ ك ـ فك ه ـ من خط نصف نهار والخاصل من هاتين السمكتين هو خروج عمودين خارجين من منتصف خطين ا ب ـ ب ج ـ المذين هما ـ ه ـ ل ـ فاما في اوتار الدائرة فظاهر انهما يلتقيان على المركز من قطرها المفروض سهما واما في اوتار القطع الزائد فلا يجتمع على السهم الا نقاقا •

ولما اتهمت الترجم وتفرست فيه قلة الهداية للعمل مع سوء الآراء ولمكن ان تمس الحاجة لخط نصف نهار في احد نصفي نهار يوم بعينه من غير أن يمهل الوقت رصد الظل في نصف الآخر عدلت على عمل مبناه على ما في كتاب تالما لذيوذورس (١) •

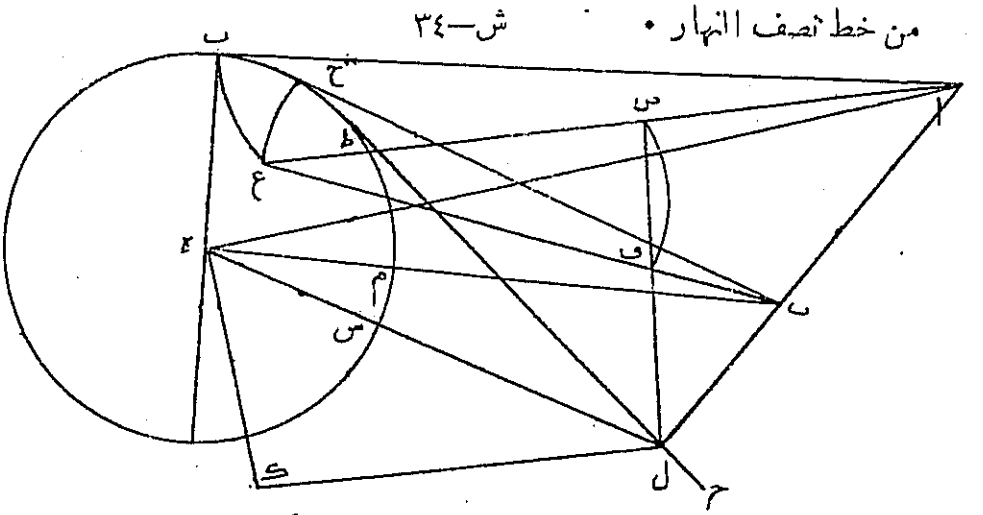
ش ـ ٣٣



(١) كذا في الاصل .

وهو ان ندير على مركز ـ ه ـ وبعد طول المقياس دائرة ـ ى م س ـ عمود ـ ه ز ـ على ـ ا ه ـ ونفصل قوس ـ ز ح مساوية لقوس ـ ى م ـ وقوس ـ ط ح ـ مساوية لقوس ـ م س ونصل ـ ا ز ـ ب ج ـ ح ط ـ وندير على مركز ـ ا ـ وبعد ا ز ـ وعلى مركز ـ ب ـ وبعد ـ ب ح ـ دائرتين تلتقيان على ع ـ ونصل ـ ع ا ـ ع ب ـ وندير على مركز ـ ع ـ وبعد ج ط ـ قوس ـ ف ص ـ ونخرج خطى ـ ص ف ـ ا ب ـ حتى يلتقيا على ـ ل ـ ونصل ـ ح ل ـ وننزل عليه عمود ـ ه ك ـ فيكون من خط نصف النهار .

ش ـ ٣٤



وليكن البرهان على صحة المقياس ـ ه ز ـ فتكون مثلثات ا ه ز ـ ب ص ز ـ ح م ص ـ مثلثات الاظلال فى اوقات الارصاد الثلاثة و ـ ا ز ـ ب ز ـ ح ز ـ اقطارها وعلى ـ طح مخروط الظل الذى رأسه رأس المقياس ومعلوم ان الفصول المشتركة بين سطح

كل دائرة قائمة على سهم مخروط الظل وبين سطح القطع الذى يحدثه رأس الظل فى الأفق تكون موازية لسطح معدل النهار لان الدائرة موازية له وسهم القطع هو خط نصف النهار ولان ـ ز رأس المخروط فدائرة ـ ح ف ص ـ الموازية ببعد ـ ز ج ـ احدى تلك الدوائر الموازية لمعدل النهار وتنزل عمودى ـ ص س ـ ف ه على سطح الافق فيقعان على خطى ـ اه ـ ب ه ـ ولان ـ از ـ اعظم من ـ ز ب ـ و ـ ص ز ـ ف ز ـ متساويان فان ـ اص ـ اعظم من ـ ب ف ـ فنسبة ـ اص ـ الى ـ ص ز ـ اعنى ـ اس ـ الى س ه ـ اعظم من نسبة ـ ب ف ـ الى ـ ف ز ـ اعنى ـ ب م ـ الى م ه ـ وتخرج ـ س ط ـ موازيا ـ لاب ـ فنسبة ـ اس ـ الى س ه ـ كنسبة ـ ب ط ـ الى ـ ط ه ـ فنسبة ـ ب ط ـ الى ـ ط ه اعظم من نسبة ـ ب م ـ الى ـ م ه ـ فب ط ـ اعظم من ـ ب ه وزاوية ـ اس م ـ بعض زاوية ـ اس ط ـ ونجعل زاوية ـ س اب مشتركة فزاويتا ـ س ه ـ س اب ـ اصغر من زويتى ـ اس ط س اب ـ لكن زويتى ـ اس ط ـ س اب ـ معدلتان لقائمتين فزاويتا ـ اس م ـ س اب ـ اصغر من قائمتين فخطا ـ س م ـ اب متلاقيان فى جهة ـ م ب ـ وليلتقيا على ـ ل ـ ولان خطى ـ س ل اب ـ فى سطحى ـ ص س م ف ـ اص ف ب ـ ه ن ـ ل ـ على الفصل المشترك لكن ـ ص ف ـ ايضا فى هذين السطحين ينتهيا

فنقط ـ ص ـ ف ـ ل ـ على خط واحد مستقيم لكن ـ ل ـ فى سطح الافق وفى سطح دائرة ـ ح ف ص ـ فهو على الفصل المشترك بينهما ونقطة ـ ج ـ كذلك فى سطح الافق وهذه الدائرة فخط ـ ح ل ـ من الفصل المشترك لهما فهو موازٍ لمعدل النهار وخط نصف النهار قائم عليه لكن نقطة ـ ه ـ فى هذا الخط فعمود ـ ه ك هو خط نصف النهار.

ثم نعود الى الشكل الأول العملى فنقول ان ـ ا د ـ ب ح ح ط ـ هى اقطار مثلثات الاظلال أعنى نظائر ـ از ـ ب ز ـ ح ز وان ـ ا ع ـ هناك مساوٍ ـ لا ز ـ هاهنا و ـ ب ع ـ هناك مساوٍ لب ز ـ هاهنا وقاعدتا ـ ا ب ـ فيهما متساويتان فمثلث ـ ا ب ع هناك هو مثلث ـ ا ب ز ـ هاهنا وكل واحد من خطى ـ ع ب هناك مساولكل واحد من خطى ـ ز ص ـ ز ب ـ ها هنا ـ ع ص فع ص ـ فى كليهما واحد وكذلك ـ ا ص ـ و ـ ن ف ـ فمنحرف ص ف ب ـ فيهما متشابهان واضلاعها النظائر متساوية و ـ ص ف يلتقى ـ ا ب ـ على ـ ل ـ فبعد الملتقى من ـ ب ـ فى كليهما واحد فنقطة ـ ل ـ فى الشكلين واحدة ووضع ـ ح ل ـ متشابه وليس فرض الجانب الواحد بضرورى ولكنه يجب ان نراعى بالأطول والاوسط ماعملناه ومتى استوى منها اثنان توسطهما خط نصف النهار ونصف الزاوية التى يحيطان بها وآل الامر الى الدائرة الهندية.

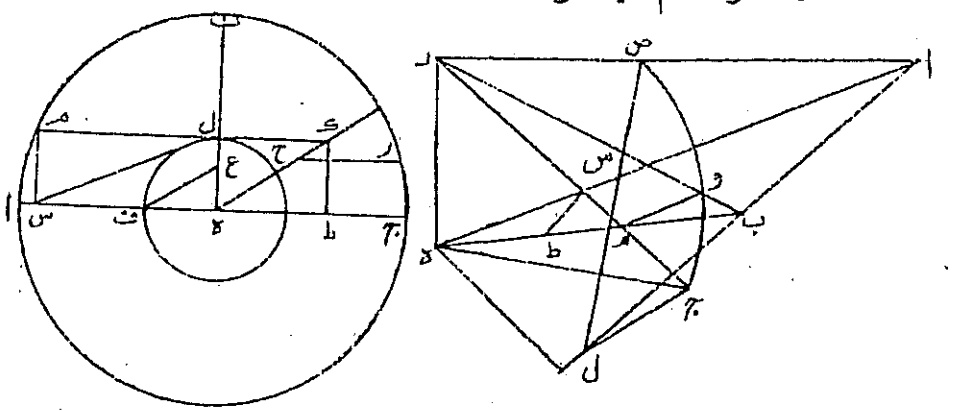
الحادى والعشرون

فى استخراج خط نصف النهار بقيسة واحدة كيف اتفقت

لهذا الباب وجود كثيرة فمنها ان تقسم الدائرة المخطوطة بثلاثمائه وستين جزأ متساوية وكل جزء منها بما امكن قسمته من الدقائق وينصب فى سطحها متياس ونرصد جهة مشرق الشمس لطلوع نصف جرمها من تحت الارض اوجهة مغربها لافول نصف جرمها وهو أن نجعل ممر وسط ظل المقياس من محيط الدائرة ونعلم عليه علامة ثم نحسب سعة مشرق الشمس ان كنا حصلنا العلامة لطلوعها أوسعة مغربها ان كنا حصلناها لمغيبها ونعرف جهتها ثم نعد من تلك العلامة مثلها الى خلاف جهتها فظاهر ان الموضع الذى انتهينا اليه احد طرفى قطر الاعتدال والقطر القائم عليه هوخط نصف النهار ومنها ان نفرض عدد اللسمت ممكن الكون فى ذلك اليوم ثم نستخرج له مقدار الظل وندير على مغرز المقياس ونبعد ذلك الظل دائرة اونرصد ظل المقياس لدخوله أوخروجه من

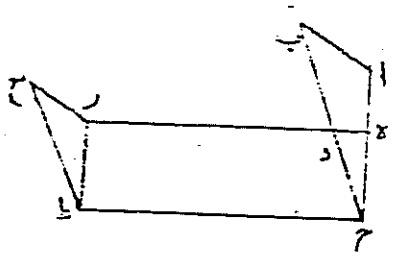
هذه الدائرة فتى وافى طرفه محيطها اخرجنا القطر المار على و ـ ط الظل الى محيط الدائرة المقسومة وعددنا من المنتهى مثل ذلك السمت الى خلاف جهة فتبلغ ايضا احد طرفى قطر الاعتدال ٠

ومنها ان تكون الدائرة المقسومة ـ ا ب ج ـ على مركز ـ ه ـ وه ب ـ عمود على قطر ـ ا ج ـ ونفرض منها ا د ـ (١) مساويا لعرض بلدنا و ـ ح ز ـ مساويا لميل الشمس فى الوقت ونصل ـ د ه ـ ونخرج ـ ز ح ـ على موازاة ـ ح ه ونفصل ـ ه ط ـ مساويا ـ له ح ـ ونخرج ـ ط ك ـ على موازاة ه ب ـ و ـ ك ل م ـ على موازاة ـ ح ا ـ و ـ م س ـ على موازاة ب ه ـ ونصل ـ ل س ـ ونفرز ـ ه ع ـ بقدر المقياس المنصوب على ـ ه ـ ونمد ـ ع ف ـ موازيا ـ ال س ـ ونديره على ـ ه ويبعد ـ ع ف ـ دائرة ونرصد فى احد نصفى النهار مدخل الظل ونخرجه من هذه الدائرة الصغرى ونمد منه قطرا فيها فيكون خط الاعتدال والقطر القائم عليه هو خط نصف النهار ٠ ش—٣٦



(١) كذا فى الاصل ٠

والبرهان عليه فليكن ـ ح ط ـ من الفصل المشترك بين سطحي الافق ودائر و ـ ح ـ مركز الأفق و ـ ه ز ـ من خط الاعتدال وليكن مثلث النهار ـ ا ب ج ـ ومثلث الوقت ج ز ط ـ على ان يكون ـ ز ـ على خط الاعتدال فلا محالة ان ز ح ـ هو جيب الارتفاع المنتهي لامتداده ونخرج عمود ـ ه د على ـ ب ج ـ فيكون جيب ميل الشمس و ـ ه ج ـ جيب سعة مشرقها وزاويتا ـ ج ط ـ بمقدار تمام عرض البلد وزوايا ـ ب ح ـ ج ض ـ بمقدار عرض البلد فنسبة ـ ه د الى ـ ه ج ـ كنسبة جيب تمام عرض البلد الى الجيب كله اعني نسبة جيب زاوية ـ ج الى جيب زاوية ـ د ـ القائمة ونسبة ـ ز ط ـ جيب سعة المشرق ض ـ ز ح ـ جيب الارتفاع كنسبة جيب عرض البلد الى جيب تمامه اعني جيب زاوية ـ ح ـ ض جيب زاوية ـ ط ـ ش ـ ٢٧



فما جملتا في الشكل العمل ـ ح د ـ ميل الشمس و ـ ج د ـ تمام عرض البلد كان ـ ه ط ـ اعني ـ ه ح ـ جيب سعة المشرق

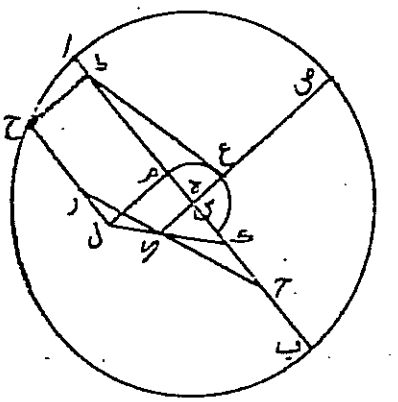
و ـ ط ك ـ جيب الارتفاع الذى لاسمت له كان نسبة ـ ه ط ـ اليه كنسبة جيب ـ ب د ـ عرض البلد الى جيب ـ ح د ـ تمامه و ل ه ـ يساوى ـ ك ط ـ فس ه ـ جيب تمام هذا الارتفاع ونسبة جيب كل الارتفاع الى جيب تمامه كنسبة المقياس الى ظله وقتئذ ونسبة ـ ل ه ـ الى ـ ه س ـ كنسبة ـ ع س ـ الى ـ ه ف ـ وقد فرضنا ـ ع س ـ مثل المقياس ـ فه ف ـ هو ظل هذا الارتفاع ٠

ومعلوم انه اذا حصل فى الوجود بالرصد كان منطبقا على خط الاعتدال اذ هو عديم السمت ولكنه مأوف من جهة انه جزئ لانه معدوم فى الميل الجنوبية وغير موجود الا فى الميول الشمالية وكذلك مايقدمه مقصوره على وقت مفروض من النهار يحتاج الى تربص حلوله ، وربما احتيج الى خط نصف النهار فى الحال ولم يتسع الوقت للامهال ولذلك نجعل العمل لوقت واحد كيف اتفق دون انتظار لآخر ٠

وليكن وضع الظل فيه ـ ه ج ـ ونخرجه فى الجهتين على استقامة لتحصل منه فى الدائرة المقسومة قطر ـ اب ـ ونقيم عليه عمود ـ ه د ـ مساويا للمقياس ونصل ـ د ج ـ ونجعل ـ ج ز مساويا لنصف قطر ـ اه ـ ونجيز على نقطة ـ ز ـ خط ـ ج ز ل موازيا ـ لاب ـ ونصل ـ ه ك ـ مساويا لظل نصف النهار ونخرج ك د ل ـ وننزل عمودى ـ ح ط ـ ك م ـ على ـ اب ـ ونديرعلى

مركز ـ ه ـ ويعد ـ ه م ـ نصف دائرة ـ م ع س ـ فى خلاف جهة الوقت اعنى ان كان قبل نصف النهار فالى الجهة اليها تتحرك الشمس وهى المغرب وان كان بعده فالى التى عنها تتحرك الشمس وهو المشرق وتخرج ـ ط ع ـ مماسا الدائرة ـ م ع س ـ على ع ـ وتخرج على المماسة ـ ه ع ص ـ فيكون من خط نصف النهار ه

ش ـ ٣٨



برهانه ان نسبة ـ د ه ـ المقياس الى ـ ه ج ـ ظله فى الوقت كنسبة جيب الارتفاع الى جيب تمامه أعنى جيب زاوية ـ ج ـ الى جيب زاوية ـ ه د ج ـ فاح ـ هو ارتفاع الوقت اذا توهم نصف دائرة ـ ا ح ب ـ قائما على سطح الافق و ـ ط ه ـ جيب تمام هذا الارتفاع وعلى وضعه واذا كان نصف دائرة ـ ا ح ب ـ فلك نصف النهار وفرض ـ ه ك ـ ظل نصف النهار كان ـ ك د ل ـ من

الفصل المشترك لسطحى المدار وفلك نصف النهار وزاوية ـ ك بمقدار تمام عرض البلد فمثلث ـ ك ل م ـ هو مثلث الوقت بالمقدار دون الوضع لان ـ ا ه ب ـ ليس بخط نصف النهار ولا الضلع الموازى له من هذا المثلث هو ـ ك م ـ ومعلوم ان جيب تمام الارتفاع يتوى على العمودين الخارجين فى سطح الافق من مسقط حجر الارتفاع الى كل واحد من خطى الزوال والاعتدال والخارج منهما الى خط الاعتدال يسمى حصة السمت و ـ ه م ـ بمقداره ـ فع ط هو الآخر الى الخارج الى خط نصف النهار لقوة ـ ه ط ـ عليهما وهو على وضعه لكن ـ ط م ع ـ عمود على ـ ه ع ص ـ لمروره من المركز الى المماسة فخط ـ ه ع ص ـ خط نصف النهار الذى طلبناه ٠

الباب الثانى

والعشرون فى مقادير النهار والليل وفصول المطالع

معلوم عند المحيط بهيئة العالم ان ليس للتباعد فى الطول بين المشرق والمغرب اثر غير اختلاف الطلوع والغروب على نسبة ذلك التباعد وان سائر التغاير الكائنة فى سعة المشارق والمغارب وتفاوت ارتفاع انصاف النهار والظل واختلاف النهار والليل وامثال ذلك هى من لوازم التباعد فى العرض بين الشمال والجنوب ٠

وكل واحد من الأمم يقصد فى تحديد المواضع غير ما يقصده

لآخر منهم من يحدها بارتفاع قطب الشمال لساوى للعرض ومنهم من يحدها بساعات نهار الاطول فيها كما اسس قسمة الاقاليم •

ومنهم من يذهب فيها الى تواريخ وسائر المقادير التى يصح بها المسافات •

ومنهم من يذكر عندها ظل الحمل وهو ظل نصف نهار يوم الاستواء التاسع تمام العرض لان النهار طول السنة فى الموضع الواحد مختلف مع ليلة بسبب المطالع كاختلاف ظل نصف النهار فيه وعلى هذا يجب عمل من عند استعمالهم ظل فى تحديد الأوقات •

قال برهكويت من براهم سدهانده لمعرفة تعديل النهار تضرب كل واحد من جيب ميل الكوكب والجيب كله فى نفسه وخذ جذر فضل ما بينهما فيكون نصف قطر مدار الكوكب ثم ضرب جيب ميل الكوكب فى ظل الاستواء واقسم ما بلغ على ثنى عشر واضرب ماخرج فى الجيب كله واقسم المجتمع على نصف قطر مدار الكوكب فما خرج فهو جيب تجعله قوسا وهى بران (١) تعديل نهار فجعله بارى (١) بالقسمة على ستة وكل ستين بارى (١) هو ناذى - وليه ذهب محمد (١) الكنه جمع الضربين فيه كما جمع قسمتين قبل ضرب نصف قطر مدار الشمس فى المقياس واقسم على ما بلغ مضروب ظل الاستواء فى جيب ميلها ثم فى الجيب كله فيخرج تعديل دقائق النهار •

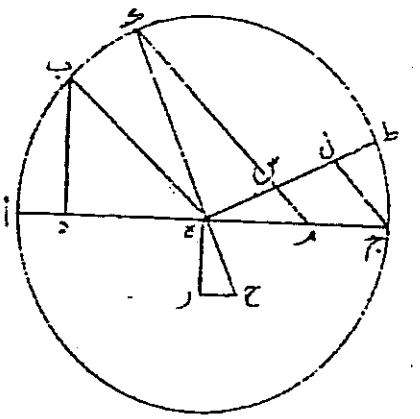
---

(١) كذا ، والصواب

والبرهان على ذلك فليكن ـ اب ج ـ فلك نصف النهار و ـ ا ج ـ الفصل المشترك بين سطحه وسطح الافق و ـ ب ه ح الفصل المشترك بينه وبين سطح معدل النهار على قطب ـ ط ـ وليكن الفصل المشترك بين سطحى فلك نصف النهار ومدار الكوكب ك م ـ ونخرج ج ـ ط ه ـ فيكون ـ س م ـ جيب تعديل النهار فى المدار ونجعل ـ ه ز ـ العمود على ـ ا ج ـ مساويا للقياس ونخرج ز ح ـ على موازاة ـ ا ج ـ فيكون ظل الاستواء وننزل عمود ح ل ـ على ـ ط ه ـ فلان ـ اب ـ تمام ـ ح ط ـ فان مثلثى ب ه د ـ ه ل ج ـ متشابهان متساويان ومثلث ـ م س ه ـ يشبههما فنسبة ـ م س ـ الى ـ س ه ـ كنسبة ـ ح ز ـ الى ـ ز ه ـ و ـ س ه جيب الميل و ـ ه ك ـ الجيب كله يقوى عليه وعلى ـ س ك و ـ س ك ـ جيب تمام الميل وهو الذى يسمى نصف قطر مدار الكوكب ونسبته الى ـ س م ـ كنسبة الجيب كله اعنى ـ ب ه الى نظيره من نصف قطر الكرة وهذا هو التحويل اعنى تحويل س م ـ من المقدار الذى به ـ س ك ـ الجيب كله فجيب تعديل النهار معلوم وهذا هو بعينه ما ذكره يعقوب بن طارق فى كتاب العلل .

فقال اجعل بعد آخر كل برج وترا راجعا وانقصه من ٣٤٣٨ فيبقى وترطوق مدار البرج واضرب وتر هذا البعد مستقيما

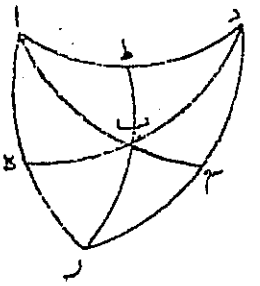
فى ظل الاستواء واقسم المبلغ على اصابع المقياس واضرب ماخرج فى ٣٤٣٨ واقسم المبلغ المجتمع على وترطوق مدار البرج فما خرج فاجعله قوسا وهى زيادة الحمل ونقصان الميزان وهذا لان الوتر المستقيم عنده هو الجيب المستوى والراجع هو المعكوس وهذا العدد المذكور هو دقائق الجيب كله عند ابى جعفر ووترطوق مدار البرج هو جيب تمام ميله اعنى نصف قطر مداره وبعد البرج هو ميله والزيادة والنقصان المذكورين هما لمطالع الفلك المستقيم على مطالع البلد . ش—٣٩



وبسبب ان قوس الجيب تخرج له دقائق فانه زعم ان الحاصل هو زن (١) اى انقاس لان عند الهندان المعتدلة منهاموازية لدوران دقائق أزمان معدل النهار وكل ستة أزمان فهو ـ كه زى ـ اعنى دقيقة من دقائق الأيام وثوانيها تسمى بنارى، وتسميها

(١) كذا .

ش — ٤٠

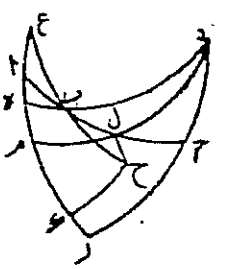


وفى كتاب العلل ليعقوب بن طارق واضرب ظل الاستواء فى وتر استطالة الحمل يعنى جيب مطالعه فى الفلك المستقيم واقسم ما بلغ على ظل نصف النهار فى موضع غاية مطالع البروج فى خط الاستواء وهو ستة وعشرون اصبعا وثمان وخمسون دقيقة ونعنى بذلك ظل الاستواء للموضع المساوى وعرضه للميل الأعظم فيخرج وترما اعترضت منطقة الحمل واستطالة منطقة العذرا واجعله قوسا فيكون نقصان الحمل وزيادة العذرا •

ومبنى هذا العمل على أن نسبة جيب تعديل نهار الدرجة الى جيب مطالعها فى الفلك المستقيم كنسبة ظل الاستواء فى البلد الى تمام الميل الأعظم أعنى ظل الاستواء فى العرض الذى يساوى الميل الأعظم فلنعدله من الصورة ما نحتاج اليه وليكن — ع ب ح — ربع فلك البروج — وح ك — الميل الأعظم — وح ل — من مدار السرطان ونخرج — د ل م — فيكون — ل م — الميل الأعظم — وا م — تعديل

نهاره ومعلوم ما سنقرر بواجبه فيما بعد ان نسبة جيب ـ اه ـ الى جيب ـ اد ـ كنسبة ظل ـ ب ه ـ الى ظل ـ ز ج ـ وان نسبة جيب ـ از ـ الى جيب ـ ام ـ كنسبة ظل ـ ز ج ـ الى ظل ل م ـ فبالمساواة نسبة جيب ـ اه ـ تعديل نهار الدرجة الى جيب ام ـ تعديل نهار المنقلب كنسبة ظل ـ ه ز ـ ميل الدرجة الى ظل ل م ـ الميل الأعظم لكن نسبة ظل ـ ه ز ـ الى ظل ـ ح ك المساوى ـ لل م ـ هى نسبة جيب ـ ع ه ـ المطالع فى الفلك المستقيم الى جيب ـ ع م ـ الربع وذلك ما اردنا بيانه ٠

ش ـ ٤١



وتوجد فى زيجات الهند اعمال لاستخراج فضل المطالع لرؤوس الابراج من جهة الأظلال مستخرجة من الاستقراء بالتقريب اذ لا تناسب بين الأظلال وبين القوس قسيها دون جيوبها ونحن نحكيها بعد تقديم تلك المقادير لعرض مفروض محسوبة بالتحقيق لتقابل بها نتائجها فتعرف أقربها من الايجاب من أبعدها ٠

وليكن ذلك العرض اربعة وعشرون جزءا واصابع ظل الاستواء فيه ـ ه كا ـ وتعديل نهار الحمل اعنى آخره ـ ه بج وتعديل نهار الثور ـ ط كح ـ وتعديل نهار الجوزاء ـ يا يب وهذا على التركيب ٠

فاما بالتفصيل فان تعديل نهار الثور وحده ـ د يه ـ وتعديل نهار الجوزاء وحده ـ أمد ـ تكون مطالع الحمل فى هذا العرض كب م ـ ومطالع الثور ـ كـه لط ـ ومطالع الجوزاء ـ ل كط ٠

واذا تقررت هذه المقادير قلنا ان لهم زيجا يسمى كند كانك من عمل برهمكويت وهو الذى يعرف فى ديارنا بزيج الاركند ويتضمن فى تعديل النهار ويسمونه حرذل ان نضرب ظل الاستواء ويسمى يشق لحاى (١) فى مائة وتسعة وخمسين وتقسم ما بلغ على ستة عشر فيخرج ـ فل ـ وكل عشرة منه ـ سس ـ وذلك تعديل نهار الحمل ثم نضرب هذا الظل ايضا فى عشرة وتقسم المبلغ على ثلاثة فيخرج تعديل نهار الجوزاء وعلى هذا اذا حسبناها بالظل المفروض خرج تعديل نهار الحمل ـ ه بط ـ ومطالعه ـ كب لد ـ وتعديل نهار الثور ـ ج كا ـ ومطالعه ـ كه لج ـ وتعديل نهار الجوزاء أمر ـ ومطالعه ـ ل كو ٠

والعمل فى النسخة الهندية على مثل ذلك من ان يذكر فيها اسم ـ بل ـ فان هذا المقدار فى موازينهم للسلع وزانه خمسة

عشر درهم ويضع فى كتبهم النجومية على التعديل و ـ ـ س هو الدرجة بالفارسية ومن عادتهم ان يستعملوا فصولها بدقائق الأيام وثوانيها دون الازمان ولذلك وضع فى النسخة الهندية مطالع لتلك وهو خط الاستواء لمحل ـ ب كح ـ والثور ـ رمط والجوزاء (١) فان هذه الاعداد اذا ضربت فى ستة اجتمع لمحل كزمح ـ والثور ـ كط يد ـ والجوزاء ـ لب لح ـ وذلك زمان مطالعها فى الفلك المستقيم بالتقريب •

ووجد من الزيادات الفارسية فى بعض النسخ ان ظل الاستواء مهما كان خمس اصابع فاعمل به ماذكر فى الاركند ومتى خالفه فخذ لكل أصبع من الفضل ثمان دقائق من ساعة وتنقصها مما خرج من المطالع ان كان الفضل للظل على الخمس اصابع وتزيدها عليها ان كان الفضل للخمس اصابع وهذا الفضل فى مثالنا ـ ه كا ـ وحصته من الساعات ـ ه ب مح ـ اذا كان لكل اصبع ونصف خمس ساعة وزمانها ـ ه ه مب ـ فاذا اسقطناه من المطالع التى خرجت لنا نقصت دقيقة واحدة بالتقريب ويوجد هذا العمل فى بعض الكتب انه يضرب ظل الاستواء فى ١٥١ ويقسم المبلغ على ١٦ وينقص ما يخرج من ٢٧٨ ويقسم الباقى على ١٠ فتخرج مطالع الحمل ثم يضرب الظل فى ٦٥ ويقسم المجتمع على ٨ وينقص ما يخرج من ٢٩٩ ويقسم المبلغ على ١٠ فتخرج مطالع

(١) مطالع الثور

الثور ويضرب هـذا الظل فى ١٠ ويقسم المجتمع على ٣ وينقص ما يخرج من ٣٢٣ ويقسم الباقى على ١٠ فتخرج مطالع الجوزاء وهـذا هو العمل الأول بعينـه ينقص فيه الفضل من مطالع الفلك المستقيم ثم تحول الباقى من ثوانى الايام الى دقائق الازمان •

ووجد الأول بعينه فى زيج شهريار ان قد جعل اجزاء القسمة فيه ـ قس ـ ل ـ ف ـ وهى عشرة اضعاف الأولى ليخرج مايخرج منها محولا الى الأزمان •

وطالعته فى بعض التعاليق على صورة اخرى وهى ان يضرب ظل الحمل فى ١١٤ ويقسم المبلغ على ١٠٥ فيخرج فضل الحمل والثور يضرب فى ١٣ ويقسم المبلغ على ١٦ فيخرج فضله وللجوزاء يقسم على ٣ ؛ واذا اعتبرنا ذلك فى مثالنا خرجت مطالع الحمل ـ كب د ـ والثور ـ كه كط ـ والجوزاء ـ ل كو •

وربما وجد مع عـدد الثور مائة وبذلك تخرج مطالعه كز ما ـ والأول اقرب ومن العجائب ان بعض النوكى قرن به تعليلا لما ليس فى الأصل وهو قوله انما يضرب فى ـ ١١٤ ـ و يقسم على ١٥٠ لان الأول هو قطر الفلك والثانى الجيب كله، فاذا استفدنا هذه العلة منه فديته من احمق وسلمنا هاله خرج فضل الحمل به فى مثالنا رمج لح ـ وان احتسبنا بالمائة والخمسين دقائق كان فضل الحمل د ج لح ـ ومطالعه ـ كنج مط ـ •

وقيل ايضا فى بعض التعاليق اذا عرفت فضل الحمل فاضربه فى تسعة وقسمه على احد عشر فيخرج فضل الثور واضربه ايضا فى اربعة وأقسمه على احد عشر فيخرج فضل الجوزاء ومتى عملنا ذلك انفضل الحمل فى مثالنا وهو ـ ه لط ـ خرج فضل الثور ـ ج كا وفضل الجوزاء ـ امو ـ وأمر يشفر (١) فى زيجه المعروف بكون سار نضرب ظل الاستواء للحمل فى عشرة وللثور فى ثمانية وللجوزاء فى ثلاثة وثلث فيكون فضل الحمل به فى مثالنا ـ ه ر ـ والثور د لوح ـ والجوزاء ـ أمر ـ وامر بحيابند فى كون تلك(١) وهو عدة الزيجات ان يضرب ظل الاستواء للحمل فى عشرين وللثور فى ستة عشر وللجوزاء فى سبعة فيجتمع كبرى فضل النهار •

ولمثالنا يخرج نصف فضل نهار بعد تحويل الى الأزمان للحمل ـ ه ر ـ وللثور ـ دلومخ ـ وللجوزاء ـ نب كا ـ وهو مثل ما تقدم الا فى عداد الجوزاء فان كسره ازيد بخمس جزء •

وحكى عن بطلميوس (١) الهندى الذى نسب اليه العمل المعروف فى استخراج اوتار الدائرة انه يوضع ظل الاستواء فى ثلاثة مواضع وينقص فى اولها من كل مائة وستين دقيقة واحدة فيبقى فضل الحمل وينقص فى ثانيها من كل عشر دقائق ثلاث دقائق فيبقى فضل الثور وينقص من ثالثها ثلاثة فيبقى فضل الجوزاء وعلى هذا يكون فى مثالنا فضل الحمل ـ ويط ـ وفضل الثور ـ ج مه ـ وفضل الجوزاء

(١) كذا

وللهند فى ذلك كلام يميل احيانا الى التحقيق و يميل عنه احيانا ومن جنسه ماهو مبنى على أصول غير محققة يكفى الاستقراء فى الامتحان انتقادها ومهما تركنا حكاية أمثالها ظن الناظر فى هذه المقالة أنها لم تقع الينا فربما يشكك فى حالها من جهتنا او اعتقد فيها الصحة ان كان من جملة العامة فى تعظيم امور الهند من غير تحقق لها .

فمن ذلك ماوجدته فى بلس سدهانده واطبق جمهورهم على استعماله من زيادة اثنا عشر ابدا على اصابع فضل مابين ظلى وقت القياس ونصف النهار وقسمة قوس النهار اعنى مقداره بدقائق الأيام مضروبة فى ستة على ذلك المجتمع فانهم يزعمون ان الخارج من القسمة يكون الماضى من النهار بدقائق الأيام ان كان القياس شرقيا قبل نصف النهار والباقى منه ان كان القياس غربيا بعد نصف النهار وذلك لان حكمها واحد ولذلك نقصر فى التعريف على احدهما وهو الماضى لانه بالفعل والباقى بالقوة ومتى كان القياس فى نصف النهار عدم الفصل بين الظلين فكانت القسمة على اثنى عشر فقط وقد كان ضرب دقائق الأيام لكل النهار فى ستة ليتحول ازمانا فلو قسمها على اثنين لخرج ازمان نصف قوس النهار وذلك هو الدائر لوقتئذ لكنه محتاج اليها بدقائق الأيام دون الازمان فيجب أن نقسمها على ستة بعد القسمة على اثنين ولجمع القسمتين قسم على

فان فى ذاك كمال امركا

فما بقى فاقسم عليه وهنا كاثنين مع سبعين حتى يفنا

هذا لعمرى واضح فى المعنى

فاقسم اذا قسمت باب المخرج فتلك ساعات صحاح المدرج

من الحساب المستقيم المنهج

وهى ان كان النهار مقبلا فقد مضين اولا فاولا

حتى يمر النصف كلا كملا

وهن ان كان النهار مدبرا فقد بقين آخرا فآخرا

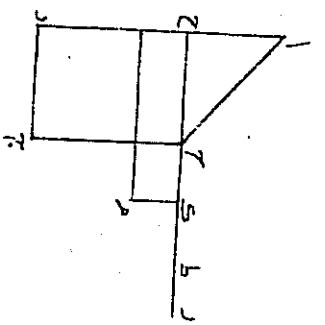
الى غروب الشمس حتى لا ترى

وجل هذه المنظومات هكذا يزاد على الظل الموجود اثنى عشر ابدا ويلقى من المبلغ ظل نصف النهار ويقسم على الباقى اثنان وسبعون اصل لا يتغير فتخرج الساعات الماضية قبل الزوال من اول النهار أو الباقية بعده الى آخر النهار ونسبته .

فليكن القياس ـ ا ب ـ و ـ ب ج ـ مساويا له ومعلوم انا اذا زدنا على نصف النهار اثنا عشر ونقصنا من المبلغ ظل نصف النهار اذن الباقى دائما يكون ـ ب ج ـ ونفرض ـ ب د ستة فيكون سطح ـ ب د ـ ه ج ـ اثنين وسبعين ولو لم نزد الاثنى عشر لما كان يبقى شيئا ولكانت القسمة فى نصف النهار على لا شئ فما كان يخرج منها حينئذ شئ الا ان صاحب العمل محتاج

الى ان يخرج له حينئذ ستة لان مقصوده الساعات المعوجة فصير القسمة على مقدار المقياس الثابت على بقاء الظل اوفنائه ولما قسم الاثنين والسبعين على ـ ح ب ـ خرج ـ ب د ـ الستة واذا طرد عمله فى نصف النهار بنقصان ظل نصف النهار من ظل الوقت وزيادة العود على الباقى وان لم يكن شيئا وقسمة اثنين وسبعين عليه فان اجزاءه فى سائر اوقات النهار على مثله فليكن فى غير نصف النهار ظل الشخص ـ ب ز ـ وظل نصف النهار ـ ب ط والفضل بينهما ـ زط ـ ونفرز ـ ج ك ـ مساويا ـ لزط ـ فيكون ك ب ـ المقسوم عليه ونضيف اليه سطح ـ ك ب ـ ح م ـ مساويا لسطح ـ ب د ـ ه ج ـ فيكون ـ ب ج ـ عدد الساعات لفضل زط

ويوجد فى بعض النسخ القسمة على الاثنين والسبعين بدل قسمتها على ما ذكرنا وذلك غلط من جهة لناقلين مبعد عن الصواب جدا .



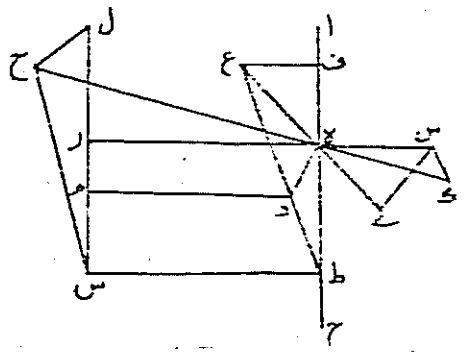
وذكر في بعضها فان كان القطع اكثر من اثنين وسبعين فاضرب ستين في اثنين وسبعين واقسم المبلغ على ما تجد من اجزاء العود ويكفي المعتبر دلالة على اختلاف هذه الأعمال اختلاف نتائجها في الواحد من المثال وخاصة اذا قويل بموجب الحساب حتى فيه ارتفاع الى الجيب كله فيجعل مقياس وسطا في النسبة بين ـ ه ى ه ك ـ قطري القطعين فتكون نسبة ـ ه ى ـ الى ـ ه ص ـ كنسبة ـ ع ه ـ الى ع ف ـ ونسبة ـ ه ص ـ الى ـ ه ك ـ كنسبة ـ ل ح ـ الى ـ ح ه المساوي ـ لع ه ـ فبالمساواة في النسبة المضطربة نسبة ـ ه ى الى ـ ه ك ـ كنسبة ـ ل ح ـ الى ـ ع ف ـ ولكن نسبة ـ ل ح الى ـ ع ف ـ كنسبة ـ ح س ـ الى ـ ع ط ـ فنسبة ـ ه ك الى ـ ه ى ـ اذن كنسبة ـ ع ط ـ الى ـ ح ش ـ فمتى ضرب قطر ظل نصف النهار في سهم النهار اعني جيب نصف النهار المعكوس وقسم المبلغ على قطر ظل الوقت خرج ترتيب الدائر الذي اذا القي من سهم النهار بقي سهم الدائر بين وقت القياس وبين نصف النهار وذلك ـ ح س ـ ولكن ـ ح س ـ ليس بجيب قوس بعينه وان كان في الامكان وجود قوس في المدار يساوي جيبها خط ـ ح س ـ انما هو مركب من جيبي قوسين متلاصقتين .

وتحقيق معرفتها نخرج عمود ـ ه د ـ على ـ ع ط ـ ونخرج

ونخرج ـ د م ـ على موازاة ـ ح س ـ فيكون ـ د ـ مركز المدار و ـ م س ـ جيب تعديل النهار فى المدار و ـ م ح ـ جيب الدائر فيه بعدد وران تعديل النهار، ولكن صاحب هذا العمل اقام ـ ع ط ـ مقام الجيب كله وفرض له المائة والخمسين يخرج ح س ـ بحسبه واذا قام الجيب كله ليست ساعات من اجل انه جيب تسعين جزءا كان ـ س ح ـ جيب الدائر فى الساعات الماضية، وهذا لايصح فى البلاد ذوات العروض الا فى وقتى الاعتدال فان ـ ط س ـ حينئذ يكون ـ ه ب ـ القائم على ـ ل س ـ و ـ ط ع يكون ـ ع د ـ و ـ ح س ـ يكون ـ ح م ـ وتدوم صحته فى خط الاستواء لكون مركز المدارات فى سطح الأفق فيتسق صاحب العمل المواضع ذوات العروض عليه وسوى بينها وبينه أو كانه ظن ان ـ ع د ـ ح م ـ الباقيتان من ـ ط ع ـ س ح بعد اسقاط ـ ط د ـ س م ـ المتساويين منهما باقيان على نسبة ما بين ـ ع ج ـ ع س ـ اللتين ابين عنهما •

والى شبيه به مال يعقوب بن طارق فى قوله اقسم على قطر الظل للوقت الفا وثمان مائة واضرب ما خرج فى مائة وخمسين واقسم المجتمع على جيب ارتفاع نصف النهار فيخرج جيب نجعله قوسا ونأخذ منها لكل خمس عشر درجة ساعة مستوية •

ش—٤٣



وذلك لان الالف والثمان مائة هى مضروب المقياس فى الجيب كله ونسبة ـ ك ه ـ قطر الظل للوقت الى ـ ه ص ـ المقياس كنسبة ـ ه ح ـ الجيب كله الى ـ ح ل ـ جيب الارتفاع فى الوقت وهو الخارج من القسمة ونسبته الى ـ ح س ـ ترتيب الدائر كنسبة ـ ع ف ـ جيب الارتفاع لنصف النهار الى ـ ع ط جيب النهار لكنه لما اقام ـ ع ط ـ كالجيب كله آل الامر الى ما تقدم ذكره ولأن المضروب فيه فى كلا النسبتين هو الجيب كله فكان احسن ان يحمل ويضرب المقياس فى مربع الجيب كله فيجتمع مائتى الف وسبعين ألفا وتقسمه ابدا على مضروب المقسوم عليه فى احدى النسبتين فى المقسوم عليه فى الاخرى اعنى مضروب قطر الظل للوقت فى جيب ارتفاع نصف النهار ليخرج له ما خرج اولا .

وفى زيج الشاه لمعرفة الماضى بأمريان يقسم على جيب

الارتفاع فى الوقت الفا وثمان مائة فيخرج قطر الظل لوقتئذ ويقسم عليه مضروب ظل الجيب المحصى فى قطر ظل نصف النهار فما خرج نقص من طول الجيب المحصى وينقض الباقى من مائة وخمسين ويقوس الباقى فيكون تعديل الجيب فان كان الارتفاع شرقيا نقص تعديل الجيب من تسعين وان كان الارتفاع غربيا زيد على تسعين فيحصل الدائر من الفلك .

وفى اواخر العمل تخاليط واقعة من الجهل بالصناعة وذلك ان مضروب المقياس فى الجيب كله اذا قسم على ـ ح ل ـ خرج ه ك ـ كما انه اذا قسم على ـ ه ك ـ خرج ـ ح ل ـ وطول الجيب المحصى هو ـ ع ط ـ جيب النهار والذى يخرج له هو ـ ح س الذى ينقصه من جيب النهار والعمل الى هذا الموضع منتظم وقد حصل له سهم الدائر فيما بين الوقت وبين نصف النهار وهو جيب معكوس اذا أخذ قوسه ونقصها من نصف قوس النهار الارتفاع الشرقى وزادها عليه الارتفاع الغربى حصل الدائر للماضى من اول النهار لكنه متى دام تقويس سهم فى الجيوب المستوية نظر فان كان اقل من الجيب كله نقصه من مائة وخمسين وقوس الباقى وهى التى سماها تعديل الجيب ونقصها من تسعين وان كان السهم اكثر من الجيب كله نقص منه مائة وخمسين قوس الباقى وزاد تعديل الجيب على تسعين فحصلت قوس السهم ، ثم اعتبر بها حينئذ جهة

الارتفاع للزيادة على نصف قوس النهار والنقصان منه فقد علم ما استنبط من المؤامرة وما حذف منها فيجب ان يقال فما خرج نقص من طول الجيب المحضى وأخذ الفضل بين ما يبقى وبين الجيب كله وهو تعديل الجيب ويقوس فان كان الفضل لجيب كله نقص قوس تعديل الجيب من تسعين وان كان الفضل لما يبقى زيد قوس تعديل الجيب على تسعين فاحصل بعد الزيادة والنقصان نظر فى الارتفاع فان كان شرقيا نقص من نصف قوس النهار وان كان غربيا زيد عليه فيحصل الدائر الماضى .

وقد تضمن زيج كند كابك هذا العمل على غاية الصحة فقال صاحبه اضرب جيب النهار فى قطر ظل نصف النهار واقسم ما اجتمع على قطر ظل الوقت فيخرج تعديل يخصه من جيب النهار ونجعل ما يبقى قوسا معكوسا وتقسمها على ستة فيخرج ما يبقى من دقائق الايام الى نصف النهار وما مضى منه وشواهد صحته ظاهرة مما تقدم .

ثم قال ومتى استنبطت التعديل من جيب النهار فكان الباقى اكثر من الجيب كله فالق منه الجيب كله واجعل ما بقى قوسا مستويا وزد على دقائقها خمسة الف واربعمائة دقيقة فيجتمع ما بين الوقت بين نصف النهار وهذا يكون وقت قصور المضى من النهار او الباقى منه عن تعديل النهار لان تعديل الذى يخرج هو ح س

فاذا كان اقل من ـ م س ـ كان فضل ما بينه وبين ـ ط ع ـ اكثر من ـ ع د ـ فاذا القى منه ـ ع د ـ الجيب كله فى المدار كان الباقى وهو خـــط من عند ـ د ـ اقل من ـ ط ذ ـ جيبا مستويا لقوس مبدؤها من قطر ـ د م ـ الى خلاف جهة ـ ع ـ اعنى نحو الافق فاذا زادها على الربع الذى من قطر ـ د م ـ نحو ـ ع ـ ودقائقه ما ذكر اجتمعت القوس المطلوبة •

وكان يجب عليه لتتميم القسمة أن يقول ومتى اسقطت التعديل من جيب النهار فلم يبق شئ كان الماضى او الباقى مساويا لتعديل النهار •

ثم قال وان شئت فانقص جيب تعديل النهار من التعديل ان كان ميل الشمس شماليا وزده عليه ان كان جنوبيا واجعل الحاصل قوسا مستويا وزد عليها تعديل النهار ان كان الميل شماليا وانقصه منها ان كان الميل جنوبيا فيحصل الماضى او الباقى وذلك فى مثالنا الشمالى اذا نقص ـ س م ـ جيب تعديل النهار من ـ ح س ـ التعديل بقى ـ م ح ـ وهو جيب مستو لقوس اذا جمعت الى تعديل النهار اجتمع مابين نقطة الطلوع فى المدار وبين ـ ح ـ وذلك هو الماضى والجنوبى على قياسه بالزيادة، ثم قال فان لم يمكن القاء تعديل النهار من التعديل فاجعل التعديل قوسا معكوسا وهو الماضى •

واظن فى هذا سوأ عبارة من المترجم لان مثله لا يخفى على

برهكويت وانما يجب ان تقوس فضل ما بينها مستويا وتلقى تلك القوس من تعديل النهار فيبقى الماضى او الباقى واما يتشفر (١) فانه يأمر بضرب جيب النهار فى فضل ما بين قطرى الظل للوقت وظل نصف النهار وقسمة المجتمع على قطر الظل للوقت ليخرج له سهم الدائر بين الوقت وبين نصف النهار وذلك لانه فضل ما بين ترتيب الدائر وجيب النهار فى هذه الارباع اعمال لمعرفة قطر الظل للوقت من قبل الماضى من النهار مبنية على ما حكيناه عن ذلك ما فى كون تلك غرو (١) لزيجات انه يزاد جيب تعديل النهار الشمالى على الجيب كله وينقص جيب تعديل النهار الجنوبى من الجيب كله فيبقى جيب النهار ويجعل فضل ما بين الماضى من النهار وبين نصف قوس النهار جيبا معكوسا ويبقى من جيب النهار ويقسم على ما يبقى مضروب جيب النهار فى قطر ظل نصف النهار فيخرج قطر لظل للوقت •

ومن عرف من تعكيس الأعمال ابدال الضرب والقسمة احدهما بالآخر والزيادة والنقصان كذلك والتقويس والتجييب لم تخف عليه هذه الاعمال التى هى عكوس المتقدمة •

وزاد برهكويت فيه ان الدائر بين الوقت وبين نصف النهار ان كان اكثر من خمسة عشر اى ربع الستين فانقصه من ثلاثين اى نصفها واجعل ما بقى جيبا معكوسا وانقصه من ضعف الجيب كله •

(١) اكذ

وقال بلهدر المفسر فيه انقص من هذا الدائر خمسة عشر واجعل ما بقى جيبا مستويا وزده على الجيب كله وكليهما يؤديان الى سهم ذلك الدائر ومن ذلك مافيه وفى كرن سار كاسر (١) الزيجات ان ينقص تعديل النهار الجنوبى من الماضى ويزاد عليه تعديل النهار الجنوبى ويجعل الحاصل جيبا ويزاد عليه جيب تعديل النهار الشمالى وينقص منه جيب تعديل النهار الجنوبى فيحصل جزء القسمة ويقسم عليه مضروب جيب النهار فى قطر ظل نصف النهار فيخرج قطر الظل للوقت .

الباب الرابع والعشرون

فى السمت ومطالعه

الارتفاع والظل والسمت يقترن فى الوقت الواحد حتى يصير بكل واحد منها معلوما محدودا فالظل بمقداره مؤد الى معرفة الارتفاع ويوضعه ذلك على السمت لانه على فصل المشترك لسطحى الأفق ودائرة الارتفاع التى تجد موقعها من الافق كمية السمت وكما أن الوقت من النهار يصير معلوما بالارتفاع كذلك يصير معلوما بالسمت .

اذا عرف فليكن — اب ج د — فلك نصف النهار و — ن ه د نصف الأفق الشرقى للمثال و — ا ه ج — نصف معدل النهار على قطب — ط — وليكن — ع — موضع الشمس فى الوقت وميلها — ع ل

شمالى إلا فى الصورة الرابعة فانه فيها جنوبى وليمر عليه من ـ س
سمت الرأس دائرة ـ ه ح ز ـ من دوائر الارتفاع وليكن مقدارها
ع ف ـ فيكون ـ ه ف ـ سعة مشرقها و ـ ص ه ـ تعديل نهارها
ولتمر على قطب ـ ز ـ وبعد طلع المربع قوس ـ م ك ـ فمعلوم
انها بمقدار تمام زاوية ـ ز ـ والمعلوم عندنا هو سمت ـ ه ح
وميل ـ ه ل ـ وعرض ـ س ا ـ الذى بمقدار زاوية ـ ه ـ ولان
ه م ـ تمام سمت ـ ه ح ـ فان نسبة جيبه الى جيب ـ م ك ـ كنسبة
جيب ـ ه د ـ الربع الى جيب ـ د ج ـ تمام عرض البلد ـ فم ك
معلوم ونسبة جيب تمامه الى زاوية ـ ز ـ الى جيب زاوية ـ ه
كنسبة جيب ـ ه ح ـ الى جيب ـ ز ح ـ فز ح ـ ويسمى
الارتفاع الأوسط معلوم ونسبة جيب ـ ز س ـ تمامه الى جيب
س ا ـ كنسبة جيب ـ ز ع ـ تعديل الارتفاع الى جيب ـ ع ل
ميل الشمس فتعديل الارتفاع معلوم فاذا جمعته الى الارتفاع الأوسط
فى الميول الجنوبية حصل ـ ع ح ـ ارتفاع الشمس وعند عدم
السمت أو عند الميل يكون الارتفاع الاوسط هو المعدل نفسه فقد
تبين طريق استخراج الارتفاع من السمت .

فاما معرفة الماضى من النهار من قبل السمت فان نسبة
جيب ـ ه ح ـ السمت الى جيب ـ ه ز ـ المحفوظ كنسبة جيب
زاوية ـ ز ـ الى جيب زاوية ـ ح ـ القائمة فالمحفوظ معلوم

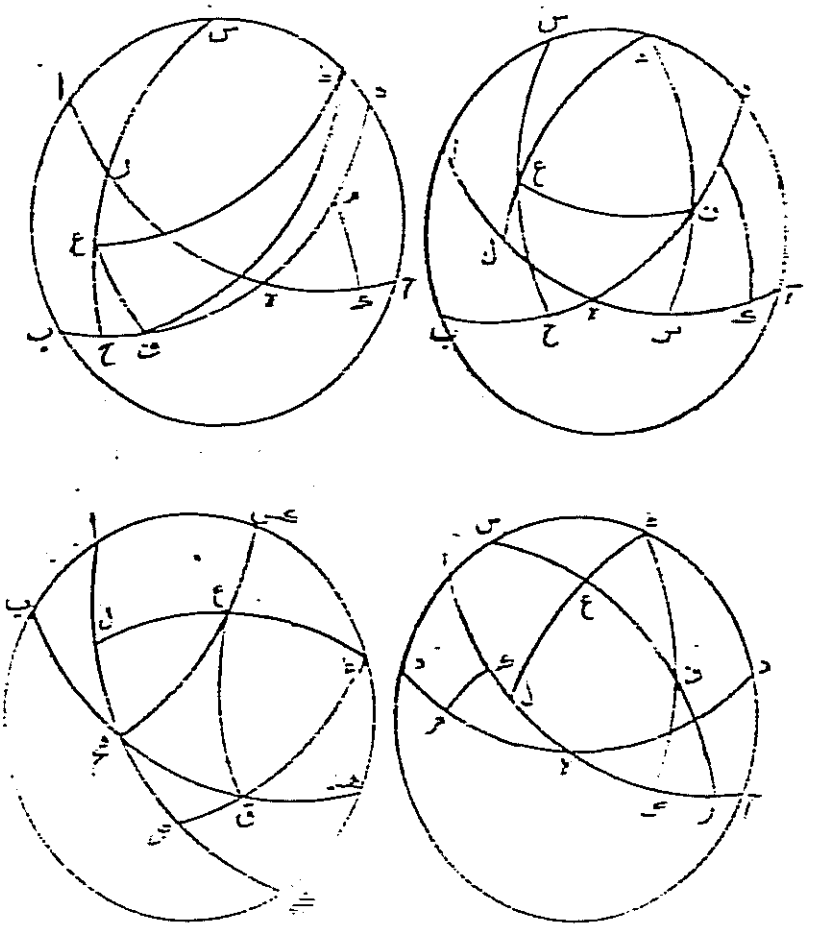
ونسبة جيب ـ ع ز ـ تعديل الارتفاع الى جيب ـ زل ـ كنسبة جيب ـ ع ط ـ تمام ميل الشمس الى جيب ـ ط س ـ تمام عرض البلد ـ فزل ـ معلوم فان كان السمت فى جهة واحدة كما فى الصورة الاولى والرابعة جمعنا ـ ز ل ـ الى المحفوظ وان كانا فى جهتين مختلفتين كما فى الصورة الثالثة اخذنا فضل ما بين ـ زل ـ والمحفوظ فيكون الحاصل هو ـ ه ل ـ المطالع الوسطى ٠

فاما عند عدم السمت فبعدم المحفوظ فيكون ـ ز ل المطالع الوسطى واما عند عدم الميل فبعدم ـ ز ل ـ ويكون المحفوظ هو المطالع الوسطى لكن الدائر هو ـ ص ل ـ فى معدل النهار وقع فى المدار فيجب ان يزاد ـ ص ه ـ تعديل النهار فى الميول الشمالية على المطالع الوسطى وينقص منها فى الميول الجنوبية كما فى الصورة الرابعة ليحصل الدائر للماضى فى السمت الشرقى او الدائر للباقى فى السمت الغربى ٠

وأما عدم الميل فالمطالع الوسطى بعينها هو الدائر لعدم تعديل النهار حينئذ وذلك ما أردنا ان نبين ٠

وسمت الظل مساو لسمت الشمس فى المقدار ومخالف اياه فى الجهة لانهما ابدا يكونان من القطر فى جهتى نهايتيه أو فى ربعين متقابلين ٠

ش — ٤٤

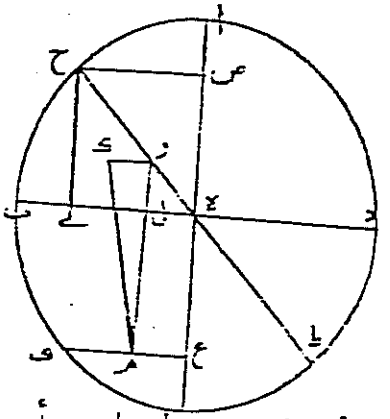


ومتى احتيج اليه من قبل نقل والارتفاع فليكن له
اب ج د — دائرة الافق و — ب — قيها جهة المشرق — و — ا — جهة
الجنوب وقطر — ح ه ط — تفصل المشترك بين سطحي لافق ودائرة

الارتفاع و ـ ح ـ منه فى جهة الشمس فيكون ـ ب ح ـ بعد سمتها عن المشرق الى الجنوب فى مثالنا وبعد سمتها عن خط نصف النهار ـ ا ح ـ ولاحالة ان استقامة الظل على قطر ـ ه ط ـ وطرفه من ـ ه ـ نحو ـ ط ـ فط د ـ المساوى ـ لج ب ـ هو بعد سمت الظل من المغرب نحو الشمال ولنفرض ـ ه ز ـ مساويا لجيب تمام ارتفاع الشمس فانه بذاته أومن جهة الظل معلوم ونقيم على سطح الأفق عمود ـ ز ك ـ مساويا لجيب الارتفاع ونخرج ـ ز م ـ عمودا على ـ ب ع ـ الفصل المشترك لسطحى الافق والمدار ونصل ـ ك م ـ فيكون ـ ك م ـ مثلث النهار ونسبة ـ ك ز ـ فيه وهو جيب الارتفاع الى قاعدة ـ د م ـ كنسبة جيب زاوية ـ م ـ التى بقدر تمام العرض الى جيب زاوية ـ ك ـ التى بقدر العرض ـ فزم ـ معلوم و ـ زل ـ حصة السمت معلومة لانها مجموع ـ ز م ـ الى ـ م ل ـ جيب سعة المشرق فى الميول الجنوبية وفصل ما بينهما فى الميول الشمالية وسمت ـ ح ب ـ جنوبى الا أن يكون الفضل لجيب سعة المشرق على قاعدة ـ ز م ـ فحينئذ يكون شماليا ومهما تساويا كان السمت على خط الاعتدال ولمعرفة بعده عن خط الاعتدال نسبة مربع ـ ه ز ـ الى مربع ـ زل ـ كنسبة مربع ـ ه ح ـ الى مربع ـ ح ى ـ لتشابه مثلثى ـ ه زل ـ ه ح ى ـ فاذا ضربنا حصة السمت فى مثلها والجيب كله فى مثله ثم اخذنا المجتمعين منها فى

الآخر وقسمنا المبلغ على مضروب جيب تمام الارتفاع في مثله واخذنا جذر ما يخرج من القسمة كان ـ ح ى ـ جيب بعد سمت الشمس عن الشرق وبعد سمت الظل عن المغرب يساويه وان اردنا بعد السمت عن خط نصف النهار ضربنا كل واحد من جيبة السمت وجيب تمام الارتفاع في مثله واخذنا الاقل من الاكثر منهما ثم ضربنا ما بقي في مضروب الجيب كله في مثله واخذنا جذر ما يخرج من القسمة فكان ـ ح ص ـ جيب بعد سمت الشمس عن الجنوب نحو المشرق ويساويه بعد سمت الظل عن الشمال نحو المغرب وذلك ما اردناه .

ش ـ ٤٥



ومما يشبه هذا عمل يسند الى صاحبه مأخوذ من الاستقراء وهو أن ينقص ظل نصف نهار من ظل الموجود في وقت وما يبقى اجزاء المقياس الاثنا عشر فان بقي بعد ذلك ستون فقد مضت ساعة وان بقي اربعة وعشرون فساعتان وان بقي اثنا عشر فثلاث ساعات وان

بقى اثنان وخمسون فاربع ساعات وان لم يبق الاظل الزوال وظل العود فهو خمس ساعات •

وللهند عمل كذلك يحفظونه بالوزن ويستخرجون به بدل الساعات المعوجة مهورت (١) وهو الجزأ من خمسة عشر من النهار او الليل وقد وضعنا ما فى شعرهم فى هذا الجدول •

ش—٤٦

	ر	و	ه	د	ح	ب	ا	الماضى قبل نصف النهار
ه	ب	ح	ه	و	—	سه	صو	زيادة الظل فى الزوال
	ط	ط	ے	ما	—	ح	لا	الماضى بعد نصف النهار

ومتى نقص من مهورت خمسها تحولت ساعات معوجة كما انه اذا زيد على الساعات المعوجة ربعها تحولت مهورت •

وطالعت فى زيج لقب بالهارونى انه اذا ضرب قطر ظل نصف النهار فى مائة وخمسين وقسم المبلغ على قطر الظل لوقت القياس وقوس ما خرج فى كردجات الجيب وأخذ لكل كردجة ساعة كانت الساعات الماضية أو الباقية •

وليكن له ـ ا ج ـ خط نصف النهار و ـ ه ـ مركز الافق و ـ ل ع ط ـ مثلث النهار و ـ ل س ح ـ مثلث الوقت و ـ ط س

من الفصل المشترك بين سطحي المدار والافق وليكن رأس المقياس ه ـ في الافق وطوله من خط الانتصاب ـ ه ص ـ وكل واحد من ص ى ـ ص ك ـ قطر ظل نصف النهار وقد تقدم ان نسبة المقياس الى قطر الظل هي نسبة جيب ٠

الباب الخامس والعشرون

في حكاية آراء الأئمة في أوقات الصلوة وما يتطرق اليه في تحقيقها ٠

الشمس علم المواقيت ولان الحرانيين والهند والمجوس وكل من عظم الانوار جعلوا اوقات طلوعها وغروبها وتوسط السماء اوقاتا للسجود والعبادة اذ طلوعها هو وقوفها وتوسطها السماء هو كمالها وغروبها وداعها وكلهم على ملل لم يشهد الاسلام بصحتها وقتا في مواضي الازمان فان الصلوة في الأوقات الثلاثة المذكورة حرمت علينا لتميز عنهم ، وقيل ان الشمس تطلع بين قرني الشيطان بمعنى ان اصحابه يعبدون الشمس وقتئذ فكأنه يطلعها عليهم لاغوائهم دون ما قبل من سد الشيطان فاها عن الطلوع والغروب حتى تحرقه فان ذلك يستحيل في المعقول ولا يليق بقضايا الملكوت والقرون هي النواحي وتضاف الى الشمس فيقال طلع قرن من قرونها كما تضاف اليها سائر غيرها فيقال عين الشمس ووجهها ورأسها ، واظن تسمية ما بين الظل والصبح مقيل الشيطان لمثل ذلك اذ هو شبيه

الأولى زوال الشمس عن كمالها والصلاتان اللتان على طرفى النهار والليل احداهما قبل طلوعها والأخرى بعد غروبها فى وقتى غيبة جرمها ومن اجل انه لايعد منها فى تعرف الأوقات لانها بسبب العدد الواقع على الزمان جعل من شعاعها الصبح الناشر للناس فى التصرف علامة وقت صلوة الفجر نظير صلوة العتمة التى وقتها غيبة الشفق المقابل للصبح فى السبب والكون وصلوة المغرب لأول الليل ولم يجعل لأول النهار صلوة لماذكرنا من عكوف عباد الشمس فيه على عبادتها وأبدل بها صلوة العصر فى النصف الآخر من النهار فصلاتا الفجر والعتمة على شعاع الشمس والمغرب على جرمها والظهر والعصر على عدم شعاعها أعنى الظل واليها يتصرف الكلام فيما نحن فيه •

فاما تحديد أوقاتها من جهة الآثار فقد ورد الخبر فيها عن النبى صلى الله عليه وسلم (ان جبريل اتانى عند باب الكعبة مرتين فصلى بى الظهر حين كان الفىء مثل قيد الشراك ثم صلى العصر حين كان ظل كل شئ مثله ثم صلى المغرب حين وقعت الشمس وافطر الصيام ثم صلى العشاء حين غاب الشفق ثم صلى الصبح حين طلع الفجر وحرم الطعام على الصائم) •

(وفى اليوم الثانى صلى بى الظهر حين كان ظل كل شئ مثله كوقت العصر بالامس ثم صلى العصر حين كان ظل كل شئ مثليه ثم صلى المغرب لوقتها بالأمس ثم صلى العشاء الآخرة عند ما ذهب

ثلث الليل والصبح عند ما تسفر) وقال ان الصلوة فيما بينهما •

وكتب عمر بن الخطاب الى عماله فى سنة سبع عشرة للهجرة ان صل الظهر اذا كان لفيء ذراعا الى ان يكون ظل احدكم مثله، والعصر والشمس مرتفعة بيضاء نقية قدرما يسير الراكب فرسخين أو ثلاثة، والمغرب اذا غربت الشمس، والعشاء اذا غاب الشفق الى ثلث الليل، والصبح والنجوم بادية مشتبكة •

وكتب الى ابى موسى الاشعرى ان صل الظهر اذا زاغت الشمس، والعصر والشمس بيضاء نقية قبل أن تدخلها صفرة والمغرب اذا غربت الشمس، واخر العشاء مالم تنم، والصبح والنجوم بادية واقرأ فيها سورتين طويلتين من المفصل •

على انه روى عنه فى الافطار ان لا تفطر واحتى تروا الليل على الظرب اى حتى تسبل ظلمة الليل على الجبال الصغار وكان الواجب ان يشير الى الكبار فان الصغار من توابعها ويمكن ان تغيب الشمس عن الصغار وضياؤها يلمع على ذرى الكبار •

وقيل ان جعفر بن محمد الصادق سئل عن أوقات الصلوات فقال ان الله جعل أوقات الصلوات عند العلامات الحادثة فى السماء وتغير الحالات التى فى الفلك ليقع العيان من ذلك على حدود معروفة معلومة تتميز عن غيرها بفضلها وفضيلة السبق اليها وارتصاد آوانها وارتقاب وجودها فجعل وقت المغرب عند غروب الشمس والعتمة

عند

عند غيبة الشفق والغداة عند طلوع الفجر والظهر عند زوال الشمس وتحولها من جانب المشرق الى جانب المغرب اذا فاء الظل ووسع وقت العصر اذ ليس له فى السماء علامة كظاهر هذه الأربع العلامات فحد لها حدا غير مضيق فيه •

وقال بين أن يصير ظل كل شئ مثله الى مثلها ثم قد مها مرة فجمع بين الظهر والعصر، واخرها آخر فقال صلها ما دامت الشمس بيضاء نقيـة •

وروى عنه ايضا انـه قال فروض الصلوات فى الساعات الافراد الظهر فى اول السابعة والعصر فى اول التاسعة والمغرب فى أول الأولى والعتمة فى أول الثالثة والغداة فى أول الحادية عشر •

وأما من جهة التنزيل فقد قال الله تعالى (اقم الصلواة طرفى النهار وزلفا من الليل ان الحسنات يذهبن السيئات) لكن النهار زمان وطرفا الزمان المفصول آنان كما هما للخط نقطتـان والآنات غير متسعة لايجاد الفعل وقضاء الفرض، واقامة الصلوة فى زمان ملاصق للطرف منسوب اليه والنهار غير منقسم بالفعل الا بالنصفين عند اعتلاء الشمس ثم ليس لسائر كسوره علامة وانما يستند فيها الى الوهم فطرفا النهار اذن نصفاه ثم النهار وان كان بالطبع مفتتحا بطلوع الشمس فقد اجرى فى الفقه على أول وقت الصوم، وصلوة الفجر واقعة فى احد طرفيه والظهر والعصر فى الطرف الآخر والمغرب والعتمة

فى الليل .

وقال تعالى (فسبح بحمد ربك قبل طلوع الشمس وقبل غروبها) وهما قسما ثم قال فاقبل طلوعها هو المغرب والعتمة والفجر وما قبل غروبها الظهر والعصر وما بعد ذلك تكرير للأمر وتفصيل لبعض المجمل ويجوز أن يكون ما قبل طلوع الشمس الفجر وما قبل غروبها العصر وما فى آناء الليل المغرب والعشاء واطراف النهار الظهر لانه ملتقى الصفتين المستحق اسم الطرفين وقال (فسبح بحمد ربك حين تقوم ومن الليل فسبحه وادبار النجوم) فقيام من القيلولة وقد تضمن الظهر والعصر معالاتصال وقتيهما وتضمن الليل المغرب والعتمة لان الجمع بينهما (١) وحصل الفجر عند ادبار النجوم وقال تعالى (اقم الصلوة لدلوك الشمس الى غسق الليل وقرآن الفجر) والزمان المبتدئ من زوال الشمس الى ان يقب الغاسق مشتمل على جميع الصلوات ماخلا الفجر فلذلك خصه بالذكر .

وقد ذهب قوم فى الدلوك الى انه الغروب معتمين فيه بذلك العين لاستتار الشمس حينئذ وما استحسن هذا الوجه لان الشمس وقت الطلوع والغروب بين ما تكون الذهاب شعاعها الذى يدركه البصر فالى يحتاج فى ذلك البصر ان لم يكن من العشاء لأن صحت هذه العلة لم تعد لتغيرة قوة شعاع الشمس ولاضطرار العين الى الدلك عند القيام من نوم القائلة حتى يستقيم النظر .

---

(١) كذا فى الاصل .

فلنذكر الآن ما قالوا فى اسامى الصلوة لانها مضافة الى اوقاتها فالظهر من الظهيرة وهى شدة الحر وغلبته مأخوذة من الظهيروهو البعيرالقوى الظهر ولان الشمس بانبساط شعاعها فيه أظهرما يكون والعصر هوالعشى ويحمل على العاداة ايضا فيسميان عصرين كما يسمى الليل والنهار عصرين ايضا، قال النبى صلى الله عليه وسلم لفضالة الزهرانى، حافظ على العصرين ولم يكن ذلك من لغته فسأله عنهما فقال صلوة قبل طلوع الشمس وصلوة قبل غروبها وانما جمع بينهما فى القول لانهما بالحقيقة من النهار والليل متقاطرين متشابهين للوقتين كما قيل للغداة والعشى الأبردان، وقال حميد بن ثور •

فلا الظل من برد الضحى تستطيعه ولا الفىء من برد العشى تذوق

ويتعذر التوجيه لذلك الا فى شتاء يقعه صرود جدا •

وقيل فى صلوة العصر ان العصر هو القتل لاخراج الشىء فكأنها تقتل وتعصر بالتأخير•

وذهب قوم فى الظهر الى انه سمى لاستواء الشمس على ظهر القبة وان زوالها عنه كذها بها الى السجود لله تعالى ولذلك صار وقتا للصلوة فى العصر انه لانعصار الشمس من محدودب القبة وحصولها فى الانحطاط على موضع الركوع •

وأما العشاء فبعد العشى الذى هومن الزوال الى المغيب فانه من غروب الشمس الى مضى صدر من الليل واصله استقبال

الظلمة لان عاشى النار يكون فى الظلمة •

وقد سميت صلوة المغرب بالعشاء الأولى لكونها فى أول المدة المذكورة وسميت صلوة العتمة بالعشاء الآخر لانها فى آخر تلك المدة متأخرة الى استحكام الظلمة بتغيب الشفق والاعتام هو التأخر •

وكره الشافعى ومالك ان تسمى هذه الصلوة بالعتمة لان الله تعالى سماها صلوة العشاء وان اتجه الاسم بالسواء على اولاهما والأخرى ولكنه ورد فى الخبر (لا يغلبنكم الاعراب على صلاتكم) هى العشاء إلا أنهم يعتمون الابل •

ونعد على اوقات الصلوات ونقول ان الصلوات المكتوبة تنقسم بالتحقيق الى قسمين اولين نهارية هى عجماء مخافت فيها الا ما استثناه الدليل من الجمع والعيدين عند ظهور الاسلام والخزال المشركين لان سبب المخافتة كان استار النبى عليه السلام مع المؤمنين فى بيت وشدة ايذاء المشركين اياه وليلية يجهر فيها بالقراءة وصلوة فجر مخصوصة بذكر ذلك لئلا يشكك فيها العادة العامية فى تعديد وقته من جملة الليل •

فاما صلوات الليلة فاولها صلوة المغرب واول وقتها غروب الشمس وغروبها هو غيبة تمام قرصها تحت الأرض دون حاجز بينها وبين الناظر مما تناعن وجه الأرض أو وقف بينها وبين السماء وليس

لوقتها عند الشافعي مدة يحتمل تأخيرها فيها الى آخرها وانما وقتها وقت واحد هو مقدار مايصلى فيه المغرب بعد غروب الشمس •

واما عند ابى حنيفة وصاحبيه فلوقته اول هوغروب الشمس وآخرهو مغيب الشفق الاان الشفق عند ابى حنيفة هوالبياض وعند ابى يوسف ومحمد بن الحسن والشافعي هوالحمرة وذهب احمد ابن حنبل للاحتياط فى آخراوقات المغرب الى انه الحمرة فى الفضاء والصحراء والبياض فى العمران بين البنيان لان الحمرة تلاصق الافق فتسترها السواتر •

وذهب مالك الى انه طلوع الفجر فصارمابين مغيب الشفق وطلوع الفجر مشتركا لصلاتى المغرب والعشاء •

والصلوة الثانية من صلوات الليل هى صلوة العتمة واول وقتها عند الجميع مغيب الشفق على اختلافهم فى ماهيته وآخره طلوع الفجر وتأخيرها الى ثلث الليل اونصفه من جهة الافضل لامن جهة الوقت •

والصلوة الثالثة من صلوات الليل هى صلوة الفجر واول وقته طلوع الفجر الثانى بعد الصبح الكاذب ولم يختلفوا فى الفجرانه البياض المنبسط على الافق بالعرض بعد المستطيل القائم عمودا عليه المشبه بذنب السرحان، وقيل الحضرة التى تسبق طلوع الشمس كما اختلفوا فى الشفق وان كان مابينها من التباين انما هومن اجل الوضع

من الشمس فى جانبيها ومن الافق فى نواحيه •

واما اختلفوا فى الأفضل فذهب الشافعى فيه الى التغليس نزرا لقصر عن ذراع واما أن يكون الذراع للزيادة دون نصف النهار نفسه والاقيد الأمر باختلاف الزمان والمكان •

والوجه الأول اولى باخبر المتقدم وأليق به من جهة انه لم يذكر لمصر فيء الزوال مع المثل والمثلين فاتضح ان الوقت كان يقتضى انتقال الظل واضمحلاله وانه لمظهر منه قدر الشراك كان دليلا على الزوال ولو كان له حينئذ قدر لذكر مع المثل والمثلين فهى فى أكثر البلاد يزداد فى الزوال على المثل فى اكثر ايام السنة فاذا لم يلحق به ذكره كان الزوال أول وقت العصر بل وبقا بظل وقت الظهر بعدم آخره الذى هو فى مشهور الروايات عن ابى حنيفة حين يصير ظل كل شيء مثليه بعد فيء الزوال وروى عنه ايضا بدل المثلين مثلا واحدا وهو قول ابى يوسف ومحمد والشافعى ايضا •

والصلوة الثانية صلوة العصر وأول وقتها آخر وقت الظهر ولذلك يتعلق بكون ظل كل شيء مثليه بعد فيء الزوال عند ابى حنيفة فى الرواية المشهورة ومثله فى الرواية الاخرى وعند ابى يوسف ومحمد والشافعى •

وروى عن ابى حنيفة فى بعض الروايات ان الظل اذا صار

مثل الشيء بعد فيء الزوال فقد خرج وقت الظهر ولا يدخل وقت العصر ما لم يصر الظل مثلي الشيء بعد فيء الزوال ولكن الرواية ليست بمشهورة ووقت العصر عند الشافعي قائم الى ظل المثلين فمن تجاوزه فانه وقت الاختيار .

وحكي عن عطاء وطاؤس ومالك في آخر وقت العصر وهو ظاهر التنزيل في قوله تعالى (اقم الصلوة لدلوك الشمس الى غسق الليل) بل تجاوزها ايضا الى ظلام الليل وبهذا صار من لدن زيادة الفيء مثلا واحدا الى الغروب مشتركا للظهر والعصر وما قبله محضا للظهر .

فأما الأوقات التي فيها تحرم الصلاة فهي عند كون الشمس على الأفق وفلك نصف النهار كما قد منا ذكره .

وأما أوقات الكراهة فعند احمرار الشمس واصفرارها بعد طلوعها الى ان يصفو لونها ويذكو شعاعها كذلك قبل غروبها على أن يكون اعتبار الصفرة في جرمها دون شعاعها الواقع على الحيطان اوذرى الجبال وكذلك تحرم النافلة على من صلى الصبح الى طلوع الشمس وعلى من صلى العصر الى غروبها ولا تحرم الفريضة ان لم يكن صلاها .

وقد جاء في الأثر (لا تؤخروا الصلوة الى شرق الموتى) فقال ابو عبيد انه الوقت الذي ترتفع فيه الشمس على الحيطان وتقع على

القبور عند غيارها ومتى كانت ناحية المغرب متكشفة الأفق عن السواتر فى بلد وكانت القبور عنه فى ذلك الجانب وكذلك فيه ماذكر وقصر الأمر على صلوة العصر والافلا على أن هذا ليس من الشروق حتى يتجه على صلوة الغداة ولاهو مقصور على العصر دون سائر الصلوات وانما هى من الشرق بالحريض وربما تقطر فى الحلوق عند أواخر تنزع وبه تناولهم اسم الموت وهذا انما هو أمر بان لاتؤخر صلوة من الصلوات بالعموم الى آخر اوقاته الشبيه بآخر زمن المائت الذى فيه زوال التكليف، وانما يجب أن يصلى فى اوسع اوقاتها الشبيه بالحياة وقبل أن تموت الشمس حمرتها وصفرتها الذى قيل له فى ذلك الوقت انه شرق الموتى يدل على ذلك قوله عليه السلام (صلها مادامت بيضاء نقية وهى حية) فاذا كان البياض حياتها كانت الحمرة موتها أونزعها أن كان الغروب احق بوفاتها ومنه الموت الأحمر .

قال الشاعر

حتى اذا المنظر الغربى جاد دما من حمرة الشمس لما اغتالها الأفق

فهذه آراء السلف من ائمة الاسلام فى اوقات الصلوة ومن الشيعة من يعد أوقات الشفق فى جملة النهار كما يعد غيره اوقات الفجر فى جملته ايضا ويجعل وقت صلوة المغرب مغيب الشفق ووقت صلوة الفجر طلوعه ووقت صلوة العتمة نصف الليل وروى عن

ائمتهم

أئمتهم قولهم امهلوا بالمغرب حتى تغرب الشمس فانها تستتر عليكم بالجبال، ومنهم من يعتبر أول الليل برؤية الكوكب فيجعلها وقت صلوة المغرب وانقضاء الصوم كأنه يجعل اقبال النجوم بازاء إدبارها •

وقالت الزيدية صلها مع ذهاب الحمرة واذا رأيت كوكبا فصل وافطر فان الله يقول (فلما جن عليه الليل رأى كوكبا) قال وليس جنون الليل من شرط كون الليل تعلق به الافطار •

وقالت الغالية منهم اذا طلع الفرقدان فصل وافطر ومن علم ان الكواكب الثابتة مختلفة الاعظام تحقق ان رؤيتها مختلفة الوقت بل اذا كان المشترى قريبا من الحالة المسماة طرف الليل رؤى مع غروب الشمس لانه فى السواد الذى يبدو من المشرق حينئذ وهو اول ظلام الليل، فاما الزهرة فانها اذا كانت فى ابعد أبعادها من الشمس الى توالى البروج رؤيت قبل غروب الشمس فاعتبار الليل برؤية الكواكب رأى ركيك لا يعتد به •

واما اصحاب ابى عبدالله بن كرام فقد شاهدت منهم من يريد ان يتخذ فى وقت العصر بين ذلك سبيلا متوسطا ليأخذ بأوساط الامور ولم يكد يقطع على هذه الواسطة أيجعلها للظل فتكون زيادة على فىء الزوال مثلا واحدا ونصف مثل ام يجعلها للوقت المتوسط بين وقتى الرأيين فيه فكل واحدة من واسطتى الظل والوقت تخالف الأخرى بالزمان وان اتفقتا مرة فباتفاق •

واما الكتب التي تضمنت اختياراتهم في الفقه فلا تنطبق الا برأي ابي حنيفة في زيادة المثلين .

ومن اثبات الصلوة الأولى والوسطى فاما الاولى فلم يختلفوا في انها صلوة الظهر لانها اولى صلوة في النهار واولى ما فرضت وصليت وقيل اظهرت واولى ما وقع الترغيب اليه في قوله تعالى (اقم الصلوة لدلوك الشمس) ومنها ابتداء التعديد كما تقدم في الخبر الوارد في تعليم جبريل في اوقات الصلوات وحتى انه حكى ان عامل الطائف سأل اعرابيا الاعنات عن كمية ما يصلي في يوم وليلة فقال .

ان الصلوة اربع فاربع ثم ثلاث بعدهن اربع

ثم صلوة الفجر لا تضيع

فابتدأ في التعديد بالظهر لانها مشتهرة بالاولى .

واما الوسطى فقد اختلفوا فيه وخرجوا الها وجوها بلغ بعضها حد الضحكة حتى قيل ان معنى الوسطى هو الكبرى لفضيلتها وزيادة ثوابها وحملوا كل واحد منهم على صلوة صلوة من المكتوبات سوى العتمة فقد اغفلوها فيها .

وحكى عن علي ابن ابي طالب وابن عباس وقتادة ومجاهد ان الوسطى هي صلوة الغداة وذهبوا فيه الى ان قرآن الفجر مشهود يجتمع عليه ملائكة النهار مع ملائكة الليل فتكون واسطة

بينهم وانها فردة لاتجتمع مع غيرها فتزدوج كجمع الظهر والعصر بعرفات وجمع المغرب والعتمة بالمزدلفة وللافراد فضيلة على الازواج واستدل الشافعي فيها بذكر القنوت معها ولا يكون القنوت الا في صلوة الصبح والأخذ هاهنا باللفظ دون المعنى يوجب القنوت في جميع الصلوات لقوله تعالى (أمن هو قانت آناء الليل ساجدا) وذهب جابر بن عبد الله انها بين الظلام والضياء فهي وسطى بين الخيطين وحكى عن علي بن ابي طالب في امرها انها وسطى بين صلاتي النهار وصلاتي الليل وهذا موهوم انه لم يروقتها من ليل ولامن نهار كما عليه من جهة ديانتهم في مدتي الفجر والشفق فانهم يجعلونها واسطتين فيما بين النهار والليل ولايعدونهما من احدهما، وذهب عبد الله بن عمر في الوسطى الى انها صلوة الظهر لانها في وسط النهار .

وزعم آخرون ومنهم قبيصة بن ذويب انها صلوة المغرب لانها وسطى في الطول الذي هو اربع ركعات وفي القصر الذي هو ركعتان وانها حاذت فضيلة الفردية بالعدد واجتماع ملائكة النهار والليل عليها وان دلوك الشمس طرف وقتها وتركوا العتمة جانبا وهي الوسطى من صلوة الليل .

واما الرأي الصائب فيها فهو انها العصر لاشتهارها بالوسطى حتى صار ذلك لها بين الجمهور نعتا ولقبا ولانها واسطة بين صلاتي

النهار فصلاتى الليل على رأى من يجعل ابتداء النهار من الاصباح •

فاما سبب تخصيصها بالذكر فليتكرر الامر بالمحافظة عليها الان وقتها على موجب عادات الناس مقصور على الاشتغال والاهتمام لختم حاجات النهار وافتتاح حاجات الليل ومثل ذلك حقيق ان يذهل عنها •

وقد روى ان النبى صلى الله عليه وسلم صلى بنا العصر ثم قال ان هذه الصلوة عرضت على من كان قبلكم فضيعوها الامن حافظ عليها منكم يؤتى اجره مرتين وايضا فمن جهة ان اوقات سائر الصلوات ذوات علامات اذا بدت عمت الناس كالاصباح وانتصاف النهار وغروب الشمس ومغيب الشفق وليس امر الصلوة الوسطى كذلك لان علامته بالصدور عنه وفى الزوال وحفظ عدده فالامر العام بالمحافظة على الصلوات هو بفعلها اذا حان وقتها وبدأت امارتها واشراطها وتعصر داخلة فيها والأمر الخاص بها متجه على تطلب وقتها وترصى علاماتها •

ونحن وقد استغنينا عن اوقات صلوات سائر الملل فان ذكرها نوع من التعرف لاتضر الاحاطة به وصلوات اليهود على خلوصها عندهم من اشتار موسى عليه السلام الخمسة عن الامر بالصلوة مقصورة على الليل وهى ثلاث اولاها لغروب الشمس والثانية فى السحر والثالثة عند الصبح اذا ظهر الخيط الابيض من الاسود وكل

واحدة ثمان عشر ركعة، وصلوات النصارى سبع هى لنصف الليل والاصباح والضحى ونصف النهار والعصر والغروب والعتمة •

وصلوات الثائبة للصديقين سبع اولاها صلوة العمود فى نصف النهار سبع وثلاثون ركعة وفى يوم الاثنين ينقصان ركعتين ثم العصر احدى وعشرون ركعة ثم العتمة خمسة وعشرون ركعة ثم نصف ساعة من الليل مثلها ثم نصف الليل ثلاثون ركعة ثم الفجر خمسون ركعة ثم البشير فى آخر الليل واول النهار ستة وعشرون ركعة والساعون منهم المشتغلون بالدنيا يصلون اربع صلوات هى الظهر والعشاء والفجر وطلوع الشمس •

وصلوات المجوس ثلاث كما قلنا على استقبال الشمس ويصلون للقمر فى كل شهر مرة وعند النار للنار (١) •

فلنذكر الآن ما يضطر اليه القيم باوقات الصلوات ويقول اما اذا كان الأمر على ما وصفنا فان ادلة الصلوات تكون من آثار اضداد ازمانها اعنى ان المرجع فى صلاتى النهار الى الظل والظل من حيز الليل وان كان الشمس دليلا عليه والمرجع فى صلوات الليل الى الفجر والشفق وهما من حيز النهار لاجل الضياء فاذا تأمل منصف حال ظل نصف النهار علم انه لا يحصل للمنتدب له الا رصدا يواظب على مراعاته كل يوم طول ايام السنة حتى يخرج منه ظل العصر فيها بما اختاره فيه من اقاويل الأئمة وعلى تعذر

(١) كذا

الأمر فى وجود اقصر اظلال اليوم رصدا من غير قانون فيه على يعمل عليه فانه ان اثبت مقادير افياء الزوال لايام السنة اختلفت عليه عند العود اذا اخذ فيها بالسنة القمرية وامتنع عليه ضبطها الا فى السنة الشمسية فان اراد انقيادها اضطر الى استعمال شهور الروم ومعرفة الكبايس فيها فان لم يرض بالتقليد بلغ به الأمر الى علل الأيام المتسومة لشهورها فتجاوز ذلك الى استواء سير الشمس فى فلك الأوج والى اختلافه عندنا والى كيفية استخراج ذلك ورصده بالحلق والآلات .

ثم من الممكن الذى ليس بامثلى (١) ان يفوت المؤذن المحقق ظل نصف النهار يوما اواياما متوالية لحالات فى ذاته اوخارجة عنه غير محصورة اوضرورية من على فقد كنت ارصد بغزنة ارتفاعات انصاف النهار لمستعجل بحاجة ممن لايؤمن تكليفه مالا يطاق فاتفق من السنة ايام متوالية قارب عددها العشرين وكانت السماء فيها مسحية الى قريب من الزوال فاذا كاد ان يبلغ الوقت المطلوب اتت سحب متفرقة وتضم فتصل وتفوتنى مقصودى وتطرق الاكثر حتى اذا مضى من نصف النهار ساعة انجلت وصفا الجو .

فاذا اتفق له مثل ما حكيت لم يتمكن من ظل العصر مع فوات فىء الزوال واضطر الى عمله فاما ان يتولاه واما ان يقلد

(١) كذا

فيه اصحاب الصناعة وماوراء هذين القسمين فهو جهالة وتيه وضلالة •

ثم يقول ان نصف النهار الذى يصافيه وقت صلوة الظهر لايعرف الابأحد اربعة اوجه واما منتصف زمان ما بين الطلوع والغروب، واما وقت سمت ما بين المشرق والمغرب، واما تناهى الشمس فى علوها فى ذلك النهار، واما مقدار ظله الا قصر فاما رصد الظل والارتفاع بآلاتهما فهو امر صناعى لاتخفى مزاولته على من شذا شياء من امرهما فضلا عمن طالع كتابنا هذا •

واما معرفة سمت ما بين المطلع والمغيب اعنى خط نصف النهار فهو أعظم هذه الوجوه جدوى وقد مر فى استخراجه بالطرق الصناعية مافيه كفاية وهى فى ذاتها العملى وتصحيحها البرهانى محتاجة الى قطعة وافرة من صناعتى التنجيم والهندسة بل متخطية الى قطوع المخروطات التى سماها بعضهم لاعتياصها هندسة روحانيه •

واما ما يتعلق بالزمان فقد علم ان الحزر فيه كما يذهب اليه اكثر المؤذنين غير موثوق به فليس يرجع التخمين الى قانون يمكن صاحبه أن يقيم عليه عند من خالفه فيه شاهدا وبرهانا، والناس متفاضلون فى رتب الحدس والتفرس لاختلاف طبايعهم والتدرب فيه باكثاره والمواظبة عليه اعظم حظ لولا انه تلحق الحيلة الانسية ما يفسد الفكرة وهوان الانسان وان اشتغل بمراعاة امر ما عمليا كان

او نظر يا فلن يخلو من افكار وتذكار احوال يدوم خطرها على قلبه ومرورها كمياه النهر على باقة ولية وهي جنس احد أنواعه الرؤيا والكلام فيها يطول وليس يمكن اخلاء القلب عنها واكره القوة المخيلة على تركها لاالحظة بل آنا ثم يعود اليها ويكفيني شاهدا عليه تتبع اكثر من يذهب مذهب الشافعي في افتتاح الصلوة ويعجب توسوسهم في تجريد النية وتعذر شروطها عليهم بلافائدة مع التكبير فاذا كان التكبير مأوفا بهذه الآفة فمن الذي يعتمد خاطر التفرس والحازر ويأتمنه على ضبط الأزمنة حتى يصدق في حزره الا أن يعمل اعمالا متساوية تجوى او يعيد اقوالا بنظام واحد او يعد اعدادا يتعرب بأحد ذلك من تقدير الازمنة واصدق من هذا الحزر كيل الزمان بآلة مسواة تتطعة منه معلومة ساعة كانت او بعضها او اضعافها يعرف منها مضى نصف قوس ذلك النهار سواء كانت الآلة معمولة لدخول الماء فيها او لخروج الماء او الرمل او غيرها منها، ولكن هذا عمل مضطر الى تقدم معرفة نصف قوس النهار بالحساب وذلك لأن معرفته بالآلة لايكون لابعد معرفة كله ورصد كل قوس النهار لايحصل الابعد تقضاء النهار كله وذلك غير مجد على الطهيرة شيئا لفوات وقتها .

والذي يحتاج اليه في هذا المطلب بعد معرفة احوال الفلل والظلة ومراكز الاشكال المبني على علم هيئة العالم هو تعديل النهار

لكل جزء من اجزاء فلك البروج فى المكن المفروض وتعديل النهار يحتاج من جهة المكن الى عرضه ومن جهة فلك البروج الى موضع الشمس والى ميله، فاما عرض المكن فيحصل بالواسطة بين نهايتى ارتفاع احد الكواكب الابدية الظهور اوتمام الواسطة بين ارتفاعى المنقلبين اوميل الشمس اواحد الكواكب وميل الشمس محتاج الى رصد الميل الأعظم ثم تقطيعه للاجزاء وميل الكوكب محتاج الى رصد موضعه فى الطول والعرض وكلاهما محتاجان الى حساب الجيوب والاوتار والمطالع، وفى موضع الشمس نضطر الى معرفة تواريخ الامم وسنيهم وشهورهم الى ارصاد القدماء والمحدثين يستبين له منها مواضع الشمس بالحركة الوسطى وبالمختلفة وكمية الاختلاف بينهما فبهذه يعرف نصف قوس نهار كل يوم اريد .

واما تناهى ارتفاع الشمس فى العظم والظل فى الصغر ورصدهما فمعلوم ان اختلاف الارتفاع حول نصف النهار يكون فى اجزاء الاجزاء بحيث لا تكاد تضبطه الآلات الكبار فضلا عن الصغار ولذلك يظن بالشمس حينئذ وقفة لان ارتفاع الشمس وسمته يثبت مدة للحس على قدر واحد فجدوى تقديم معرفة هذا الارتفاع لتقابل به الموجود يسيرة عند التدقيق على اضطرار معرفته الى موضع الشمس والميل الاعظم وعرض البلد وكذلك

فى الزوال محتاج الى مايحتاج اليه لارتفاع نصف النهار بزيادة معرفة استخراجه منه

فان رغب المؤذن فى التحقيق وأنف عن التقليد وناسب طبعه علم بطليموس وارشميدس وابلونيوس ولم يستكف عن هذه الاسامى واقبل على الدراسة والتعلم حتى بلغ هذا الموضع فقد استغرق كتاب الاصول والمكتب المتوسطة بينه وبين المجسطى وانى على ثمانى مقالات منه فجاء خاليا كابليس وانصرف فائزا كادريس وان عسى ضاق ذرعه فى أول وهلة لاستماع ماذكرناه فليختصر العمل وليقصر طويل الأمل باعطاء التوق بأرثيا وتسليم الامر الى اربابه الذين لايأمون الدؤوب على اصلاح تلك الاصول وتصحيحها واعداد نتائجها لطلابها .

الباب السادس والعشرون

فى اثبات خطوط اوقات الصلوات والساعات على الآلات

قد استبان تعلق امر وقتى الظهر والعصر بالظل، اما الظهر فلأن اوقاته زيغ زوال الشمس عن فلك نصف النهار من اجل أن ظل شخص على سطح لافق اذا وجد مساويا لظل ارتفاع نصف نهار ذلك اليوم فى ذلك البلد فهو نصف النهار وقيام الظهيرة التى فيها تحرم الصلوة ثم يعقبه اول اوقات صلوة الظهر متى زاد الظل على ذلك المقدار شيئا ما وقت صلوة الظهر على هذا الذى ذكرناه سهل التصور

فى الوهم عسر الاستعمال بالفعل •

ولذلك أمر فى تعرف الزوال بان ينصب عود وينظر ظله بعد وقت النصب من الزمان فان نقص من المقدار الأول كان الوقت قبل الزوال وان زاد كان بعده، وهذا على صحته قريب من الاشتباه على من لا رياضة له بهذه الصناعة اما اولا فربما يجده فى الوقتين جميعا متساويا اذا كان حول نصف النهار ببعدين متساويين فلم يهتد للواجب فيه •

واما ثانيا فلان الوقت الثانى ربما كان اقرب الى نصف النهار من الأول وفى غير جهته منه أعنى ان الثانى كان بعد الزوال وظله مع ذاك اصغر من ظل الأول الذى هو قبله فظن مع مضى الزوال انه مستأنف •

واما ثالثا فاذا لم يعرف ان الاعتبار فيه على محيط دائرة مخطوطة على منتصب الشخص ظن باختلاف السمت فيه شيئا فى الظل ومن زيادة أو نقصان ليسا فيه •

واما رابعا فانه وان لم يزل فى ذاك لم يتحقق منه الا أن الوقت الأول متقدم لنصف النهار فاما الثانى فيمكن فيه الاحوال الثلاثة من تقدمة نصف النهار وتأخره عنه ووقوعه على حاقه •

واما خامسا فان اختلاف الظل عند نصف النهار وخاصة فى الصيف ثم البلاد القليلة العروض تسير غير محسوس به فى المدد اليسيرة

المقدار لكون حركة الظل رأس الظل على رأس القطع الزائد وفى اعاليه حواليه وهذه هى الأسباب الباعثة فى امر نصف النهار على الدائرة الهندية التى مر ذكرها والخط الممتد فيها بين الشمال والجنوب حتى اذا بلغه ظل الشخص المنصوب عليه انتصف النهار معه واذا جاوزه ولو ادنى شىء دخل وقت صلوة الظهر •

واما وقت صلوة العصر فانا نستخرج ظل نصف النهار ذلك اليوم كما تقدم فى بابه ونضعه فى موضعين ونزيد على احدهما مثل اقسام المقياس فيكون ظل وقت العصر عند ابى يوسف ومحمد والشافعى، ونزيد على الآخر ضعف اقسام المقياس فيكون ظل العصر عند ابى حنيفه فاذا اردنا ارتفاعى هذين الوقتين وقد حصل ظلاهما استخرجنا الارتفاع من الظل بسبب ما تقدم فى بابه وهذا ما فى زيج حبش •

فانه يقول فيه نأخذ ظل نصف النهار فنزيد عليه ستين جزءا بعد ان نحول الظل من جنس اثنى عشر الى جنس الستين ثم نقومه فى جدول الظل فما كان من الارتفاع نقصناه من تسعين فيبقى ارتفاع اول العصر ولآخره نزيد على ظل نصف النهار بعد التحويل مائة وعشرين فما بلغ نقومه فى جدول الظل وننقص قومه من تسعين فيبقى ارتفاع آخر العصر، وهذا ظاهر اذا علم ان المقياس الذى نستعمله جنس ستين جزءا وان الجدول الذى نقوس فيه هو معمول للظل

المعكوس فلذلك نجد الظل بازاء تمام ارتفاعه •

ومن اراد عمل خطوط هذه الأوقات وجب عليه للاستظهار تقديم استخراج الاظلال والارتفاعات والسموت فى كل واحد منها لدرجة درجة من درجات نصف فلك البروج الصاعد أعنى الذى من اول الجدى الى آخر الجوزاء ليكون عنده مهيأة اوقت العمل وليس فى الآلات النجومية كالاسطرلاب فى اشتهاره لكثرة استعمال الناس •

فلنبتدي ببطنه ونقول انه يمكن ان نعمل على وجوه صفائحه فيما بين افق المشرق وخط وتد الارض خط اول العصر وآخره بان يوضع كل درجة من درجات النصف الصاعد فى منطقة البروج من العنكبوت على ارتفاع أول العصر المستخرج له فى المقنطرات الغربية ويعلم على موقع نظير تلك الدرجة من وجه الصفيحة وكذلك يوضع على ارتفاع آخر العصر فيها ويعلم على موقع النظير فاذا فعل ذلك بجميع درجات النصف توالى لهذين الخطين علامات فيما بين مدارى الجدى والسرطان فحينئذ يتنوق الصانع فى وصلها بقسى يتخيل الجملة منها خطا واحدا منحنيا غير مضرس •

وان اراد انفصالهما من خطوط الساعات نقط عليهما نقطا متوالية أو كتب لقبهما عندهما ثم هو بالخيار فى عمل ماذكرنا لدرجة درجة اولبرج برج اولاقسام المنطقة فى ذلك الأسطرلاب •

وان اردت تكونا قوسين تتصرف العمل على مدار الاعتدال والمنقلبين كما تعمل في خطوط الساعات المعوجة من قسمة ما تحت الأفق من المدارات الثلاثة باثني عشر قسما متساوية وامرار قوس على كل نقطة منها تتأثر على عمل ادارة دائرة على كل مثلث فانه لو عمل ذلك بجميع المدارات لما كانت تقطيا النقاط كلها على محيط دائرة ولذلك كانت امر الساعات المعوجة على خطوطها في الاسطرلاب مأخوذا بالتقريب واما المستوية المخطوطة بعد فتحة الافق وعلى نهاية كل قسم من اربعة وعشرين قسما من الدائرة المخطوطة على مركز الصفيحة وبعد مركز الأفق فانها صحيحة محققة

ومن الخطين المذين عملناهما لوقتي العصر يعلم الماضي اليهما من أول النهار او تحته اذا وضع نظير درجة الشمس عليهما وعلى علم موقع المرى من الحجرة علامة ثم ادير العنكبوت معكوسا نحو اليسار حتى توافي درجة الشمس خط وسط السماء او افق المشرق فيكون ما تحرك نرى في الحجرة من عند العلامة هو زمان الماضي

وكذلك يعلم الباقي الى آخر النهار اذا دير العنكبوت نحو اليمين مستويا حتى توافي درجة الشمس افق المغرب ومتى قيس ارتفاع الشمس اوقت ما ووضعت درجتها على مقنطرته علم من موقع نظير درجة الشمس من ذينك وتلخيص حاول وقتهما او مضيه واستبانه وعلى قياس هذا يعمل في الصفيحة خط طلوع

الفجر يوضع نظير درجة الشمس على المقنطرة الثامنة عشر ابدا من جانب المغرب وخط مغيب الشفق بوضعه على تلك المقنطرة من جانب المشرق •

ولما حكى عن عمر بن عبد العزيز انه كان يؤذن للظهر على سبع ساعات ويصليها على ثمان ساعات والعصر على عشر ساعات وكانت تلك الساعة معوجة لا محالة عدل بعضهم عن الاظلال الى خطوطها فجعل خط الساعة العاشرة من خطوط الساعات المعوجة لآخر وقت العصر وخط التاسعة لأول وقته كما جعل خط الثالثة منها لوقت صلوة الضحى وذلك مخالفة للمسنون واجب ان لا يعمل به •

وذهب بعضهم فى وقت الأذان للظهر الى ازدياد الفيء اصبعا واحدا وفى وقت الاقامة لها الى زيادة ثلاث اصابع وفى العصر الى ازدياد ثلاثة عشر اصبعا فان سلمنا له وقت أذان الظهر لم تكن زيادة المثل على ظله وانما هو على فيء الزوال نفسه على ان الامر غير مسلم له فانه صادر عن غير معرفة بالاصابع التى هي انصاف اسداس الشخص سواء كان شبرا أو كان عمود جبل دنباوند مثلا فالاصابع المذكورة منها فى اذان الظهر اولى ان يكون مع اصابع اليد فبالأقل منها يدخل وقت الظهر والاصابع المذكورة فى وقت العصر ممتزجة من هذه الواحدة ومن اجزاء

المقياس الاتي عشر .

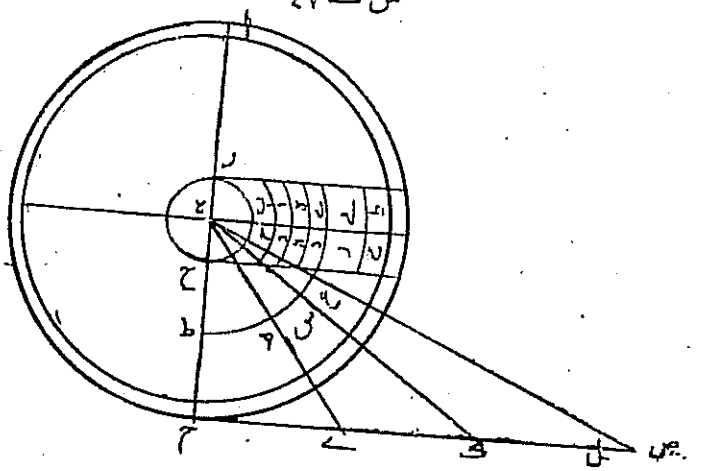
ثم نجيء الى ظهر الاسطرلاب لعمل هذه الخطوط عليه ونحرف عضادته ولا يشقها طولا ليكون حرفها مارا على المركز وتجرد منها حوله ما تطبق عليه قاعدة القطب ونطرح الباقي من احد نصفيها وتقسم المحدثين على النصف الباقي .

ولتكن دائرة ـ اب ج د ـ على ظهر الاسطرلاب هي التي تحت جزء الارتفاع وربعها ـ اب ـ و ـ ا ـ منها نحو الكرسي وقوس ـ زح ـ ما تستره العضادة المحرفة من ظهر الاسطرلاب وتقسم خط ـ د ز ـ بستة اقسام متساوية وتكتب عن جنبتيه اسامي البروج منتصفة بانتصف الصاعد والنصف الهابط على هيأة مركبتها وتقسم كل برج بما استحسنا من الاعداد العادة لدرجات البرج ووسعة البقعة فلم تضيق عنه وتدير على مركز ه ـ وبعد كل قسم في ربع ـ د ح ه ـ قوسا ظاهرة وغير مؤثرة الى ان تعبق منها ما تخرج اليه وتلك مدار الدرجة ثم تقسم ـ ه ج باثني عشر قسما متساوية هي اصابع المقياس وتخرج ـ ج ص مماسا للدائرة وغير متاه في جهة ـ ص ـ وتقسم باقسام مساوية لاقدار الاقسام ـ ه ج ـ فيكون ـ ج ص ـ الظل ثم تقسم كل مدار .

وليكن للمثال مدار اول الحوت وانتهاؤه من خط ـ ه ج

الى ـ ط ـ ونفرز ـ ح ى ـ مساويا لظل نصف النهار ونصل ـ ه م
ى ـ يقطع المدار على ـ م ـ فهو علامة وقت الظهر، ونفرز ـ ح ك
مساويا لظل اول العصر و ـ ح ل ـ مساويا لظل آخر العصر ونصل
م س ك ـ ه ع ل ـ فتكون نقطتا ـ س ع ـ اوقتى العصر •

ش ـ ٤٧



وكذلك نفعل فى كل مدار منها ليستبين فيه ثلاث نقط لتلك الاوقات اذا وصلنا ما بين النظائر التى للخط الواحد بخطوط محدبة منتظمة كان ذلك الخط فنكتب لقبه معه وعند الفراغ من الثلاثة نخط من كل مدار مؤثر ما يقع منه بين البروج وبين خط وقت الظهر ونحو ما فضل منه نحو خط ـ ه ج ـ اعنى قوس ـ م ط ـ وقد تم العمل •

فمتى وضع حرف العضادة على تقاطع مدار الشمس حينئذ والخط المطلوب وقته وقعت شظية العضادة على ارتفاع ذلك الوقت

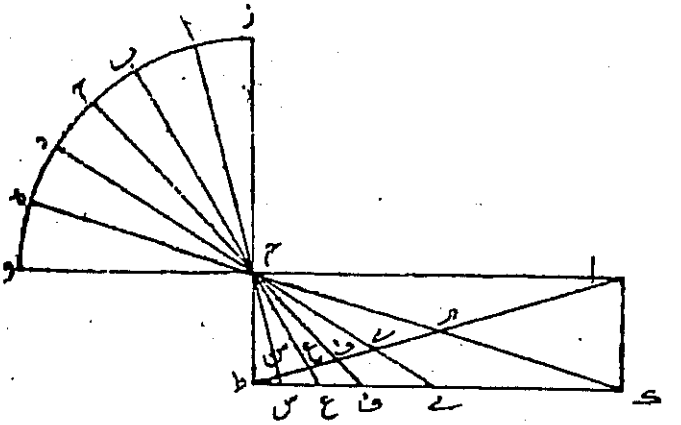
ثم قيس الارتفاع وقتئذ فان كان أكثر من ارتفاع الوقت فانه لم يأن بعد وإن كان اقل فقد مضى وقته الاخط نصف النهار فان القصور عنه لايدل على المضى والاستيناف بعينه •

وعلى مثله تعمل خطوط الساعات اما مستوية واما معوجة فى الربع المقابل له أعنى ربع الارتفاع لاشتغال هذا بغيرها من الخطوط فمتى اديرت المدارات فيه وقد تقدم باستخراج ارتفاع كل ساعة منها فيه ثم وضعت الشغلية على مثل ذلك الارتفاع قاطع حرف العضادة ذلك المدار على ممر خط تلك الساعة منه •

وقد عمل بعض الاسطرلابيين على العضادة خطوطا للساعات المعوجة جعل العمل عليها ان يوضع مرى العضادة على مثل ارتفاع نصف النهار فى اليوم المعطى ثم تقابل الشمس بربع الارتفاع من غير ان تحرك العضادة عن وضعها وتنظر الى ممر حرف ظل الهدفة العليا بالتأريب من الخط المار على وسط العضادة بالطول المقسوم لتلك الساعات المعوجة فيعلم الماضى من النهار او الباقى منه او بصنعة تلك الخطوط وان انحرف امرها عن التحقيق فليفرض ما بين الهدفتين من الخط المار على وسط العضادة ـ ط ك ـ والهدفتان ـ ط ح ـ ك ل ونخرج ـ ط ح ـ و ـ ل ح ـ وعلى استقامتهما وندير على مركز ح ـ ويبعد كيف اتفق غير محدود ربع دائرة ـ ز و ـ ونقسمه بستة اقسام متساوية وهى ـ ز ا ـ ا ب ـ ب ج ـ ج د ـ د ه ـ ه و

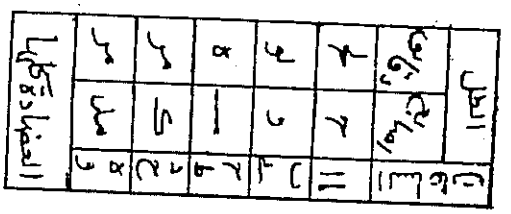
ونخرج منها خطوطا مستقيمة يمر كلها على مركز ـ ح ـ وهو على السطح الذى يلى القطب من سطحى الهدفة فانه المظلل دون الذى نحو الشظية وتلك خطوط ـ ا ح س ـ ب ح ع ـ د ج ف ـ د ح ى ه ح م ـ ثم نخط على العضادة خطوطا معترضة عليها قائمة على الخط المنتصف اياها بالطول المار على القطب جائزة على نقط ـ س ـ ع ـ ف ى ـ م ـ اما المجتاز على ـ س ـ فهو لكمال الساعة الاولى فتكتب عند حرفه خط الواحد فى احد نصفيها وحرف الأحد عشر فى نصفها الآخر لان الماضية والباقية من الساعات متحاذية ، واما المجتاز على ع ـ فهو لساعتين فنكتب عنده حرف الاثنين من جانب والعاشر من آخر والمجتاز على ـ ف ـ هو لثلاث ساعات فنكتب عنده حرفا الثلاثة والتسعة متقاربين والمجتاز على ـ ى ـ هو لأربع ساعات فنكتب عنده حرفا الاربعة والثمانية والمجتاز على ـ م ـ لخمس ساعات فيكون حرفا خمسة وسبعة .

ش—٤٨



واما السادسة ففيها تظلل الهدفة العليا كل الهدفة السفلى فلذلك يكتب حرف الستة فوق الثقبة بالقرب من الحرف الاعلى لزيق (١) علامة ـ ل ـ وقد فرغنا من عمل خطوط الساعات على العضادة

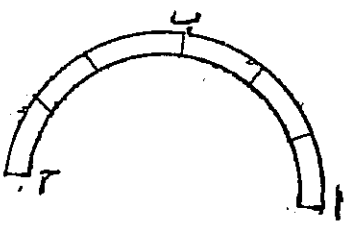
فاذا اردنا ان نجد نقط ـ س ـ ع ـ ف ـ ى ـ م ـ بعمل آخر قسمنا هدفة ـ ح ط ـ القائمة مقام المقياس باصابعه و ـ ط ك بالواحدة منها ليقوم مقام الظل ثم اخذنا من الجدول ظل قوس وا ـ التى هى خمسة وسبعون جزءا لان كل واحد من اقسام الربع خمسة عشر جزءا وعددنا ذلك الظل من عند ـ ط ـ فانتهينا الى ـ س ـ ثم اخذنا ظل ستين اعنى قوس ـ و ب ـ فعددناه من عند ـ ط ـ وانتهينا الى ـ ع ـ ثم عددنا ظل خمسة واربعين من ط ـ فانتهينا الى ـ ف ـ وعددنا ظل ثلاثين من ـ ط ـ فانتهينا الى ـ ى ـ وظل خمسة عشر من ـ ط ـ الى ـ م ـ وقد وضع حبش هذه الاظلال فى جدول على حدة وهى هذه • ش ـ ٤٩



والذى هو معلوم من عظم الاختلاف فى تفاضل الاظلال علمت هذه الخطوط فى الآلات التى احتيج فيها الى الساعات دون قياس الارتفاعات على صورة اخرى وهى ان اصحابها وصلوا بين ط ـ ل ـ فانتقلت هذه الخطوط المعمولة للساعات من ـ ط ك الى ـ ط ل ـ وصارت العضادة ـ ح ط ل ك ـ وسميت ساق الجرادة تشبيها بها فى الصورة وعمل القطب منها داخلا فى الآلة دونها واكثر ما عملت ساق الجرادة فى الآلة المعروفة بحق القمر وليست نقطتا ـ ط ل ـ بضروريتين فى مد خط ـ ا ط ـ بينهما بل يجوز ان يخرج من نقطة تحت ـ ل ـ اوفوقها الى نقطة تحت ـ ط اوفوقها وذلك موكول الى اختيار الصانع واستحسانه •

ومنهم من جاوز الامر فى التساهل فى عضادة سماها هلالية لانه عملها نصف دائرة مثل ـ ا ب ج ـ ومنشأ القطب من ـ ب وقسم باطنه بستة اقسام متساوية الساعات ونظمها فى القطب فوق العضادة المسطحة نظما لا يتغير وضعها معا ثم وضع الشظية على ارتفاع نصف النهار ونظر فى تحديب الهلالية وموقع ظل طرفها كما تقدم •

ش — ٥٠



ثم ينقلون الاسطرلاب فى هذا الباب الرخامة المبسوطة على سطح موازاة الافق،ومن رسم الصناع ان يحصلوا ظل كل ساعة وسمته للانقلابين ويقدروا مقدار الظل باصابع مقياس الرخامة وعلى سمته فى جهته فيقفوا من ذلك على رؤوس الظل للساعات فى المنقلبين .

وقد قلنا انها تكون على محيط قطع زائد فاذا وصلوا بينهما فى كل واحد من القطعين بخطوط منحنية ومن كل واحدة من نقط القطع الى نظيرها فى الآخر كانت خطوط الساعات واذا اريد عمل خطى العصر فيها فتح البركار بمقدار اصابع ذلك الخط وقت المنقلب وادير على مركز(١) المقياس وبعد تلك الفتحة فيقاطع قطع ذلك المنقلب على نقطة مطلوبة واذا وصل بين نقط النظائر فى القطعين خطا ذينك القطعين وانواع الرخامات الثابتة كثيرة والمحدودة

(١) كذا . لعله بقية :

منها بعد المبسوطة هى الكائنة فى سطح فلك نصف النهار والكائنة فى سطح اول دوائر السموت والكائنة فى سطح معدل النهار واذا كانت كل واحدة من هذه الدوائر أفق عرض معلوم فان تخطيط الساعات وخطوط الاوقات فيها على مثال عملها فى المبسوطة، فاما الذى فى فلك نصف النهار فهى على افق من آفاق الفلك المستقيم •

واما التى فى دائرة اول السموت فهى على افق يساوى عرضه تمام عرض البلد ومعلوم ان دائرة اول السموت اذا ادیرت على قطرها المشترك مع الافق واميلت نحو الجنوب بمقدار عرض البلد صارت فى معدل النهار على افق الموضع الذى عرضه ربع تام ولذلك لايختلف مقدار ظل المقياس فى هذه الرخامة لكل مدار وانما يكون كظل الارتفاع المساوى لميله فاذا حصل لها ظل المدار وسمته للوقت المطلوب من الساعات والعصر وعمل فيها ما تقدم لرؤوس البروج فى كل واحد من وجهيها الشمالى الأعلى والجنوب الأسفل ووصل بين النظائر حصل الخط المطلوب وتعمل لاوقات الصلوات آلات تعلق بالخيوط تسلك فى اطرافها على موازاة الافق كالمسطرة التى تقوم عليها المقياس وقت الحاجة وينتهى عليها وقت الاستغناء حتى يغوص فيها ويستوى سطحها قد عملت فيها خطوط الاوقات باظلالها على ايام شهور الروم وكالصفيحة التى نصف قطرها مساو لظل آخر

اوشهور الروم ويصل بين اوائلها وبين المركز بخطوط مستقيمة من ويقدر كل واحد منها ظل الاوقات او اظلال الساعات ثم نصل النظائر بقسى فتحصل الصورة كالاترجة و بها يلقب •

و منهم من يقسم المحيط بستة اقسام تكتب فيها بروج النصف الصاعد من اليمين الى اليسار وقرانها من النصف الهابط من اليسار الى اليمين ويعمل ما ذكرنا بعينه فتحصل الخطوط على هيئة الكوكب مبتدئة من اول السرطان الى خط اول الجدى، وفيما اشرنا اليه كفاية فى هذا الموضع ولها كتب استغرقتها باذن الله •

الباب السابع والعشرون

فى استعمال الظل فى الشكل القطاع وحساب علم الهيئة

ان اصحاب التنجيم سهلوا بمكان الاظلال كثيرا مما عسر عليهم استخراجه من القسى الفلكية واوجزوا بها ما طال طريقه ونحن نؤمى الى شئ من ذلك لتعرف كيفيته وقد تقدم ذكر ما بين الجيوب من النسب المساوية لنسب ما بين المقياس واظلاله ولما جعل القوم اجزاء المقياس مساوية لاجزاء الجيب كله سووا ايضا بين مقداريهما وصيروا كل واحد منهما نصف قطر الدائرة فحصل من الجيوب داخل المحيط مضلعات ومن الاظلال خارجة مضلعات شبيهة بالاولى فناسبت لما كانت بمقدار واحد •

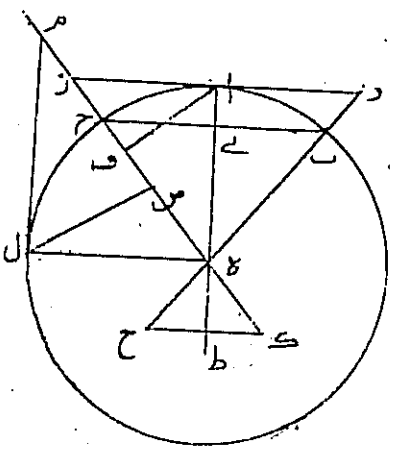
وليكن للمثال قوسا - اب - اج - متساويتين وقوس

ب ا ج ـ تعد المحيط بعدد غير منكسر ونخرج ـ اه ط ـ ونأخذ من مركز ـ ه ـ مقدار ـ ه ط ـ كالمقياس ونجيز على نقطتي ـ ا ط ـ عمودي ـ ك ح ـ د ز ـ على ـ ا ط ـ ونوصل اليهما ـ د ب ح ز ح ك ـ ونصل ـ ب ج ـ فيكون ـ ب ج ـ ضلع مضلع داخل المحيط متساوي الاضلاع و ـ د ز ـ ضلع مضلع خارج المحيط مشابه للأول، ومعلوم ان ـ ط ح ـ ظل قوس ـ ا ب ـ معكوسا و ـ ك ط كذلك ظل قوس ـ ا ج ـ معكوسا اذا كان المقياس ـ ه ط ونسبة ـ ب ى ـ الى ـ ب ه ـ كنسبة ـ ط ح ـ الى ـ ط ه وكنسبة ـ د ا ـ الى ـ ا ه ـ فاد ـ ايضا ظل قوس ـ ا ب ـ معكوسا اذا كان المقياس ـ اه ـ الذى هو الجيب كله فظل ـ ا د ـ هو الذى يناسب الجيوب دون ظل ـ ط ح ـ لان الجيوب من جنس اجزاء اه ـ دون اجزاء ـ ه ط ـ وبمثله يتبين ان ـ ا ز ـ هو الظل المعكوس لقوس ـ ا ج ـ وظل ـ د ز ـ مركب من ظل قوسي ا ب ـ ا ج ـ المعكوسين وضلع ـ ب ج ـ مؤلف من جيبيهما اعنى ـ ى ب ـ ج ى ـ وكذلك لو كان تأليف المضلع الداخل من امثال جيب ـ ا ب ـ المساوي لجيب ـ ج ى ـ اعنى مخالف الوضع كان باقيا على مشابهة الخارج وان زال عن موازاته ثم اذا اختلفت القسى كاختلاف قوسى ـ ا ج ـ ج ل ـ لم يتألف من اضلالها مضلع خارج الدائرة ولامن جيوبها مضلع داخلها

وذلك ان جيبى - اف ـ ل ص ـ غير متصلين ولاملتقيين من قطر ه ج ـ على نقطة واحدة وكذلك ظلا ـ از ـ ل م ـ غير ملتقيين من قطر ـ ه ج ـ على نقطة واحدة فان ذلك مقتضى تساوى قوسى اج ـ ل ج ـ ولكنه علم من وضع هذه الصورة ان ظل المعكوس لكل قوس هوما يفصله القطر المار على احد طرفيها من الخط المماس لها على الطرف الآخر اذا اخرجنا على استقامتهما حتى التقيا وان الظل المستوى لها هوما يفصله القطر المار على احد طرفى تمامها اذا اخرج على استقامة من الخط المماس لها على الطرف الآخر، واذا تصور هذا من امر الاظلال قلنا انه قد تقرر من كتاب المجسطى ومن غيره انه اذا تقاطع فيما بين قوسى ـ اب ـ ج ب ـ العظيمتين قوسا ـ اد ـ ج ه ـ العظيمتان على نقطة ـ ز ـ فان نسبة جيب ه ب ـ الى جيب ـ اه ـ مؤلفة من نسبة جيب ـ ز د ـ الى جيب از ـ ومن نسبة جيب ـ ج ب ـ الى جيب ـ د ج ـ فاذا فرضنا قطاع ـ اب ج ـ متألفا من ارباع دوائر عظام وقد تبين مما سلف ان نسبة جيب كل قوس الى جيب تمامها كنسبة ظلها المعكوس الى المقياس فنسبة جيب قوس ـ ه ب ـ الى جيب ـ ه ا ـ كنسبة ظل ـ ه ب ـ المعكوس الى المقياس فكذلك نسبة جيب قوس ـ د ز الى جيب ـ ز ا ـ كنسبة ظل ـ د ز ـ المعكوس الى المقياس فنسبة ظل قوس ـ ه ب ـ المعكوس الى المقياس اذن مؤلفة من نسبة ظل

د ز ـ المعكوس الى المقياس ومن نسبة جيب ـ ج ب ـ الى جيب د ج ـ لكنا جعلنا المقياس مساويا للجيب كله وقوس ـ ب ج ربع دائرة وجيبها هو الجيب كله فنسبة ظل ـ ه ب ـ المعكوس الى الجيب كله مؤلفة من نسبة ظل ـ د ز ـ الى الجيب كله ومن نسبة جيب ـ ج ب ـ الجيب كله الى جيب ـ ج د ـ وبالخلاف تكون نسبة الجيب كله الى ظل ـ ه ب ـ مؤلفة من نسبة الجيب كله الى ظل ـ د ز ـ ومن نسبة جيب ـ ج د ـ الى الجيب كله .

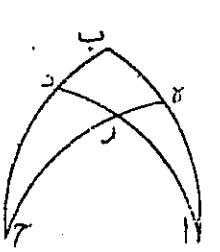
ش ـ ٥١



واهما لنا صفة الظل من اجل ان جميع ما نستعمل منه هو معكوس فقط ولان أول هذه المقادير الستة التى تألفت فيها هذه النسبة مساو لثالثها فان باسقاطها تعود النسبة من التأليف الى البساطة وذلك ان نسبة الأول الى الوسط بينه وبين الثانى كنسبة الثالث الى الرابع لكن الأول مساو للثالث فالوسط

المذكور ايضا مساو للرابع ونسبة هذا الوسط الى الثانى كنسبة الخامس الى السادس ولكن الوسط مساو للرابع كنسبة الرابع الى الثانى وهذه هى النسبة الباقية عند سقوط الاولى فنسبة ظل د ز ـ الى ظل ـ ه ب ـ كنسبة جيب ـ ج د ـ الى جيب ـ ج ب ـ فاذن مثلث ـ ز د ج ـ الكائن من قسى دوائر عظام اذا كانت فيه زاوية قائمة كزاوية ـ ز د ج ـ فان نسبة ظل احد الضلعين المحيطين بالزاوية القائمة الى جيب الضلع الآخر تكون فيه كنسبة ظل الزاوية التى يوترها الضلع الاول الى جيب الزاوية القائمة وهو الجيب كله اعنى ان نسبة ظل ـ ز د ـ الى جيب ـ د ج ـ كنسبة ظل زاوية ـ ز ج د ـ الى جيب زاوية ـ ز د ج ٠

ش ٥٢ —



والذى يوجب استعمال الظل المعكوس هو قصوره على القوس نفسها وتعدى الظل المستوى الى تمام القوس ٠

ومهما

ومهما خالفنا فى هذا الذى تقدم بالمعكوس عند مايذكر فيه الظل والمقياس فقط دون الجيبين المناسبين لهما فجعلنا المقدم تاليا والتالى مقدما وابدلنا صفة العكس بالاستواء اطرد الأمر واتضح حال الظل المستوى ايضا ولكننا لا نستعمله .

فاما كيفية حصول السهولة من استعمال الاظلال المعكوسة فى استخراج القسى الفلكية فانا نعيد للاشارة اليها القطاع المتقدم .

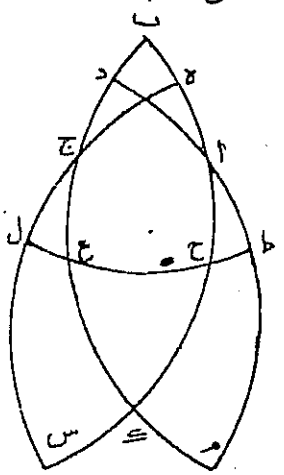
ونقول ان ـ ا د ـ اذا كان فلك البروج وفرضت فيه قوس ـ ا ز ـ وطلب منها ـ زه ـ المسمى ميلا اول فانا نضرب جيب هذه القوس المفروضة فى جيب الميل الاعظم ونقسم المبلغ على الجيب كله فيخرج الجيب المطلوب لان نسبة جيب ـ ا ز ـ الى جيب ـ زه ـ كنسبة جيب ـ ا د ـ الربع الى جيب ـ د ب ـ فان كان فلك البروج ـ ا ب ـ كان ـ ه ز ـ الميل الثانى لقوس ا ه ـ .

ومعرفته منها ان نخرج قسى القطاع على استدارتها فى جهتى ـ ا ج ـ حتى تلتقى وندير على قطب ـ ز ـ ويبعد ضلع المربع قوس ـ ط ـ ل ـ فنسبة جيب ـ ا ج ـ تمام ـ اه ـ الى جيب ـ ح ط كنسبة جيب ـ ا ك ـ الربع الى جيب ـ ك م ـ الميل الاعظم فح ط ـ معلوم ونسبة جيب ـ ع ح ـ تمام ـ ح ط ـ الى جيب ـ ع ك تمام الميل الاعظم كنسبة جيب ـ ح ل ـ الربع الى جيب ـ ل س ،

المساوى لتمام ـ ه ز ـ فه ز ـ معلوم ٠

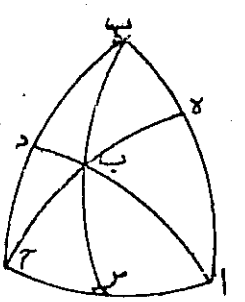
وحسابه ان نضرب جيب تمام القوس المقطاة من فلك البروج فى جيب الميل الاعظم ونقسم المبلغ على الجيب كله فما خرج تقوسه ونلقى قوسه من تسعين ونقسم على جيب يبقى مضروب جيب الميل الاعظم فى الجيب كله فيخرج جيب تمام الميل الثانى المطلوب ولم يحصل باستعمال الجيوب الابعد ضربين وقسمتين وتقويس زائد ٠

ش — ٥٣



وان استعملنا فيه الظل حصل بضرب واحد وقسمه معزوال ذلك التقويس لان نسبة جيب ـ اه ـ الى جيب ـ اب ـ الربع كنسبة ظل ـ ه ز ـ الى ظل ـ ب د ـ فاذا ضربنا جيب القوس المقطاة من فلك البروج فى ظل الميل الاعظم وقسمنا ما اجتمع على

و ـ ا د ـ احد الآفاق ذوات العروض و ـ ز ـ مطلع جزأ منه ـ و ج ـ القطب و ـ ج ب ـ فلك نصف النهار كان ـ ا ه ـ تعديل نهار ذلك الجزأ و ـ ز ه ـ ميله فان أعطينا ـ ز ه ـ الميل و ـ ج د عرض ذلك الأفق وطلب ـ ا ه ـ تعديل النهار فانا لاستعمال الجيوب ندير على قطب ـ ب ـ ونبعد ضلع المربع قوس ـ ا ج ـ ونجيز على نقطتى ـ ب ـ ز ـ قوس ـ ب ز ص ـ عظيمة فنسبة جيب ـ ه ز ميل الجزأ الى جيب ـ ز ص ـ كنسبة جيب ـ ب د ـ تمام العرض الى جيب ـ د ج ـ العرض ـ فز ص ـ معلوم ونسبة جيب ـ ج ز تمام ميل الجزأ الى جيب ـ ز ص ـ كنسبة جيب ـ ج ه ـ الربع الى جيب ـ ه ا ـ المطلوب فاذا ضربنا جيب ميل الجزأ فى جيب عرض البلد وقسمنا ما اجتمع على جيب تمام العرض ثم ضربنا ما خرج من القسمة فى جيب كله وقسمنا ما بلغ على جيب تمام ميل الجزأ خرج جيب تعديل النهار فقد حصل المطلوب فيها ايضا بضربين وقسمتين.



ومتى ضربنا ظل ميل الجزأ فى الجيب كله وقسمنا المجتمع على ظل تمام عرض البلد خرج جيب تعديل النهار بضرب وقسمة لان نسبة جيب ـ اه ـ الى جيب ـ اب ـ الربع كنسبة ظل ـ زه ـ الى ظل ـ د ب ـ وفى هذا المقدار من الايماء كفاية لان استيفاء فنونه فى علم التنجيم يطول جدا •

الباب الثامن والعشرون

فى معرفة الابعاد الارضية وأعمدة الجبال بالاظلال

انما نقصد من هذه الابعاد الى المحدودة التى تكون اعمدة لأنها اقصر المسافات وسائرها غير محدودة المقدار الابالاحتيال والشعاع والظل يتشاركان بدلالة احدهما على الآخر والاضاءة والادراك بالبصر يشتركان فى امر الاستقامة فلذلك لا اختلاف بين الاعمال الصالحة بالاشعة والاظلال والابصار الا انا قصدناها هنا ماذكر فيه الظل ونقول ان هذه الابعاد اما ان تكون فى سطح الأرض اوفوقه اوتحته •

والذى منها فى سطح الارض فاما ان تكون من عند المتأمل لها أعنى أن يكون عليها واما ان تكون مباينة لموضعه وهذه غير متصلة بما نحن فيه لا حتياجها الى غير اعمال الاظلال فليكن الكلام على القسم الاول •

ومثاله عرض وادير اذرعه، فليقم المريد على الشط ومعها

كان مقامه أعلى كان عمله ادق وينظر من ثقبتى عضادة الأسطرلاب حتى يرى الشط الآخر على محاذيه منهما معا وينظر الى موقع مرى العضادة من اصابع الظل ويحفظ عددها ثم ليحرك العضادة حتى تزداد تلك الاصابع اصبعا واحدا ويتركها على وضعها ويتأخر عن مقامه الى الوراء على استقامة العرض الذى فاسه الى ان يبلغ موضعا يرى فيه من الثقبتين ما رآه اولا من ذلك الشط ويمسح ما بين موضعى القياسين ويضربه فى المحفوظ فما بلغ فهو مساحة عرض الوادى •

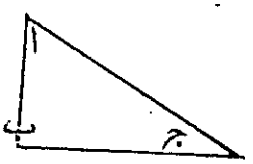
والذى يكون فوق سطح الافق كاعمدة الجبال ومواضع القلاع منها والقباب والاهرام والمنارات اذا ادركت اعاليها بالابصار وهى على قسمين اما ان يصل الماسح الى اصول اعمدتها أعنى مسقط احجارها واما ان لا يصل اليها •

فاما القسم الأول فان ظلالها متى ما مسحت وقت مساواة ارتفاع الشمس عن الدور كان ما بين طرف الظل وبين مسقط حجر ذراها مساوية لأعمدتها وان لم يتفق وجود ذلك الارتفاع وضع مرى العضادة على خمسة واربعين جزءا ثم طلب بالتقدم والتأخر موضع يرى ذروة العمود منه بكلتى ثقبتى الهدفتين فاذا وجد مسح ما بين الموقف الى اصل العمود وزيد عليه مقدار العامة فتجتمع مساحة العمود •

وعلة ذلك ظاهرة لتنصيف الخط الشعاعى اوالبصرى الزاوية

القائمة التى تحيط بها قاماتنا والخط الخارج من عندها فى سطح الافق الى أصل العمود وان شاء وقف منها اى موضع اراد وكأنه من عمود ـ اب ـ عند نقطة ـ ج ـ من الارض واجتهد فى اقامة ج ـ مقام مركز الاسطرلاب باللصوق بالارض اوالقيام فى حفره فيها بعمق القامة ثم يعلق الاسطرلاب بيمناه منسدلا ويقابل تربع الارتفاع ذروة الجبل وينظر من ثقبى العضادة بين واحدة حتى يراها بهما معا وينظر الى مريها الأسفل على كم وقع من الظل ويمسح ما بين ذلك الموضع وبين اصل العمود اعنى ـ ج ب ـ ونسبته الى اب ـ معلومة لانها كنسبة ذلك الظل الموجود الى المقياس فلذلك اذا ضرب مساحة ـ د ب ـ فى المقياس وقسم المجتمع على الظل الموجود خرجت مساحة عمود ـ اب •

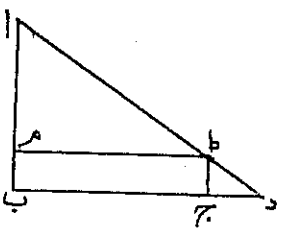
ش — ٥٥



ومن هذا الفن ما ذكره برهمكويت فى مقالة الحساب من براهم سدها نده هكذا، اذا كان سراج على منارة طولها مائة اصبع واما مها على مائة وعشر اصابع مقياس مقداره اثنى عشر اصبعا واردنا مقدار ظله فانا نضرب المائة والعشرة فى الاثنى عشر ونقسم المجتمع على ثمانية وثمانين فتخرج خمسة عشر وهى ظل المقياس.

فلتكن المنارة — اب — والمقياس — ج ط — وظله — د ج ونخرج — ط م — موازيا — لد ب — فتكون مائة وعشرة اعنى مساويا — لج ب — وتكون — م ا — ثمانية وثمانين ونسبة — ط م — الى م ا — كنسبة — د ج — المطلوب الى — ج ط.

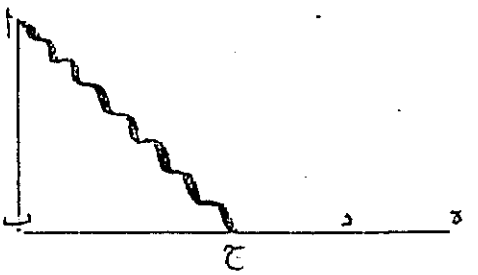
ش — ٥٦



واما القسم الثانى الذى لايوصل الى أصله فيمسح من عنده كعمود — اب — الكائن داخل جبل — اب ج — وما اشبه مما يمتنع الوصول الى مسقط حجره لحول السفوح اوالحصون بينه وبين الماسح فلتكن الأرض المستوية التى تقرب منه — ج د ه — ويزاد مساحة كل واحدة من — اب — عمود الجبل و — د ب — ما بين موقف

المريد وبين اصله فنقيس ظل ارتفاع ذروة ـ ا ـ فى موقف ـ د بحسب ماتقدم من شرائط القياس ونحفظه .

ش — ٥٧



ثم نتأخر أو نتقدم على ذلك الموقف الى آخر وليكن ـ ه ـ بعد ان يكون ذلك التقدم او التأخر على الخط المستقيم الواصل بين مسقط حجر الذروة وبين الموقف الأول ويعمل فى هذا الثانى ماعمله فى الأول حتى يعلم الظل الثانى ايضا ويمسح مابين الموقفين بالأذرع أو بما شاء من مقادير المساحة ويضرب ماحصل من ذلك فى اقسام المقياس ويقسم المجتمع من الضرب على فصل مابين الظلين وتخرج مساحة عمود الجبل بالمقدار الذى به مسح مابين الموقفين ثم يضرب ايضا الموجود بين الموقفين بالمساحة فى الظل الاول الموجود فى موضع ـ د ـ ويقسم المبلغ على فضل مابين الظلين فتخرج مساحة مابين الموقف الأول وبين اصل عمود الجبل وذلك لان نسبة ـ ه د ـ على انه فضل مابين الظلين الى ـ ا ب ـ على انه المقياس كنسبة مساحة ـ ه د ـ الى مساحة ـ ا ب ـ على انه المقياس

وكذلك

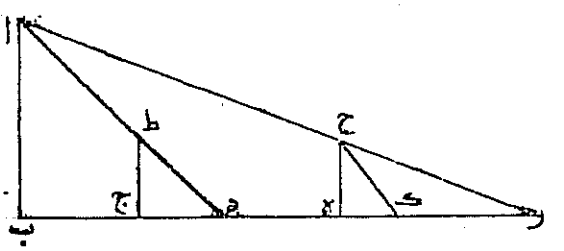
وكذلك نسبة ـ ه د ـ على انه فضل ما بين الظلين الى ـ د ب ـ على انه الظل الأول كنسبة مساحة ـ ه د ـ الى مساحة ـ د ب ـ وذلك ما اردنا ايضاحه •

ومن هذا الفن ما ذكر بر هكويت في الكتاب المذكور هكذا، اذا كان سراج على منارة بيننا وبين اصلها حاجز وبالقرب منها مقياس طوله اثنا عشر اصبعا ووراء ظله مقياس آخر بذلك المقدار ظله ثمانية عشر اصبعا ومن رأس الظل الاول الى اصل المقياس الثاني سبع اصابع ويزيد طول المنارة فيجمع الظل الثاني الى السبعة فليبلغ خمسة وعشرون وهو الأصل ويلقى اصغر الظلين من اعظمهما فيبقى جزأ القسمة ثلاث اصابع ثم يضرب الاصل في كل واحد من الظلين وليقسم كل واحد من المجتمعين على جزأ القسمة فيخرج ما بين اصل المنارة وطرف ذلك الظل فنضربه في المقياس ونقسم ما اجتمع على ذلك الظل فيخرج طول المنارة ـ ا ب ـ والمقياس الاول ـ ط ج وظله ـ ج د ـ والمقياس الثاني ـ ح ه ـ وظله ـ ه ز ـ ونخرج ح ك ـ على موازاة ـ ا د ـ فيكون ـ ز ك ـ فضل ما بين الظلين وهو جزأ القسمة •

فاما الاصل فانه ـ زد ـ مجموع ـ زه ـ ه د ـ فلتشابه مثلثي زح ه ـ ز ا ب ـ تكون نسبة ـ ب ز ـ الى ـ زه ـ كنسبة ـ هح المقياس الى ـ ا ب ـ المنارة ولتشابه مثلثي ـ د ط ج ـ د ا ز

نسبة ـ ب د ـ الى ـ د ج ـ كنسبة ـ ج ط ـ المقياس الى ـ ا ب المتارة فالنسبتان متساويتان وبعد الأدال تكون نسبة ـ ز ب الى ـ د ب ـ البعدين كنسبة ـ ز ه ـ الى ـ د ج ـ الظلين فنسبة ز ك ـ فضل ما بين الظلين المسمى جزأ القسمة يكون بالتفصيل الى د ج ـ اصغر البعدين ويكون بانقلب الى ـ ز ه ـ اعظم الظلين كنسبة ـ د ز ـ الاصل الى ـ ز ب ـ اعظم البعدين •

ش ـ ٥٨

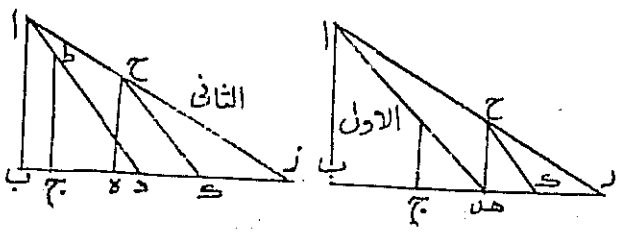


ولهذا الذى ذكر وضعان آخران ينتصب المقياس الثانى فى أولهما على طرف الظل الأول فيبطل الأصل وتصير قسمة الظلين على جزئها وتكون مقدار الظل الثانى على قياس ذلك سبع عشر اصبعا وجزءا من اثنين وعشرين من اصبع وينتصب فى الآخر على الظل الاول نفسه فيكون الاصل فضل ما بين ـ زه ـ د ه بدل مجموعهما كان هناك واذا فرضنا ـ ه د ـ سبع اصابع كان

ظل ـ ه ز ـ تسع اصابع وجزء من اثنى عشر من اصبع وهذه صورة الموضعين •

واما الذى يكون تحت سطح الافق فينقاد بمثل ماذكر برهمكويت اذا توهم ـ ب ـ السفل و ـ ب ج ـ العمق وخشبتا ح ط ـ ه ح ـ متساويتان وموازيتان لسطح الافق و ـ د ز موقفان للناظر الى ـ ا ـ وهو موضع معين مفروض فى العمق و ـ ب ه ـ ز ـ فى نظام خط مستقيم قائم على سطح الافق بل ان قيس فى احد هذين الموقفين بالاسطرلاب موضع ـ ا ـ على ان يكون ربع الظل نحوه وجعل الموقف الثانى بحيث يتفاوت فيه الظل اصبعا قام ـ ا ب ـ مقام عمود الجبل والعمق مقام البعد عن اصله فعلم بمثل ماتقدم ، وانا فى عمل كتاب جامع فى الارشاد الى معرفة الابعاد ارجو ان يستوفى جميع اقسامها ويحتوى على ما اتصل بى من اقاويل اصحاب الصناعة فيها •

ش ـ ٥٩



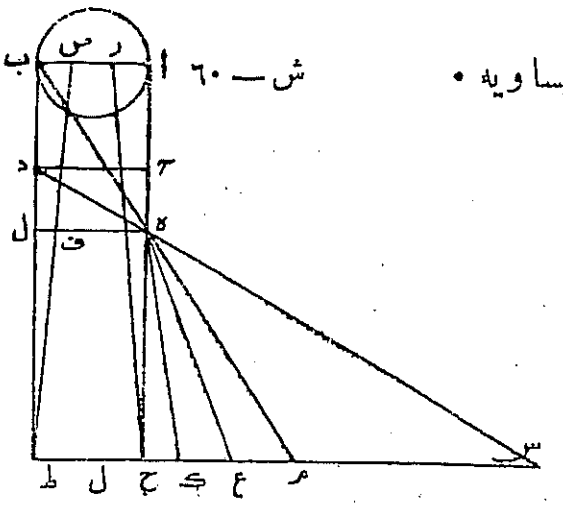
الباب التاسع والعشرون

فى الابعاد السماوية التى ترجع فيها الى الاظلال

ربما لم نقتصر فى تعرف المسافات على ما فى العالم السفلى فتجاوزنا الى ما تدركه ابصارنا فى العالم العلوى وخاصة اذا كان دلنا فيها علمنا ذا نور باهر يظهر للاشخاص غير المشفة فيه ظل فليكن ـ اب قطر ما يظهر من جرم الشمس و ـ س ط ـ سطحا مستويا بازاء الشمس و ـ ه ز ـ شخصا مظلا موضوعا ارفع من وجه الارض وقطر ظله المرصود ح ط ـ وليكن ايضا ـ ه ز ـ بعينه قطر ثقبه و نخرج ـ ب ه م فيكون ـ م ـ منتهى شعاع الشمس الداخل من كوة ـ ه ز وليكن ـ ل ـ منتصف ظل ـ ح ط ـ فمهما صيرنا مسافات ـ ل ح ل م ـ ه ز ـ ه ك ـ معلومة كان بعد الشمس من الارض وقطرها معلومين .

وذلك ان مثلث ـ ه ك م ـ القائم زاوية ـ ك ـ تكون معلوم الاضلاع ونخرج ـ ه ع ـ موازيا ـ لب ط ـ فنفصل ـ ع ط مساويا ـ له ز ـ و يبقى ـ م ع ـ معلوما ونسبته الى ـ م ه كنسبة ـ ط م ـ الى ـ م ب ـ فم ب ـ معلوم ومثلث ـ ط م ب معلوم الاضلاع وعمود الخارج من ـ ب ـ الى ـ س ط ـ هو بعد الشمس فهو معلوم ونسبة ـ ط ز ـ الى ـ ز ف ـ نصف فضل ما بين ح ط ـ ه ز ـ كنسبة ـ ط ب ـ الى ـ ب ص ـ فب ص ـ معلوم

وان ـ يساويه •



ش ـ ٦٠

فاذا زيد على مجموع ـ م ب ان ـ مقدار ـ ح ط ـ اعنى ص ن ـ اجتمع ـ ك ل ـ وهو قطر الشمس وعلى مثله الحال فى بعد القمر وقطره لانه اذا كان ـ ح د ـ كان ظل شخص ـ ه ز ـ منه ح ط ـ ولكن من اجل انه اقرب الى الارض من الشمس يدخل شعاعه فى كوة (١) على مثال ـ د ه س ـ ويصير مثلث ـ ه س ك بدل مثلث ـ ه م ك ـ فى الشمس ومثلث ـ ه س ع ـ فيه بدل مثلث ـ ه م ع ـ فيها وسائر الاحوال على هيئتها، وايضا فان كل واحد من مثلثى ـ ه ك م ـ ط ف ز ـ معلوم الزوايا لان اضلاعهما معلومة فمثلث ـ م ط ب ـ كذلك معلوم الزوايا وفيه ضلع ـ م ط ـ معلوم فهو معلوم الاضلاع وعموده من عند ـ ب ـ على استقامة ـ س ط ـ هو البعد المطلوب وما بين ـ ط ـ وبين مسقط حجره مجموعا الى ـ ط ل ـ هو نصف قطر الشمس ولكن

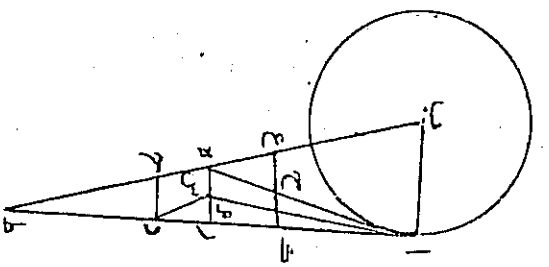
(١) هنا خرم فى الاصل

هذا بالمزاولة دون التوهم فى غاية الصعوبة التى تقتضى زوال الثقة •

وطريق بطليموس فى معرفة بعد الشمس هو بالظل ايضا وهو انه لما حصل بعد القمر باختلاف منظره ولم يتأت مثله فى الشمس ووجد كسوف الشمس التام غير ماكث فى الحس جعل للمثال ا ب — نصف قطر الشمس و — ز ه — نصف قطر الارض ونصف مخروط الظل — ز ه ط — ز ع ح — نصف قطر القمر — فح ع ه نصف مخروط ظل القمر وقد حصل بالكسوفات القمرية قطر الظل فى موضع ممر القمر فنصفه — د ج — معلوم وفضل ما بينه وبين نصف قطر الارض وهو — م ز — معلوم و — د م — بعد القمر معلوم فمثلث ز م د — معلوم الاضلاع ومثلث — ز ه ط — يشابهه وفيه — ز ه معلوم فهو ايضا معلوم الاضلاع — فه ط — بعد طرف الظل من مركز الارض معلوم ونسبة — ط ه — الى — ه ز — كنسبة — ط ع الى — ع ك — فع ك — معلوم ولكن — ع ح — عنده محصل بالكسوفات القمرية فيبقى — ح ك — معلوما ونخرج — ك س موازيا — لح ه — فيساويه ولذلك يكون معلوما ونسبة — ز س فضل ما بين — زه — ع ح — الى — س ك — كنسبة — ز ه — الى ه ا — فه ا — بعد الشمس عن الارض بالتقريب معلوم ونسبة — ه ح — الى — ح ع — كنسبة — ه ا — الى — ا ب — نصف قطر الشمس فهو اذن معلوم •

وسنستوفى

وسنستوفى طرق ذلك فى الكتاب الموعود ونحل مايلحقه من الشبهة والشكوك . ش — ٦١

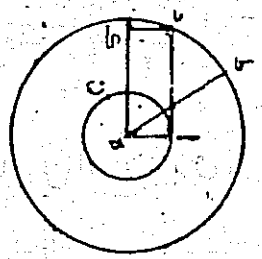


وقد ذكر سنان بن الفتح بابا فى معرفة بعد القمر عن الارض فقال ارصد ظل القمر فى نصف النهار واستخرج ارتفاعه منه واحسبه ايضا بالحساب واقسم الجيب كله على فضل ما بينهما فيخرج بعد القمر عن الارض وبعد ما تقدم ذكره مما فى ظل القمر من مباينة ظل الشمس فى النسبة الى المقياس، فلتكن اوجهه دائرة ط د ج — فلك نصف النهار فى كرة القمر ودائرة — اب للارض على مركز — ه — وليكن — ه ج — سطح الافق الحقيقى و — ا د — موازله مماس للارض على مسكن — ا — فان فرضنا — ط جرم القمر كان ارتفاعه فى فلك نصف النهار، اما المرى فقوس د — ط —، واما المحسوب فقوس — ج ط — والفضل بينهما — ح د ونسبة — د ك — جيبه الى — د ه — على انه الجيب كله كنسبة — د

ك ـ على انه واحد لمساواته نصف قطر ـ ا ـ الى ـ د ه ـ على انه بعد القمر باضعاف هذا الواحد فهو اذن بذلك معلوم •

ومضروب الجيب كله فى نصف قطر الارض هو هو بعينه فقسومه على جيب الفضل يكون البعد المطلوب ،

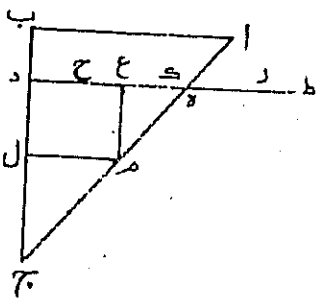
وكأنه سقط من عمل سنان ذكر التجييب فان الأمر فيه ظاهر جدا • ش ـ ٦٢



واليه ذهب ابو يوسف الكندى فى رسالة له مقصورة على بعد القمر وأخذ قوس ـ ع د ـ معلومة من غير ان يذكر شيئا من رصد الارتفاع وحسابه ولم يزد على سنان بغير ذكر العمود بالرومية وهو قائيط (١) وطريق بطاميوس فى استخراج بعد القمر لوقت مفروض ثم استخراج ابعاده فى سائر الاوقات هو هذا، ولكن مما شبه بحقيقة ويظن منه ان لا طريق الى معرفة بعده بغير اختلاف منظره وهو ممكن من جهة كسوفه بظل الارض الذى نصفه ـ اب

(١) كذا فى الاصل

ج ـ و ـ ب ـ مركز القاعدة فاذا اتفق للراصد فى بعد واحد من الارض معلوم باجزاء قطر الفلك المائل وليكن ـ ب د ـ كسوفا للقمر مختلف المقدار كان عرض القمر فيها عنده معلوما وليكن على دائرة ـ د ط ـ اما الكسوف الكائن على ـ ز ـ فمقدار ـ ه ح ولنفرضه للمثال ثلث قطر القمر واما الكائن على ـ ط ـ فمقداره ـ ه ك وليكن خمسا بالفرض ومخرج الثلث والخمس من خمسة عشر وفضل ما بين الخمس والثلث اثنان ونسبة الاثنين الى الخمسة عشر كنسبة ك ح ـ فضل ما بين المنكسفين المساوى ـ ا ط ز ـ فضل ما بين العرضين الى قطر القمر بالمنظر فى بعد ـ ب د ـ معلوم و ـ ه ز ـ معلوم سدسه معلوم ففضل ما بين هذا السدس وبين عرض ـ ز د وذلك ـ ه داعى نصف قطر ظل ٠ ش ـ ٦٣



ثم اتفق له مثله فى بعد آخر معلوم وليكن ـ ب ل ـ صار م ل ـ نصف قطر الظل فيه معلوما و ـ د ل ـ فضل ما بين بعدى

ب د ـ ب ل ـ معلوم ونسبته الى ـ ع ه ـ فضل ما بين ـ ه د ـ م ل كنسبة ـ ح د ـ الى ـ د ه ـ فح د ـ معلوم فكل ـ ب ج ـ معلوم ونسبته الى ـ ب ا ـ كنسبة ـ ح د ـ الى ـ د ه ـ فاب ـ معلوم باجزاء ـ ب ج ـ ثم اذا جعل ـ اب ـ واحدا صار ابعاد القمر وسهم مخروط الظل به معلوما وذلك ما اردنا ان نبين ٠

الباب الثلاثون

فى ذكر اشياء تتصل بالظل ولم تشبه بما تقدم

من طالع ما فى هذا الباب وما فيه من البقايا غير الصالحات علم ان ليس دون الدردى غير تمام الاستيفاء لكل ما فى الدن وفى المسائل المطارحة التى يتدرب بها متعاموا الهند مسئلة فى المطال شبيهة بما نحن فيه ، وهى قولهم اذا كان قطر جتر (١) اربعة اذرع واردنا ان نعلم البعد الذى اذا رفعناه اليه بطل ظله ـ وجوابهم انا نضرب اذرع قطر تلك المظلة فى ربع اجوت فيجتمع اذرع البعد المطلوب فى رفعه واجوت عبارة عند حسابهم عن العشرة الآلاف فكأن الضرب يكون فى الفين وخمس مائة وعلى هذا يجب ان تكون نسبة قطر الشمس الى سهم المخروط الذى رأسه منقطع ظل الارض نسبة الواحد الى ستمائة وخمسة وعشرين ٠

والذى وجده بطليموس منها هى نسبة الواحد الى مائة واربعة وثلاثين بالتقريب لان بعد الشمس عنده عن الارض الف

ومائتان وعشرة اضعاف لنصف قطر الارض وسهم مخروط الظل مائتان وثمانية وستون ضعفا له وقطر الشمس احد عشر ضعفا له فعلى موجب اصل بطاميوس يجب ان يكون ارتفاع الجتر مائة واربعة وثلاثين مرة مثل قطره حتى يبطل ظله فيكون فى مثالهم خمس مائة واربع وثلاثين ذراعا فكأنه سقط من عملهم قسمة بعد الضرب فان كانت فعلى ما يقارب التسعة عشر، والعيان الذى ذكرنا انه تعسر مباشرته بالعمل دون الوهم اقرب الى ما عليه بطاميوس فانا نصبنا هدفة على مسطرة طولها خمسة اذرع لنعتبر ما تقدم ذكره فى الباب الذى قبل هذا ورصدنا ظل الهدفة على اخرى مثلها فى الطرف الآخر كما رصدنا ضوء ثقبه العليا على سفلاهما ونقلنا المقادير الى اعداد لتصح ولا تنكسر ٠

فاما عداد المسطرة فيما بين الهدفتين فهو ٦١٤٤ وعرض الهدفة ١٦٤ وظلها ١١٦ ينقصان ٤٨ فانقطاع الظل على ٢٠٩٩٢ من عند الهدفة فعلى هذه النسبة اذا كان قطر الشمس احد عشر ضعفا لنصف قطر الارض كان منها الى منقطع ظل الارض ١٤٠٨ منها الظل ٢٥٦ ويبقى لبعد الشمس ١١٠٢ ينقصان ٥٨ عن الاضعاف التى ذكرها بطاميوس على انها ان كانت عنده لبعدها الاوسط فاضعاف بعدها الاقرب يكون ١١٦٣ ويصير نقصان ما وجدناه عشرة اضعاف فاما عدد قطر الثقبة فانه ١٨ وعدد ضوئها ٥٩ فاذا كانت الثقبة مساوية

للهدفة كان ضوؤها خمس مائة وسبعة وثلاثين وخمسة اتساع فاذا صيرنا الاعداد المتقدمة كلها اتساعا للتصحيح صار عدد المسطرة ٥٥٢٩٦ وعدد الهدفة ١٤٧٦ وعدد ظلها ١٠٤٤ وعدد الثقبة المساوية للهدفة ١٤٧٦ وعددضوئها ٤٨٣٨ فالنسب من هذه الأعداد معلومة ومن اراد استعمال المقادير فيها فانى استقل اضاعة الزمان فيها من صبابة العمر فقد نصصت على مقدار المسطرة وانها بالاصابع مائة وعشرون واصابع نصف قطر الارض بالتقريب ٣٢١٥٦٣٦٣٦ .

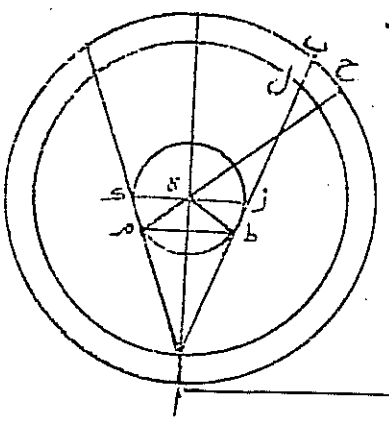
ولنتدوج منها الى معرفة بعد الشمس ومنه الى بعد القمر فى موضع كسوفه التام بالامكث الى ان نرصد من القمر نظائر ماذكرناه فى الشمس .

ومن اشباه هذا الباب ان بعد الشمس دائم الاختلاف فيما بين حديه الاعظم عند الاوج والاصغر عند الحضيض فيتصاغر سهم المخروط وقاعدة الظل ويتعاظمان والى مقدار النور والظامة عن وجه الارض، ذهب الفزارى فى قوله فى زيجه لما كانت الشمس اعظم من ارض كان ما بقى منها اكثر من نصفها .

فاذا اردت ان تعلم فضل ذلك على نصف الارض فاضرب دقائق نصف فلك الشمس فى عدد فراسخ احاطة الارض وهى ٦٥٨٣ واقسم المبلغ على ٢١٦٠٠ فيخرج عدد الفراسخ التى بها يجاوز الضوء منتصف الارض فى ذلك اليوم .

ولعلة هذا العمل فليكن فلك الشمس ـ اب ج ـ على مركز ـ ه ـ ودائرة الارض ـ ح ط م ـ ونفرض كل واحد من اب ـ اج ـ بمقدار نصف فلك الشمس اى قطرها ونخرج ـ ب ط ز ـ ج م ز ـ فيكون سهم المخروط ـ اه ز ـ ونخرج للارض قطرها وهو ـ د ه ك ـ قائما على السهم ونصل ـ ه ط ـ ه م ـ بين المركز وبين موضعى الماسة فيكون قطر قاعدة الظل وتر ـ ط م ـ ولقيام زاويتى ـ زط ه ـ د ه ج ـ يتشابه المثلثان ويتساوى زاويتا ـ ط زه د ه ط ـ وقوس ـ د ط ـ بمقدار زاوية ـ د ه ط ـ فزاوية ـ ط زه ـ على ضعف القوس الشبيهة بها من الدائرة المخطوطة على مركز ه ـ ويبعد ـ ه ز ـ وتلك قوس ـ ل س ـ ونخرج ـ ه ل ع ـ فيكون اع ـ ما يشابه ـ لس ـ من فلك الشمس لكن الفزارى مكانها (١) ـ اب ـ فصارت نسبة دقائقه الى دقائق جميع الدور كنسبة ضعف ـ د ط ـ اعنى مجموع ـ د ط ـ ط م ـ الى دور الارض لكن د ح ك ـ نصف دور فمجموع القوسين المذكورتين هما فضل القطعة المستنيرة على المظلمة .

ش ـ ٦٤



(١) كذا فى الاصل .

واما الفراسخ المذكورة فيجب ان يعلم ان الهند يقدرون المسافات ببعد يقدرونه يسمونه جورڤن ومعياره من مقادير نافرسخان وثلثا فرسخ من اجل ان اذرع كل جورڤن هى ثمان وثلاثون ألف مقدرة بمقدار آخر لهم يسمى كروه وهو فيه ثمانية وكل كروه هو مسا وليل من اميالنا .

ويزعم برهمكويت ان تدوير الارض بالجورڤنات خمسة الف وقطرها الف وخمسمائة واحد وثمانون بالتقريب .

ويزعم بلس ان قطر الارض بها الف وستمائة وتدويرها خمسة آلاف وستة وعشرون .

فوجه ماذكر الفزارى من فراسخ الارض مع مخالفته كلا القولين انه سمع بقول بلس فأخذ به ثم علم وعمل كما ذكر فى زيجه على ان فرسخ الهندستة عشر الف ذراع واراد نقل عدد الجورڤنات الى الفرسخ المذروع باثنى عشر الف ونقصانه عن الاول بربعه فزاد على ماذكر بلس ربعه وهو ١٢٥٦ فحصل له ماذكر من فراسخ الدور من غير تحقيق لموضوعات القوم ، وعلى كل حال فهو اقرب الى الصواب من امثاله الذين سمعوا كسماعه اسم المجسطى ولم يعانوا شيئا منه فبعض يزعم انه اختصر من السند هند وآخر يثبت حسابات كهذيان المصروعين وينسبها اليه ، فقد شاهدت زيجا لم يذكر فيه اسم صاحبه وقد تضمن هذا العمل فى معرفة طوق

الشمس من المجسطى زعم •

ثم قال زد على مربع الظل مائة واربعة واربعين وخذ جذر المبلغ فيكون قطر الظل للوقت واقسم عليه ٤١٢٥٦ فتخرج دقائق طوق الشمس فان شئت فاجعل بعد الشمس جيبا منكوسا من دقائق الوتر وهى ٣٤٣٨ وانقصه منها فيبقى عمود الساعة وان شئت فاجعل ارتفاع الساعة جيبا من دقائق الوتر فيكون طوق الشمس فاضربه فى ثلاثة وعشرين واقسم ما بلغ على ستين فيخرج عمود الساعة وبه يعرف اختلاف الزيجات والتاريخات •

فاما العمل الاول من اعماله فمعلوم مما تقدم ان مضروب المقياس فى الجيب كله اذا قسم على قطر الظل للوقت يخرج جيب ارتفاع الشمس فى ساعة القياس وهذا هو الذى نقسمه فانه مضروب اثنى عشر فى ٣٤٣٨ دقائق الجيب كله عند ارجيهد وقد اخذها على نسبة القطر الى السدورفا الذى سماه طوق الشمس هو جيب الارتفاع للساعة •

واما العمل الثانى فبعد الشمس فيه هو ميلها ودقائق الوتر عبارة عن الجيب كله وفضل ما بينه وبين الجيب المنكوس للميل هو جيب تمام الميل اعنى نصف قطر مدار الشمس فاسم طوق الشمس به اولى واسم عمود الساعة بجيب الارتفاع اولى •

واما العمل الثالث فليس الا لتحويل جيب ارتفاع الساعة

من مقدار ١٥٠ الى الذى عند ارجيهد الا انه يتحول بماذكر الى ٣٤٥٠ وهو مقدار مخالف لكلى جيبى ارجيهد وبرهمكويت فانه عنده ٣٢٧٠ وذلك ان المائة والخمسين لا تعد الثلاثة آلاف والاربعمائة والثمانية والثلاثون ثلاث وعشرون مرة وانما تعدها اثنان وعشرون مرة وثلاث وعشرون جزءا وخمسة وعشرون مرة .

ثم قال ومثاله انا اردنا الاختلاف بين زيجى السند هند والشاه فلأن السند هند موضوع على القبة وطولها تسعون ووتره مائة وخمسون ضربناه فى ثلاثة وعشرين وقسمنا المجتمع على ستين فخرج ـ ب زل ـ حفظناه ولان الشهريار ان موضوع على بابل فى طول ثمانية وسبعين وعرض ستة وثلاثين وهو الاقليم الرابع وارتفاع الحمل فيه ـ بد ـ ووتره ـ قكب ـ ضربناه فى ٢٣ وقسمنا المبلغ على ٦٠ فخرج ـ مومو ـ اخذنا فضل ما بينه وبين المحفوظ فكان ـ ى مد ـ وقوسناه بان ضربناه فى احد عشر وقسمنا المجتمع على سبعة فخرج ـ بو نب ـ جعلناه وترا فكان ـ ه مج يو عزلناه ثم جعلنا عرض بابل ساعات بالقسمة على خمسة عشر فخرج ساعة وخمسا ساعة تسير فيها الشمس ـ ه ه ك ـ زدنا على المعزول فاجتمع ـ ه مط ـ وجعلنا بعد بابل من القبة ساعات فكان اربعة اخماس ساعة تسير الشمس فيها ـ ه ا ز لو ـ جمعنا بين المسيرين فبلغ ـ ه با ـ وهو ما بين الزيجين .

ومعلوم انه قصد تحويل جيب ارتفاع الحمل فى كل واحد من الموضعين من جيب جزأين ونصف الى جيب سبعة وخمسين جزأ ونصف لنأخذ فضل ما بينهما •

وما بعد ذلك اصوات لا كلام اذا التفاوت بين الاوساط اذا كان بحسب افلاك نصف النهار ولم يكن للعروض فيها مدخل •

واذا كان بحسب الآفاق لم يثبت مقداره فى اجزاء الجهة الواحدة واختلف فى الجهتين بالزيادة والنقصان فلا فائدة فيما ذكر ولا محصول له ولا اقل من ان كان يسأل عن بابل اين هى حتى لا يدخلها فى الاقليم الرابع ولا ينقلها من بغداد الى نيسابور ولو لم يكن الاكثر فى كل صناعة على هذه الصورة لما فاز اقلهم بالمدح والحمدة والتنجيم مختص بوفور هذه الخصلة وقسمة الاحكام اولى بها •

فان رمت الوقوف على صحة ذلك فاعرف محل ماشاء الله من القوم واسمع لاعترائه الى كتاب منسوب الى هرمس لتعرف بالخمسة والثمانين بابا ثم ارجع الى الكتاب فاى مضمونه يونسك فى الخلوة ويغنيك عن التناهى بالمسلسلين فى البيمارستانات اذا كان مزاجك معتدلا ومقدرك صحيحا •

ومثال ذلك من سنى الكواكب فيه وهى اعداد مفروضة لكل واحد منها ازحن اثنان وثلاثون وللمشترى ضعف ذلك وللمريخ

مثله ومثل نصفه وللشمس مثل ما للريخ ومثل نصفه وللزهرة مثل ما للريخ ومثل ربعه ولعطارد احدى وخمسون وللقمر ثلاثة وثلاثون ويجوز ان يختلف باختلاف النسخ، ولا فائدة فى ذلك وانما الشأن فيما بعده فقد قيل فيه انها موضوعة لوسط الارض وللبلاد التى تحاذى محور الشمال ثم يعدل للبلاد التى تتفق المواليد فيها على قدر بعدها من محور الشمال وينقص التعديل منها اذا كانت اقرب الى المشرق ويزاد عليها اذا كانت اقرب الى المغرب والطول كله مائة وثمانون جزأ ومحور الشمال على تسعين منها فنص على استعمال التعديل للبلاد بحسب اوساط الكواكب اذا كانت موضوعة للقبة ثم كذب فيما يتلو ذلك من استخراج التعديل وذلك انه امر بأن ينقص ارتفاع رأس السرطان نصف النهار من تسعين جزأ ويضرب الباقى فى مائة وخمسين ويقسم المجتمع على ٣٦٠ فيخرج جيب يجعل قوسا فان كان ظل الاستواء فى البلد اكثر من سبع اصابع نقص ما حصل من القوس من سنى كل كوكب وان كان اقل زيد عليها فتصير معدلة للبلد المفروض والاصابع السبع المذكورة فى شريطة ظل الاستواء هاهى وفى تعديل فصل المطالع لزيج الاركند صادرة عن طبع واحد او طبعين متناسبين وليس التباعد عن فلك نصف النهار للقبة بمزيل سمت القطب نحو المشرق او المغرب .

وانما ذلك هو احسن ممن يعتقد فى الارض استواء السطح

وفى انتصاب القامات التوازى ، وذلك من الضلالة اوقع من امر الزوال فى طرفى النقيض حتى ان بعضهم يظن بوقت نصف النهار انه واحد فى جميع المعمورة فيقيس قياسا مبنيا على مقدمات كاذبة تقتضى به نتيجته الى الانحراف فى الصلوة عن الوجهة الحقيقية •

وبعضهم يربى على اصحاب هذا العلم فى ايجابهم اختلاف نصف النهار فى البلدان ويراه فيما هو اقصر من عشر خطى كالمسمى احمد بن سلمان فى قوله ان مما يعرف به زوال الشمس على تأويل قول معاوانك اذا اخذت عودين مستويى الطول والعرض ونصبت احدهما حيال القبلة والآخر عن يسارها ونظرت الى ظليهما فان كان ظل المستقبل اكثر من ظل الايسر فقد زالت الشمس وان كان ظل الايسر اكثر فانها لم تنزل •

وما اظن صاحب الكلام الاوقد اقتبس هذا ظليهما فى نور سراج غير متباعد عنهما وهكذا يكون حال كل خارج اذا انسلق من ظهر البيت ولم يأته من بابه، ولكتاب الخمسة والثمانين كتاب مثله يتلوه ذكر فيه تعديل درجة الطالع باتساع المشارق فى البلد اذا اريد استعمالها فى معرفة الاعمار، وهو ان يراد مليها على تمام عرض البلد ان كان شماليا وينقص منه ان كان جنوبيا ويوجد ربع الحاصل فان كان ظل الاستواء فى البلد اقل من سبع

اصابع نقص ذلك الربع من درجة الطالع وان كان اكثر زيد الربع عليها فتحصل درجة الطالع •

وهو من العجائب ولم اقل ذلك قدحا فى هرمس فانه الحال من الحكمة محلا كان اليونانيون يعدونه فى الانبياء وهو ناقل علوم الكلدانيين الى مصر والكلدانيون اهل بابل ممن لا يخفى حالهم فى العلوم حتى سموا بالسحرة وان لم يحصل لنا من علومهم سوى رأيهم فى حركة الفلك الذى ينبئ عن عناية متصلة برصدها الوف سنين وسوى ما يحكيهم عنهم اهل الارصاد بطاميوس وغيره ولكن لكتب هرمس وكتب الكيميا والطلسمات آفة هى انتداب المموهين لعملها وتقليدها يعزو (١) فى الحكماء والاقدام منهم اولى بذلك لخفاء اخباره ببعد عهده ثم الموسوم بالتنميس احرى به لاقتران الالغاز والرموز بكلامه، واظن هذا القدر فى تعرف امور الاظلال كافيا، وعلى تصحيح الاوقات فى الآلات بالاظلال معينا •

والله تعالى الموفق والمحمود عند مفتتح كل مقالة ومختتمه، بحمد الله وعونه

تم افراد المقال فى امر الظلال

تصنيف ابى الريحان محمد بن احمد البيرونى رحمه الله

وفرغت من تعليقه بالموصل فى ذى الحجه سنه ٦٣١

ولله الحمد وصلى الله على محمد وآله

---

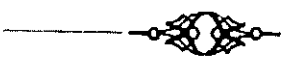
(١) كذا فى الاصل.

رسالة

تمهيد المستقر لتحقيق معنى المهر

للعلامة ابى الريحان محمد بن احمد البيرونى رحمه الله تعالى

المتوفى سنة اربعين واربعمائة من الهجرة



الطبعة الاولى

بمطبعة جمعية دائرة المعارف العثمانية

حيدرآباد الدكن

صانها الله تعالى عن جميع البلايا والشرور والفتن

سنة ١٣٦٧ هـ
١٩٤٨ م

تعداد الطبع ٥٠٠ / ١٣٥٧ ن

بسم الله الرحمن الرحيم

قال ابو الريحان رحمه الله

الممر فى اللغة مشتق من الاجتياز يقع على نفس الفعل وعلى المكان الذى يوجد فيه من الفاعل فربما حمل على المرور نفسه وربما حمل على موضع المرور والى كليهما يذهب المنجمون فى استعماله ثم ينفردون باتباعه على معنى فى صناعتهم يسمونه خارجا عن قانون اللغة واذا لاثير جرم ذو ثلاثة ابعاد والطول من بينها طول من العرض فى التعارف لكن الدائرة العظمى على الكرة تكون اطول مسافاتها المنتظمة فالطول فيها اذن هو منطقة حركتها والعرض هو المعترض على الطول فهو اذن فى الكرة ما بين منطقتها وبين كل واحد من قطبيها والسمك بالضرورة هو ما بين نهايتى الاثير من قطر الكرة واحدى هاتين النهايتين هى السفلى اعنى تقعير فلك القمر والاخرى هى العليا التى هى تحديب المستدير عند تناهى الموجود وفناء الوجود والممر المذكور فى التنجيم يتناول كل واحد من الابعاد الثلاثة ٭

ذكر الممر الطولى

ومن اجل ان الحركات البسيطة الاولى فى السماء اثنتان غربية وشرقية والممرفى الكواكب قليل الاتصال بالغربية منهما فليس يمر بهما كوكب على آخر، وانما يقال ان الكوكب يمر بهما على موضع كوكب آخر اويجرى على سمته وسننه اومنحرفا عنه نحو يساره اويمينه فان وافيا معا احدى دائرتى الافق وفلك نصف النهار وهما مختلفا الميل عن معدل النهار قيل فى الافق انهما يطلعان معا اويغربان معا وقيل فى فلك نصف النهار انهما يتوسطان السماء، معا وان كانا متفقى الميل فى المقدار والجهة لم يكن بد من تغاير وقت طلوعيهما وغروبيهما وبوسطيهما السماء فى جميع الاوضاع ما خلا الاقترانى اذا كانا فيه معا ذكرناه مقترنين، وذلك القران يوجب اتحادهما فى المنظر وانكساف اعلاهما بالاسفل وهووضع يقل كونه ويعز وجوده .

واذا تغاير وقتاهما فى غير هذا الوضع الكسوفى لم يمكن فيهما الا ان يقال ان احدهما يطلع فى مطلع الآخر ويغرب فى مغربه اويتوسط السماء فى موضع بوسطه .

فاما الدرجة التى توافى فلك نصف النهار مع الكوكب فى العرض فهى غير درجته اذا لم تكن احدى المنقلبين ويسمى درجة الممر ولايستعمل هذا الاسم فى الحركة الغربية الأعلى على ماذكرنا

وعلى الاشارة الى المسامتة فيقال ان ممر كوكب كذا على بقعة كذا اذا ساوى مثله عن معدل النهار عرضها فسامتها بهذه الحركة فى كل يوم مرة بالتقريب •

وبهذه الحركة الغربية يبنى الامر فى مسيرات الكواكب وغيرها الى ما يراد تسييره اليه من الكواكب والأشعة وغيرها •

ومعنى التسيير ان الكواكب المسيرة لامحالة تكون فى الوقت المفروض على احدى دائرتى الافق وفلك نصف النهار اوعلى دائرة فيما بينهما من الدوائر العظام التى هى آفاق مساكن قاصرة العروض عن عرض ذلك الافق مارة على تقاطع هذا الافق وفلك نصف النهار فاذا دارت كرة العالم بالحركة الغربية حتى وافى المسير اليه تلك الدائرة التى كان ذلك المسير الاول عليها كان درج التسيير هى ازمان معدل النهار المارة على تلك الدائرة فيما بين الحالين المذكورين، وليس اسم الممر بواقع عليه وان مر احد الكوكبين على موضع الآخر، ومن نوع الممر الطولى موافقات البروج ومنافراتها وهى مذكورة فى المداخل والبزيدجات وخاصة فى الرومى منها بمالايخلو قولنا من معانيه وان لم يخرج بلفظه فلم يحضر الكتاب •

وهو ان البروج تتفق وتختلف بحسب مخاصمتها الازمنة فمنها ما اتفاقه بقوس النهار اذا استوى عدد الساعات المعتدلة فى نهاريهما كالجوزاء والسرطان وكالثور والاسد وكل برجين فى

الجملة متساويتى البعد عن انقلاب واحد بعينه فان نهاريهما ونهارى كل درجتين منهما متساويتى البعد من المنقلب الواحد متساويان وكما يساوى نهاراهما فكذلك يساوى مثلاهما وسعتا مشرقيهما وارتفاع نصف النهار وظلاه فيهما فى جهة واحدة وسائر ما ينتجه اتحاد المدارين فالابراج والدرج بهذا المعنى مزدوجة، وتسمى التى من كل زوج منها فى النصف الهابط الذى من اول السرطان الى آخر القوس آمرة، والتى فى النصف الآخر الصاعد مطيعة وذلك بقياس الحركة الغربية لانهما اذا دارا بهما فى ممر واحد كان المتقدم منها قائدا والمتأخر مقودا الا ان امريها بسبب استقامة طلوعها وازدياد مطالعها فى البلاد على مطالعها فى الفلك المستقيم وطاعة المطيعة بسبب اعوجاج طلوعها وقصور مطالعها قد قيل ذلك.

وسمى صاحب البزيذج هذا النوع من البروج متفقة فى القوة وكأنه اشار فى القوة الى الحركة الغربية فقد قال فى موضع آخر ان الكوكب الكائن فى الحمل ينظر الى الذى فى السرطان فهو قائدة بحركة الكل، والذى فى السرطان يقبل شعاعه ويتبعه بفعل العلية للحركة الغربية مع اتفاق المدارين واكتفى بالنظر.

وبعض البروج يتفق بالمطالع اذا استوت لها فى البلد كالحمل والحوت وكل برجين متساويى البعد عن اعتدال واحد بعينه فان ازمنة مطالعيهما ومطالع كل درجتين فيهما على هذه

الشريطة متساويتان •

ويسمى بطلميوس شماليهما عاليا والجنوبى منخفضا ، ورعاسمى بعضهم العالى آمرا والمنخفض مطيعا وكما انهما متساويا المطالعين وكذلك هما متساويا الميلين وسعتى المشرقين ولكن فى جهتين مختلفتين ومتكافيا النهارين،وسائرما هو من نتائج تساوى المدارين •

وسمى صاحب البزيذج هذا النوع المتفقة فى المطالع واتبعه نوعا آخر ليس من طرز ذلك وسماه المتفقة فى الطريقة وهو كل برجين بينهما كوكب واحد كالحمل والعقرب للمريخ والثور والميزان للزهرة •

وحين نقل ابو معشر الى مدخل الكبير اصول الصناعة من البزيذج ذكر ان اهل فارس سموا النوع الاول الذى هو المتفقة فى القوة مقتدرة،وسمى النوع الذى هو المتفقة فى المطالع متفقة فى المنطقة وترك اسم النوع الثالث على حاله •

ثم ذكرها ابو محمد السيفى فسمى النوع الاول متفقة فى القوة وسماه ايضا متفقة فى الطريقة،وعدل ابا معشر على تسمية النوع الثانى المتفقة فى المنطقة ونسبه الى الجهل بالمناطق وعلى صدقه فيما قال لا يزال يحط ابا معشر عن رتبته ويبخسه عظيم حقه فليس ابو معشر يستحق كل هذا التجهيل وان عدل فى التلقيب ها هنا عن قصد السبيل واتبع فى بعضه صاحب البزيذج •

ولو كنت مكان ابى معشر اسميت النوع الاول متفقة فى الطريقة كما فعل السيفى من اجل اتحاد الممرين فى سمت الحركة الغربية بين كل مزدوجين وجررنا هما على طريقة واحدة ثم سميت الثانى متفقة فى الازمنة اومقتدرة لاتفاق المطالعين، وسميت الثالث متفقة فى القوة لان القوة بالتأثير أليق وبصناعة احكام النجوم أوفق.

واما الحركة الشرقية المسافة الى منطقة البروج فالشمس وما عدم العرض من الكواكب الثابتة يلزمها ولايفارقها والثوابت ذوات العروض توازيها بها والستة السيارة تمر عليها احيانا ثم تميل عنها فى سائر الاوقات الى جهتى الجنوب والشمال ولان هذه الحركة الشرقية متسمة بالطول فان المرور فيه على احد الوجهين اولا مرور الاسرع على الابطأ متوجهين اما نحو جهة واما نحو جهتين باختلافها فى الرجوع والاستقامة.

ولم تجر العادة بين القوم بتسمية هذا ممرا انما يعبرون عنه باقتران او احتراق، وثانيهما بلوغ كوكب فى الوقت موضعا كان فيه كوكب آخر فى وقت ماضى معين فانه يسمى ممرا ومرورا على موضعه ويستعمل هذا فى تحاويل السنين ومعلوم انه لايلزم نوع الطول من المرسوى التقدم والتأخر فقط.

وها هنا معنى آخر يستعمل المنجمون فيه اسم الممر من جهة هى بنحو الطول اولى، وهو ان زحل والمشترى اذا استويا فى احدى

المثلثات الاربع من القرانات اثنى عشر بحركتيهما الوسطين انتقلا الى المثلثة التى تلى تلك يقترنان فيها ايضا اثنى عشر مرة فسموا الانتقال انتقال الممر ومبدء السنة التى يكون فيها تحويل الممر •

صفة الاستعلاء

ويقترن بذلك الممر صفة الاستعلاء وهو مستعمل فى الطول على وجهين احدهما مقيد والآخر مطلق فالمقيد من لوازم الحركة الغربية مضاف الى افق مسكن مفروض وهو ان يكون الكوكب فيه فى عاشر البيوت او الحادى عشر فسيعلى لسمو مكانه هناك على سائر الكواكب التى ليست فى احد هذين الموضعين فى ذلك الوقت وفى ذلك الافق من اجل ان الاعتلاء بهذا التقييد يكون لما على سمت الرأس ثم لما على فلك نصف النهار الذى هو غاية المتحركات بالحركة الغربية وتناهى علوها فى المسكن ويفضل الحادى عشر باقبالـه على التاسع وباد باره وزواله فان تساويا فى البعد عن فلك نصف النهار (١) •

واما المطلق فمن لوازم الحركة الغربية ايضا غير مضاف الى أفق معين ولذلك يتخيل انه من لوازم الشرقية وهو أن يكون الكوكب فى البرج العاشر من برج كوكب آخر لان العاشر اشرف الاوتار وموضع السلطنة والاستيلاء على ما سواه فعلى اى افق كان هذا الكوكب ولابد من دوام ذلك فيه فان الكوكب

(١) كذا .

الاول يكون فى وسط سمائه مستعليا عليه •

واصحاب النظر يمزجون هذا الوجه المطلق بالوجه المقيد ويعبرون حاليهما بسير القوى فى الشكل الافق المفروض ويستعمله بحسبهما لان السابع وان كان عاشر العاشر فهو وقتئذ دون منه وقاصر فى الشرف عنه •

وقد تقدم ذكر ما يمكن ان يلحق بالطول من انواع الممر وتتبعه حصة العرض منها ويجرى الاستعلاء منه وفى الذى فى السمك فى قرن لاينفك عنهما •

ذكر الممر العرضى

فنقول اولا فى الممر العرضى ان معتقد القوم فى ناحية الشمال انه العلوم بالاطلاق وان لم ينح التحقيق تخصصها بذلك واطلاقه لها الافى الارض بسبب العمارة فيها فاما محيط كرة العالم فانه باسرها علو من جميع الجهات والسماء سقف على الارض مرفوع فانه نقطة منها فرضت سمتا لرؤوس اهل مسكن كانت بالاضافة اليهم اعلا علو وباقى الكرة منحط عنها بالاضافة ولكن ناحية الشمال مخصوصة بالعمارة الانسية وسموت رؤوس عمارها فيها والشمس والكواكب ترتفع اليها وتنحدر عنها فلذلك جعلوه علوا بالوضع وصيروا الكواكب الشمالية العرض مستعليا على العديم العرض والجنوبية وذا العرض الاكثر فى الشمال على ذى العرض الاقل فيه وعديم

العرض

العرض مستعليا على ذى العرض الجنوبى وذا العرض الاقل فى الجنوب مستعليا على ذى العرض الاكثر فيه وعلى ظاهر الاستغناء بلفظة الاستعلاء عن غيرها من سمات الاستيلاء استعملوا اسم المعرفى العرض وقالوا فى المستعلى انه المارفوق المستعلى عليه عنوا بهذا الفرق قربا من قطب الشمال وبالتحت بعدا عنه •

وللهند فى الاستعلاء رأى وان لم يذكروا فيه الممر وذلك ان اصولهم فيه موافقة لما حكيناه الافى الزهرة فانها فى الجنوب عندهم اقوى منها فى الشمال فاستعلاؤها اذن على خلافه فى سائر الكواكب اعنى انها فى الجنوب يستعلى على ذى العرض الاقل فى الجنوب وعلى عديم العرض وعلى ذى العرض الشمالى وفى الشمالى على ذى العرض الاكثر فيه وما دام ما بين الكوكبين فى الاقتران اكثر من ذراع وذلك درجة فانهم يسمونه بلغتهم مساواة واذا لم يفضل على الزراع سموه قتالا وحربا والغلبة فيها من جهة الوضع المستعلى ومن جهة القوة التى تكثر شهاداته وحظوظه على مذهبهم وليس هذا موضع ذكرها •

فاما ما يوجبه القياس الكسوفى الذى يعرفيه الكوكب على الآخر يتساوى عرضيهما فى جهة واحدة هو اقرب الممرات العرضية ثم تتناقض تلك القوة بحسب التباعد بينهما ويحصل الاستعلاء المذكور حينئذ والمعرفوق الآخر •

واما فى المقابلة فاقوى الحالات فيها استواء العرضين مع اختلاف الجهتين الا انه يبعد عن قضية الممر، واقرب الحالات فى المقابلة من امر الممر هو استواء عرضى المتقابلين فى جهة واحدة وذلك باعتبار الحركة الشرقية فيهما •

فاما اذا اعتبرت الحركة الغربية وجب فيها ان يقام ميلا مجراهما مقام عرضيهما فان استويا فى جهة واحدة اتحد مداراهما وصار ممر الكوكب على موضع الآخر واذا اختلفا بمقدار صار المرفوق موضعه وتحته لاختلاف المدارين •

والى هذا ذهب الهند فى وقتين لهم يعتقدون فيها التناهى فى النحوسة وحسابهم لها مذكور فى كل زيج من ازياجهم وهما وقتا كون النيرين على مدار واحد حين يساوى مجموع بعد مقوميهما من اول الحمل سته بروج سواء وكونهما على مدارين متساويين حين يساوى مجموع بعد مقوميهما من اول الحمل اثنى عشر برجا سواء وهذا اذا كان القمر عديم العرض فاما ان كان له عرض فحين يصير به على مدار الشمس او المساوى له بالعيان لا بالحساب •

وقال محمد بن عبدالله بن عمر البازيار فى اول المقالة السادسة من كتاب القرانات انه ليس شخص من الاشخاص الفلكية الا وهو اعلى من الذى يتلوه فى الرتبة، وانما يستدل بمرور بعضها

فى

فوق بعض من جهة ان احدهما اذا وارى الآخر واستويا فى الطول والعرض والصعود فى الجهة والهبوط فيها (١) اذ الاعتدال كان ذلك سببا لكسوف السفلى العلوى وكان ذلك من البوادى المندرة بالاحداث السفلية ولاخفاء بالفاظه انها عبارة عن الممرات العرضية لايحتمل غير ذلك ويستغنى فيها بذكر الاستواء فى الطول والعرض عن ذكر الصعود والهبوط فان استواء مقدار العرضين وقت استواء الطولين موجب فى الكواكب كسفا بالضرورة لعينه اختلاف مناظرها عن الحس •

وذهب بعد هذا فى المثال الى الممر السمكى فاسد الامر ثم قال بعد هذا المثال ان اقوى دلالات الاشخاص العالية عند ممر بعضها فوق بعض تظهر عند الموازاة القرانية، واما فى المقابلات والتربيعات وسائر الاشكال فان دلالاتها تكون اقل ظهورا •

وهذا وان قصد فيه الممر السمكى فانه ايضا يتجه بعينه على الممر العرضى وعليه الاعتبار فقد قال، وألينس اذا صعد كوكبان فى ناحية وتساوت اجزاؤهما فالذى يرتفع اولا له القوة وذلك لايكون الا بسبقه الى الاستعلاء المتقدم ذكره اعنى ان يزداد عرضا فى الشمال وينقص فى الجنوب •

الاشارة الى ترتيب اكر الكواكب

وبقى الآن من القسمة ثالث اقسامها وهو المقصود فيما نحن

(١) كذا.

بصدده اعنى الممر فى السمك واياه ينحو المنجمون واليه يشيرون فى قرانات زحل والمشترى ويلقبونه ممرا على طريق المواطاة بينهم ولولاذلك لقد علم ان اهل هذه الصناعة متفقون فيما بينهم على ان اقرب الكرة المتناهى كرة القمر وان ابعد اكر الكواكب السيارة عناهى كرة زحل فاذا قالوا فى ممر القمر انه فوق زحل كان مستقطعا من كلامهم ان يمر كوكب غاية بعده عن الارض اربعة وستون ضعفا لنصف قطرها فوق آخر اقرب قربه منه الارض اربعة عشر الف وثمان مائة واحد وثمانون ضعفا لنصف قطرها ولكنه عبارة من غير ما يؤدى اليه هذا المعنى المشتهر بينهم بالاصطلاح عليها وان كانت الضرورة زائلة عن ترتيب الكواكب .

ولست اعنى بذلك اختلاطا يصدر عن من هو خارج من الصناعة متحير عن اهلها مثل الكلام الملى فيما بين الهند فى القمر انه فوق الشمس ومثل العوام الآخرين فى نسبتهم الحركة الى الكواكب على سكون السماء فوقها فان امثالها من الآراء خارجة عن التحصيل ولا علقة لها فى كل صناعة بين المتلبس بها وبين المتسلخ عنها ، كما لا محصول لمكالمة نفرين يتكلم احدهما بلغة ولا يفهمها الآخر فكذلك الاراء الداخلة فى الخارج واقفة من النقيض على طرفيه وانما اعنى باختلاف ما هو واقع فيما بين اهل الصناعة المجتهدين فى البحث عنها الذى لا يمنعهم عن التفهيم والاستفهام من أكبرياء وهؤلاء قد تحققوا

علو الشمس على القمر ويتسفلوا القمر عنها وكمية تباعدهما عن الارض وعرفوا بعدهما الابعد والاوسط والاقرب من الارض ووقفوا فى الكواكب على نسب ابعادها القريبة الى ابعادها البعيدة فقط دون انفس الابعاد •

ثم ان قوما من الفرس وضعوا القمروزحل على طرفى الاثير لان ايام دور احدهما قريبة من سنى دور الآخر ثم وضعوا الشمس والمشترى على الطرفين الثالثين لذينك الطرفين فى الترتيب لمساواة شهور هذا سنى ذلك بالتقريب •

ولم يطرد هـذا القياس المأخوذ من الازمنة فيما بعد ذلك فجعلوا الشمس فى مركز تدوير الزهرة ووضعوا عطارد والمريخ فوق ذلك بحيث تعالى عطارد على الشمس كتسافل المريخ عن المشترى ونسبوا هـذا الرأى من الستا كتاب دين المجوس الى القطعة التى غابت عنهم الى الروم على يدى الاسكندر •

وقوم منهم وضعوا الشمس مركزا لكل واحد من تدويرى الزهرة وعطارد وجعلوا الثلاثة العلوية فوق ذلك على مراتبها •

واما اليونانيون فكانت الشبـه تطور فيما بينهم حتى ان افلاطون كان شاكا فى الزهرة هل هى تحت الشمس ام هى فوقها على ما حكى عنه يحى النحوى فى رده على ابرقلس •

ثم الذين نعموا النظر منهم استجازوا من جهة الحركات

الموجودة لها ان يكون وضع المتحيرة كلها فوق الشمس الا انه لما بقى لهم ما بين كرتى النيرين خاليا عن كوكب مدارك ووسعه الكوكبان المنفردان عن الآخر بالحوم حول الشمس على بعد محدود ولم يضق عن غلظ كريتهما بحسب ابعادهما القريبة والبعيدة ولم يقع فيه شئ مستحيل ممتنع من تداخل وتصادم وتمانع فجعلوا الشمس واسطة بين ثلاثة منها تسفل عنها وثلاثة تعلوها على نظام الشمسة •

واستحسن المحصلون منهم هذا الرأى وأثروه ولم يخالفهم احد من منجمى الامم فان اكثرهم يستعمل ايام الاسبوع باسماء الكواكب السبعة على الثوابت التى يقتضيها ارباب الساعات المأخودة بهذا الترتيب على انحدار من اعلى الكواكب الى اسفلها •

واذ هذا هو الرأى المشتهر والمعول عليه عند الكافة فعبارة القوم فى المرفوق واسفل هى عن معنى يخصهم فلنرجع اليه •

ذكر الابعاد الثلاثة

فى الافلاك الخارجة المراكز

ولنقدم امامه ابعاد الكوكب واختلافه فى كرته ومايلحقه لذلك من الصعود والهبوط وتوابعهما لتسهل به الاحاطة فيما يجىء بعده •

ونقول ان كل واحد من الكواكب السيارة يختص فيما له من الفلك الخارج المركز سواء كان فلك الأوج أو كان فلك التدوير بابعاد عن الارض مختلفة فيما بين اعظم واصغرهما نهايتاها واوسط بالضرورة فيما بينهما معين فاذن الابعاد المحدودة للكواكب عن الارض ثلاثة هى الأقرب والأوسط والابعد وليس الأوسط بواحد لهما انما هو اثنان عن جنبتى القطر المار بالابعد والاقرب احدهما عن يمينه والآخر عن يساره وانما يسقط ذكر احدهما فى التعديد لتساويهما واتفاق الحالات فيهما فكل واحد من فلكى الاوج والتدوير اذن منقسم بالابعاد المذكورة الى اربع قطع هى النطاقات بالحقيقة فسمى اللذان منهما الى العلو صاعدان واللذان الى الاسفل هابطان وذلك بالاضافة الى البعد الاوسط الى الكوكب فى احد الصاعدين منحدر وفى احد الهابطين صاعد .

ومنجموا الفرس يسمون ما اتصل امره بفلك الاوج جوى فيقولون ان الكواكب صاعد فى الجوى وهابط فيه ويسمون ما اتصل امره بفلك التدوير وترا فيقولون انه صاعد فى الوتر وهابط فيه .

فاما الوتر فبوجهه الابعد هو الوجه الذى به يسمى الزيج زيجا لمدار الامر فيه على الاوتار ولكن فلك الاوج غير منفصل منه فيها .

واماوجهه الاول فهورأى القدماء فى رباطات الكواكب بالشمس ورجوعها عند خرق الوتر المشدودة به واستقامتها باسترخائه واذكان ذلك عند من تحقق منهم الرجوع والاستقامة فلك التدوير نسبوا احواله الى السبب المشهور عندجمهورهم وهو الوتر الرابط ولامضايقة فى الاسماء والالقاب اذالم تفسد المعانى وكان السبيل الى الاولى والاليق بها ممهدا غير متضايق •

فاما اسم الجوى فى فلك الاوج فلست اعرف له وجهابعدان سموامطالع الفلك مستقيم جوى راست ويفهم من هذا الاسم احد المعنيين فانما موضعه فيه •

واما الكرة معربة فانها بالفارسية كوى ويفهم من صفته بالاستقامة ايضا احد امرين اما استقامة الجدول وهو ابعدهما لان جداول مطالع البلاد بل سائر الجداول مستقيمة التخصيط وبهذا يضعف الظن بالجوى انه الجدول فان كان ولا بد من معنى الجدول المستقيم فاستقامته هى اطرادما فيه لضعف نهار كل مسكن على وتيرة واحدة •

واما مايذهب اليه من تسمية خط الاستواء كرة المستقيمة لانضباب المدارات فيه ويجوزان يسمى انهار الجريان الكواكب فيها كجريان السفن فالاصح مماعددنا ان جوى راست هوالكرة المستقيمة ثم فلك الاوج لايحتمل شيئا من ذلك فانه لايفاصل فلك

التدوير فى الكرية الا بالاحاطة بالارض ثم يهب ان الجوى والوتر لقبان منقبضان يشير بهما الى شيئين قد عرف ما يراد منهما •

ولنذكر اسماء الابعاد الثلاثة فى كل واحد من الفلكين عند اهل الصناعة، فاما البعد الابعد فى فلك الاوج فانه يسمى باليونانية افربخيون وبالهندية اوج وبهذا اشتهر واستعمل ومعناه بلغتهم العلو والارتفاع حتى انهم سموا اشرف الكوكب بمثل ذلك اوجست وعلماؤهم يسمون البعد الابعد مندوج باضافة معنى النظر اليه لانهم يسمون التدوير سيكرأى السريع •

والذى حملهم على ذلك هو ان استيفاء التعديل اللازم من فلك الاوج يكون فى زمان أبطأ من استيفاء اللازم من التدوير وذلك عام فى الكواكب الخمسة لانهم لا يرون فى حركات القمر ما يوجب له فلك التدوير ويجوز أن يكون ذلك من جهة ان الدوران فى فلك التدوير فيما خلا الزهرة اسرع من الدوران فى فلك الاوج •

وزعم حمزة بن الحسن الاصفهانى فى كتاب الموازنة ان أوج هو تعريب اوك وهو بالفارسية الفهلوية الرفعة والاعتلاء واما البعد الاقرب فى فلك الاوج فيسمى باليونانية افرنجيون ولم اسمع من الهند له اسما خاصا والقياس يوجبه من اللغة بهلا (١) لانه التسافل والانحطاط ومن جهة سمه (٢) شرف الكوكب نيح لانهم يسمون هبوطه

(١) كذا (٢) هنا خرم فى الاصل

نيجست ولم يتعرض له حمزة واهل اللغة العربية يسمونه عند حاجتهم الى ذكره مرة بنظير الاوج وتارة بمقابلة الاوج واخرى بالحضيض .

واما البعد الاوسط فليس يختص باسم فيما عرفناه ولنرجع الى فلك التدوير ، فالبعد الابعد فيه يسمى بالعربية ذروة وباليونانى مثل ما تقدم فى فلك الاوج منسوبا الى ففلس وهو التدوير والبعد الاقرب فى العربى نظير الذروة اوحضيض التدوير وفى اليونانى على قياس ماتقدم افرنجيون ففلس والبعد الاوسط على حاله مضاف الى فلك التدوير فاما الاوج والحضيض فى الفلك الخارج المركز فليسا يختلفان بالرؤية لان الخط المار على مركزه ومركز العالم واحد مستقيم وانما يختلف فيه البعد الاوسط .

ولنصور لذلك صورة تقع تحت الحس فليكن ـ اب ج الفلك الممثل بفلك البروج على مركز ـ ه ـ الذى هو حقيقة وسط العالم وموضعنا منه بالتقريب اذ ليس بينهما فى الحس فرق ولا قدر يظهر ويؤبه به ويفرض ـ ه د ـ المقدار الذى بينه وبين مركز فلك الاوج .

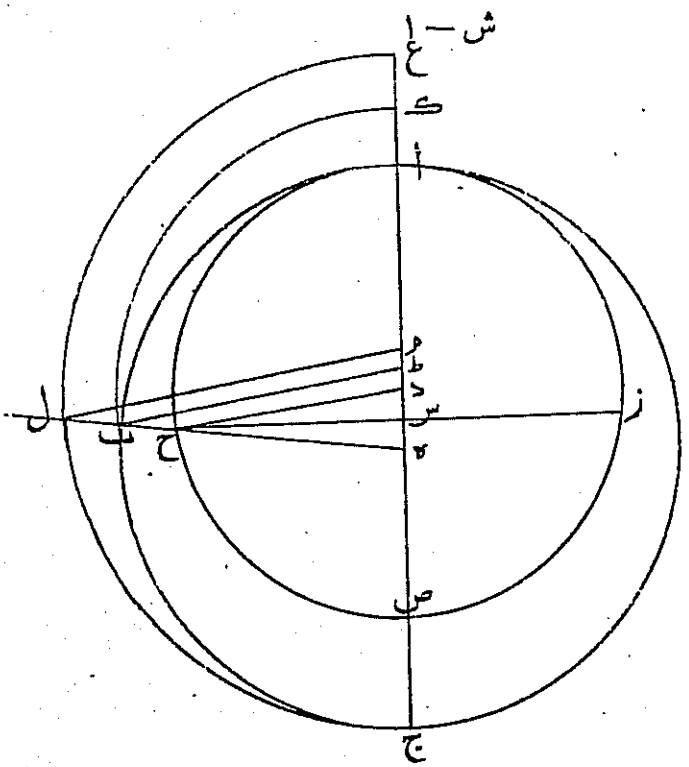
وقد بين بطلميوس فى المقالة الثالثة من كتاب المجسطى ان الاختلاف الموجود لمسير الكوكب بسبب هذا الفلك يكون على حاله سواء كان اصغر من الممثل أو أكبر منه اومساويا له فالاصغر مثل

ا ح ص ـ وسواء ماس الممثل على ـ ا ـ او باينه فموضع اقترانهما هو الاوج اعنى نقطة ـ ا ـ والحضيض نقطة ـ ص ـ وموضعاهما من فلك البروج مايسامتهما والمركزين وتحد ذلك قطر ـ اده ج ثم ننصف ـ ده ـ على ـ س ـ ونجيز عليه وتر ـ ح س ز ـ عمودا على قطر ـ اه ج ـ فتكون نقطتا ـ ز ح ـ هما للبعدين الاوسطين

ومن اجل انا اذا وصلنا ـ دح ـ ه ح ـ كان ضلعا ـ د س س ح ـ مساويين لضلعى ـ ه س ـ س ح ـ وزاويتا ـ د س ح ه س ح ـ قائمتان فقاعدتا ـ د ح ـ ه ح ـ متساويان ـ فه ح ـ اذن مساو لنصف قطر فلك ـ ا ح ص ـ والبعد الابعد الذى هو ـ ه ا يزيد على نصف قطر ذلك الفلك بما بين المركزين اعنى ـ ه د ـ والقرب الاقرب الذى هو ـ ه ص ـ ينقص عن نصفه بما بين المركزين فالبعد الاوسط هو المساوى له وذلك نصف مجموع البعدين المتقاربين لكن بعد نقطة ـ ح ـ التى للبعد الاوسط عن الاوج نجده على مركز الفلك الخارج المركز زاوية ـ ا د ح ـ وعلى مركز العالم زاوية ـ ا ه ح ـ وزاوية ـ ا د ح ـ التى اوسط المسير يفضل على زاوية ا ه ح ـ التى للقوم والرؤية بزاوية ـ د ح ه ـ التى للتعديل وكذلك الحال عند نقطة ـ ز ـ التى للبعد الأوسط الآخر الايمن •

فقد علم ان تباعد البعد الاوسط عن الاوج بالمسير المستوى اكثر من الربع وبالمسير المختلف اقل من الربع •

ونخرج ـ ه ح ـ على استقامته الى ـ ب ـ من الممثل فيكون ـ ب ـ موضع تقاطع فلكى الاوج والممثل المتساويين على الاوسط وهو الذى اثره بطليموس استحسانا له لا اضطرارا اليه ولتكن ـ ك ب ـ قطعة من هذا الفلك الخارج المركز ونخرج ب ط ـ على موازاة ـ ح د ـ فيكون ـ ط ـ مركز فلك الاوج لان نسبة ـ د ه ـ الى ـ د ح ـ كنسبة ـ ه ط ـ الى ـ ط ب ـ لتشابه مثلثى ـ د ح ه ـ ط ب ه ـ المتساوى الساقين ـ فب ـ هو البعد الاوسط وليكن ـ ع ل ج ـ من فلك الاوج المفروض اعظم من الممثل سواء ماس الممثل على ـ ح ـ او باينه ونخرج ـ ه ح ب ـ على استقامته الى ـ ل ـ ونخرج ـ ل م ـ على موازاة ـ ب ط فيكون ـ م ـ مركز ـ ع ل ج ـ لمثل ما تقدم ولان ـ د ه ـ مساو لجيب التعديل الاعظم فان معرفته مابين الاوج وبين البعد الاوسط يكون بان ننصف جيب التعديل الاعظم فيكون ـ د س ـ وتوخذ قوسه وتزاد على ربع الدائرة الذى هو قوس ـ ا د ـ فتجتمع قوس ا ح ـ المطلوبة واذا نقصت من الدور بقى قوس ـ ا ح ص ز تباعد البعد الاوسط الآخر عن الاوج واليه تقاس الحصة غير المعدلة فى الشمس وفى القمر على مذهب الهند وابرخس وقدماء اليونانيين، ويقاس اليه فى الكواكب الطول غير المعدل المسمى مركزا .



وقد نحا كوشيار بن لبان فى زيجه الجامع هذا النحو فى النطاقات واعتبرها بالبعد الاوسط الا انه زاد للنطاق الاول على الربع نصف اعظم التعاديل وهذه الزيادة اعظم من ذلك المقدار كما تبين فى تفاضل الجيوب وذكر درجاتها وانما يقع التنصيف على جيب التعديل الأعظم وكأنه تبع ابا معشر فانه كذلك عمل فى الباب الثامن والثلاثين من زيجه ثم حققه فيما بعده •

ذكر ابعاد الكواكب الوسطى

فى افلاك اوجاتها

ومعلوم ان مدار ذلك على كمية التعديل الاعظم ويختلف

فى الزيجات لأسباب اظهرها اختلاف الوجود بسبب الآلات والاعمال وليس هذا موضع ذكرها، ومنها غير ذلك ويظهر بعضه اذا تكلمنا على تعديلى النيرين •

فنقول ان بطلميوس ذكر فى كتاب المجسطى انه وجده جزأين وثلاثة وعشرين دقيقة واتبعه فيه ثاون الاسكندرانى فى القانون وكما ان مأخذه فى الارصاد التى منها يعلم ما بين المركزين غير موثوق به فكذلك المقدار المذكور غير معتمد •

واما اعظم تعاديل القمر فانه وجده خمسة اجزاء ثم بعده وجد التعديل الاعظم للشمس فى ايام المامون على يدى يحيى بن ابى منصور جزأ وسبعا واربعين دقيقة وليس هذا الرصد بمعتمد على مانطقت به الاخبار ووجده خالد بن عبد الملك المرورزى باسراف سند بن على ناقصا عن الجزئين بست ثوانى ووضعه حبش فى زيجه بمقتضى ارصاد بنى موسى بن شاكر ناقصا عن الجزئين بدقيقة واحدة ووجد محمد بن جابر البتانى ناقصا عن الجزئين بمقدار خمسين ثانية، ووجدناه نحن قريبا من هذا المقدار كما وجده ابو الوفا البوزجانى بارصاده جزأ وتسعا وخمسين دقيقة مرة ناقصا ثانيتين واخرى خمسة عشر ثانية ومرة زائدا سبع ثوانى واخرى ثانيتين وعشرين ثالثة •

وذلك لاختلاف الارصاد والاعمال فقد وجده ابو حامد الصغانى زائدا على الجزئين بثلث دقيقة وحسابه بالجيوب فاما حسبه بالاوتار

والرصد فوجده زاد على الجزئين بست دقائق وست ثوانى ووضعه ابو القاسم بن الاعلم العلوى فى زيجه العضدى زائدا على الجزئين بسدس دقيقة وكان على ما حكى لى مقبلا على عمل الآلات ومزاولة الارصاد والاعتبارات وكان وجده ابو داؤد سليمان بن عصمة السمرقندى جزأ واحدا وخمسا وخمسين دقيقة وثانيتين الا انه ذهب فى استخراجه مذهب يحيى وبطاميوس برصد وقتى المنقلبين وذلك صحيح وهما وفاسد عملا، ووضعه ابو محمد النسفى فى زيجه المختصر زائدا على ماعند بطاميوس باربع دقائق توهم انه رصد وهو كاذب مختبرص جان على الصناعة •

ولم يتعرض المحدثون من ارصاد القمر لما يظهر منه شىء من ذلك سواء كان خلافا او كان وفاقا وكلهم يتبعون فى تعديله المفرد اما بطاميوس فى انه خمسة اجزاء ودقيقة واما ثاون فى اسقاطه الدقيقة ولم ارفى هذا الباب شيئا غير الذى فى زيج ابن الاعلم فان تعديله فيه ينقص عن الخمسة الاجزاء سبع دقائق، بل ما اعجب امر محمد بن اسحاق السرخسى فى اتباعه بطاميوس فى مقدار هذا التعديل وهو من اصحاب السند هند •

وكنت طالعت فى تعليقات الجيهانى ان تعديل الشمس بالمامونى وهو جزء سبع واربعون دقيقة اذا زيد عليه نصف سبعة صار الذى وجده سليمان واذا زيد عليه سبعة صار الذى وجد

بدمشق واذا زيد عليه تسعاه بلغ الذى فى زيج السند هند، واذا زيد عليه ربعه بلغ الذى فى زيج الخوارزمى، واذا زيد عليه ثلثه بلغ الذى فى المجسطى، وذلك يكون بعد جتر الثوانى الى الدقائق واحدة اذا زادت على نصفها والقوم المذكورون اصحاب رصد والاختلافات بينهم لاجل الوجود والشان فيمن ليس يرجع الى غير الخير كالهند فى صفة ماهم عليه بعض التحقيق لهذا الفصل المحكى.

فنقول ان الاصل عندهم فى تعديل الشمس الاعظم وهو جزآن واربعة عشر دقيقة وفى تعديل القمر الاعظم هو اربعة اجزاء وخمسون دقيقة وهكذا هما فى زيج الشاه لانه منقول من الهند الى الفرس ولذلك وضعهما ابو معشر فى زيجه على مثله لما استند الى الفرس لكن اكثر زيجاتهم مبنية على التساهل ويذهبون فيها الى استخراج بعض المقادير من بعض ويرجعون فى ذلك الى الجيب كله على شبيه اخذ عرض القمر من الجيب يضرب جيب بعده من العقدة فى تسعة وقسمة المبلغ على خمسة لأن هذه هى نسبة عرض القمر الاعظم الى جيب اعظم الابعاد وهو الجيب كله اذا كان جزئين ونصفا واعظم عروض القمر اربعة اجزاء ونصف.

فاما المقدار الذى نسب الى السند هند بزيادة يسعى المامونى عليه فانه يكون جزئين واحدى عشرة دقيقة واليه يذهب الفزارى فى طرحه من جيب حصة الشمس عنه ولضعف جيب حصة القمر

لتحصيل تعديليهما وعلى هذا يخرج اعظم التعاديل للشمس جزئين واحدى عشرة دقيقة وربع دقيقة وللقمر خمسة اجزاء وذلك اذا كان الجيب كله مائة وخمسين دقيقة ولكنه لو استعمل فى الشمس طرح التسع بدل الثمن لكان اقرب الى رأى القوم وكان غيره فعل ذلك ٠

فقد يوجد فى بعض نسخ زيج الشاه دقائق تعديل الشمس ثلاث عشرة وكذلك فى تعديل القمر لو طرح من الجيب المضعف جزأ من خمسة وسبعين منه لكان اقرب الى ذلك المقدار ٠

وقد جاء فى بعض الكتب حكاية عن الفزارى فى تعديل الشمس ان يضرب جيب حصتها بكردجات السند هند فى مائة وخمسة ويقسم المبلغ على ألفين وستمائة وستة عشر وبكردجات ارجيهد فى سبعة ويقسم المبلغ على مائة وثمانين ولتعديل القمر ان يضرب جيب حصته بكردجات السند هند فى عشرة ويقسم المجتمع على مائة وسبعة وبكردجات ارجيهد فى عشرة ويقسم المجتمع على مائة وسبعة عشر والمأخذ فى هذا من الجيب كله كمثل ما تقدم بعد ان يعلم ان هذه الكردجات لربع الدائرة اربع وعشرون كل واحدة منها ثلاثة اجزاء ونصف وربع ٠

والجيب كله عند ارجيهد ثلاثة آلاف واربعمائة وثمان وثلاثون دقيقة ويخرج به اعظم تعاديل الشمس جزئين وثلاث

عشرة دقيقة واثنتان واربعين ثانية فبجبر الثوانى يحصل المطلوب ويخرج اعظم تعاديل القمر اربعة اجزاء وست وخمسين دقيقة وثلاثة وعشرين ثانية يطرح فيبقى المطلوب .

واليه ذهب صاحب زيج الهرفن المعمول بالشعراتباعا للهند فى تقييد العلوم بسلوكات الشعر فانه لما استعمل جيب ارجيهد قال فى تعدل النيرين .

فاذا صادفت شيئا فعلى الجيب تزيده
لم به (١) ثم من الجيب الذى كنت تريده
ثم تضربه برأى ثم تنعم ان تجيده
ثم تحرزه تفرق ثم تحصى ما اصبت
فهى ريسات باحكام اذ انت حسبت
ثم تعزل كل ستين مثل ما كنت فعلت
وكذا لم يفعل العالم فى كل اثر
غير ان الفق للشمس ويولق للقمر
ولكل جعل الله نصيبا بقدر

وهذا فصل انفصل اوله عن تجبيب الحصة وتأمر بضربه فى سبعة وهو الرأى وقسمة المبلغ على مائة وثمانين وهو الفق فتخرج دقائق وهى الريسات ترفع منها الدرجات وهى النساب لم تجبر (١) ان جزأ القسمة فى القمر مائة وستة عشر وهو ولق .

(١) كذا فى الاصل .

واما

واما كردجات السند هند وهو براهم سدهانده فان صاحبه برهمكويت وضع فيها الجيب كله ثلاثة آلاف ومأتين وسبعين دقيقة يخرج بها تعديل الشمس على العمل المحكى جزئن وعشر دقائق وتسع وعشرين ثانية، وتعديل القمر خمسة اجزاء فقد استبان سبب الاختلاف الواقع عند الهند فى التعديل الاعظم وانه من جهة الجيب كله وتباين المأخذ منه دون الرصد •

ولكن يزداد ذلك وضوحا بتعديد ما فى زيجاتهم من ذلك نقول ان نهبل البرهمن وضع فى زيجه كردجات ارجيهد وامر فى تعديل الشمس بمثل ماتقدم فى الحكاية •

واما فى تعديل القمر فانه امر بضرب جيب حصته فى احد وثلاثين وقسمة المبلغ على ثلاثمائة وستين وبذلك يخرج اعظم تعاديله اربعة اجزاء وست وخمسون دقيقة وثلاثة ثوانى •

واما فى كرن سارو تفسيره كاسر الزيجات فان صاحبه يلسفر (١) امر فى الشمس بالضرب فى عشرة والقسمة على ثلاثة وعشرين وفى القمر بأخذ الجيب كما هو من غير ضرب ولا قسمة والجيب كله فى كردجاته ثلاثمائة دقيقة فمعلوم ان اعظم تعاديل الشمس يخرج بها جزئين وعشر دقائق وست وعشرين ثانية واعظم تعاديل القمر خمسة اجزاء فى كرن تلك وتفسيره غرة الزيجات امر صاحبه بجيانند فى الشمس بالضرب فى ثلاثة والقسمة

(١) كذا فى الاصل .

على اثنين والجيب كله فى كردجاته مائتا دقيقة ولذلك خرج التعديل الاعظم للشمس جزئين وثلاثة عشرة دقيقة وعشرين ثانية وللقمر خمسة اجزاء •

ويوجد فيما هو انفس من زيجاتهم وهى السدهانده للنيرين اعداد يسمى محيطات يكون الضرب فيها واعداد أخر معها هى اجزاء القسمة فاما فى بلس سدهانده فان محيط اوج الشمس اربعة عشر جزءا ومحيط اوج القمر احد وثلاثين جزءا •

وفى براهم سدهانده حكاية دون مشاهدة العمل محيط اوج الشمس ثلاث عشر جزءا واربعون دقيقة ومحيط اوج القمر احد وثلاثون جزءا وست وعشرون دقيقة ومعنى هذا المحيط انهم اذا رؤا على مركز فلك الاوج وبعد جيب التعديل الاعظم وهو ما بين المركزين دائرة وسموها محيط الاوج وذلك لاغراض لهم فى اعمالهم يطول الكلام بذكرها •

ولان نسبة الدور الى القطر عند بلس كنسبة ثلاثة آلاف وتسعمائة وسبعة وعشرين الى الف ومائتين وخمسين فان نصف قطر محيط الاوج بحسب هذه النسبة يكون عنده للشمس جزئين وثلاث عشرة دقيقة واحدى واربعين ثانية وللقمر اربعة اجزاء وست وخمسين دقيقة وثانية واحدة وعند الجتر والالقا (١) يحصل مثل ما ذكرنا لكنه اشار فى هذه المحيطات الى ان نسبتها الى التعديل الاعظم

(١) كذا كنسبة

كنسبة الدور الذى هو ثلاثمائة وستون الى الجيب كله فاذا استخرجنا المحيط من تعديلى النيرين بهذه النسبة تخرج للشمس اربعة عشر جزءا وثلاث دقائق وللقمر ثلاثون جزأ وتسع وخمسون دقيقة واحدى واربعون ثانية وذانك محيطا اوجيهما •

واما عند برهمكويت فان مربع القطر عشر مربع الدور وعلى هذا يكون تعديل الشمس بحسب هذه النسبة جزئين وتسع دقائق وتسع وثلثين ثانية وتعديل القمر اربعة اجزاء وثمان وخمسين دقيقة واثنى عشرة ثانية واذا استخرجنا محيط الاوج على ان نسبته الى التعديل الاعظم كنسبة الدور الى الجيب كله بالمقدار الذى قدره لهخرج للشمس اربعة عشر جزءا وخمس واربعون دقيقة وللقمر اثنين وثلاثنان جزأ وخمس وثلاثون دقيقة وسبع وعشرون ثانية وكلاهما قادحان بالمخالفة فيما حكيناه فهذه حال تعديل النيرين •

واما تعديل الكواكب الخمسة فى فلك الاوج فان ثاون فى اكثرها تبع لكتاب المجسطى ولزحل فى زيجه القانون ستة اجزاء واحدى وثلاثون دقيقة بنقصان دقيقة عما فى المجسطى، وللمشترى خمسة اجزاء وخمسة عشر دقيقة بنقصان دقيقة ايضا، وللمريخ احد عشر جزأ وخمس وعشرون دقيقة وللزهرة جزآن وثلاث وعشرون دقيقة ولعطارد ثلاثة اجزاء ودقيقتان بزيادة عشر دقائق •

وعوام المحدثين كذلك تابعوه لانهم لم يتواوا شيئا من

ارصادها ولم يغيروا لذلك غير الزهرة فان الاتفاق بينهم على ان تعديل الشمس موافق لتعديلها وقد رصدوا الشمس فصيروا لذلك تعديلها كتعديلها •

واما فى زيج ابى القاسم بن الاعلم ينقص فى زحل ثمان واربعين دقيقة ويزيد فى المشترى ثمان عشرة دقيقة وينقص فى الزهرة ثلاث وعشرون دقيقة ويزيد فى عطارد ثمان وثلاثون دقيقة ومثل هذا محمول على الوجود ولكن شرط القبول له ايضاح العمل كما فعل بطليموس لكن ذلك لم يوجد فى احد من المحدثين فتعصبت التهمة باعمالهم •

فاما الهند والفرس فالرأى مشترك بينهم ولهذا لايتضمن زيج الشاه وابى معشر ويعقوب بن طارق الا شيئا واحدا لايقع فيه من التفاوت مايجاوز الدقيقة، ومحمد بن موسى الخوارزمى فى زيجه يفتقر ذلك والذى لزحل عندهم ثمانية اجزاء وسبع وثلاثون دقيقة وللمشترى خمسة اجزاء وست دقائق وللمريخ احد عشر جزءا واثنتى عشر دقيقة، وللزهرة جزآن وثلاث عشرة دقيقة ولعطارد اربعة اجزاء •

والخوارزمى يزيد على ماعطارد دقيقتين متسعا فيها ثاون ومخالفا فى الصحاح متابعا فيها للهند كأنه المفصل فى اختياراته •

وقانون الفزارى مطرد على هذه المقادير فانه يأمر فى

زحل ان يضرب مجموع الجيب مع عشرة وسدس عشرة فى ثلاثة وفى المشترى ان يضعف مجموع الجيب مع خمس عشرة وفى المريخ ان يضرب مجموع الجيب مع عشرة وسدس عشرة فى اربعة وفى الزهرة ان ينقص من الجيب عشرة وفى عطارد ان يزاد على الجيب ثلاثة اخماسه، واذا اعتبرنا ذلك بالجيب كله وهو عنده مائة وخمسون دقيقة لتخرج التعاديل العظمى حصل لزحل ـ ح لزل وللمشترى ـ ه ـ وللمريخ ـ نا ى ـ والزهرة ـ ب يه ـ ولعطارد د ه ـ .

فاما محمد بن اسحاق السرخسى فانه خلط الرأيين فاخذ تعديل زحل من الهند والمشترى والمريخ من القانون وعطارد من الخوارزمى وزاد فى الزهرة على ما فى القانون دقيقة ولم تتبين الاسباب الداعية الى ذلك فان الابانة عنها داعية القبول كما فعل فى الزيادة على ادوار زحل فى ايام العالم وقارب رأى الهند فيها فان ما عند اصحابنا منها ومذكور فى زيجات السند هند خطأ .

واما ما فى الزيجات الهندية التى طالعناها فهو على غاية الاضطراب بحيث لايحتمل مقداره فتتجه التهمة على النسخ الواقعة الينا وعلى المفسر الملى علينا وذلك ان بلس صرح فى مقادير هذه التعديلات انها لزحل بالدقائق ٥٦٨ وللمشترى ٢٨٤ وللمريخ ٦٧٦ وللزهرة ١٣٤ ولعطارد ٢٦٨ وقسم مضروبها فى ثلاثمائة وستين على

٣٤٣٨ دقائق الجيب كله فتخرج محيطات الاوج لزحل وللمشترى ٣٠ وللمريخ ٧٠ وللزهرة ١٤ ولعطارد ٢٨ .

فاما من ناسب منهم بين الجيب وبين التعاديل فهو مثل صاحب كرن تلك والجيب كله عنده مائتا دقيقة فانه امر فى زحل ان يضرب نصف الجيب فى ثلاثة ويزاد على المبلغ سدسه واذا فعلنا ذلك بالجيب كله خرج التعديل الاعظم له ـ هن ـ وفى المشترى ان يضرب الجيب فى ثلاثة وينصف المبلغ ويزاد عليه سدس عشرة وبذلك يخرج له ٥٥ وفى المريخ ان يضرب الجيب فى ثلاثة ويزاد على ما بلغ سبعة ويخرج له ـ يا كه ـ وفى الزهرة ان يزاد على الجيب سدسه ويؤخذ نصف المبلغ ويكون لها ـ ا يوم ـ وفى عطارد ان يضرب الجيب فى ثلاثة وينصف وينقص منه عشرة ويكون له ـ دل ـ والذى يخرج من المحيطات التى وضعها بلس لزحل ـ طلج ـ وللمشترى ـ دمول ـ وللمريخ ـ يال ـ وللزهرة بلحمب ـ ولعطارد ـ دكز كد .

واما من ناسب بين تعديل الشمس وبين هذه التعاديل فهو مثل مفسر زيج كند كانك وهو المعروف عندنا بالاركند فانه زعم ان تعديل زحل هو اربعة اضعاف مجموع تعديل الشمس وسبعة وان تعديل المشترى مثلى تعديل الشمس ومثل سبعة وان تعديل المريخ خمسة اضعاف تعديل الشمس وان تعديل الزهرة كتعديلها

و تعديل عطارد ضعف تعديلها •

والذى يخرج بهذه التعاديل العظمى مقارب لما خرج من المحيطات التى وضعها بلس •

ولقد شاهدت اولث بن سهاوى المنجم يقيم تعديل الشمس فى تلك المحيطات بدل الجيب ويضربه فيها ويقسم المجتمع فى جميعها على اربعة عشر فيخرج قريبا مما اخرجه الجيب على انه لو جعل محيط اوج زحل اربعة وخمسين بدل الستين ومحيط اوج المشترى اثنين وثلاثين بدل الثلاثين ومحيط اوج عطارد خمسة وعشرين بدل الثمانية والعشرين ثم استعمل فيها تعديل الشمس لوصل منها الى ما هو اقرب الى المجمع عليه الذى قدمنا ذكره ولان من الافلاك الخارجة المراكز ما هو غير ثابت الوضع بسبب حركة مركزه على محيط دائرة تحمله كالذى للقمر وعطارد عند بطلميوس فان ابعادها الوسطى كذلك لا تكون ثابتة الوضع ولا تباعدها عن اوج ثابتا على قدر واحد •

ولكن نفهم ذلك فليكن مركز العالم ـ ه ـ والدائرة التى على محيطها يتحرك مركز الفلك الحامل لتدوير القمر دائرة ز ط ـ على مركز ـ ه ـ ونتدير عليه ببعد نصف قطر الحامل دائرة ب ح ج ـ وليكن مركز الحامل ـ د ـ ونصف قطره ـ د ا فيكون ـ ه ا ـ البعد الابعد مجموع ـ ا د ـ د ه ـ والبعد الاقرب

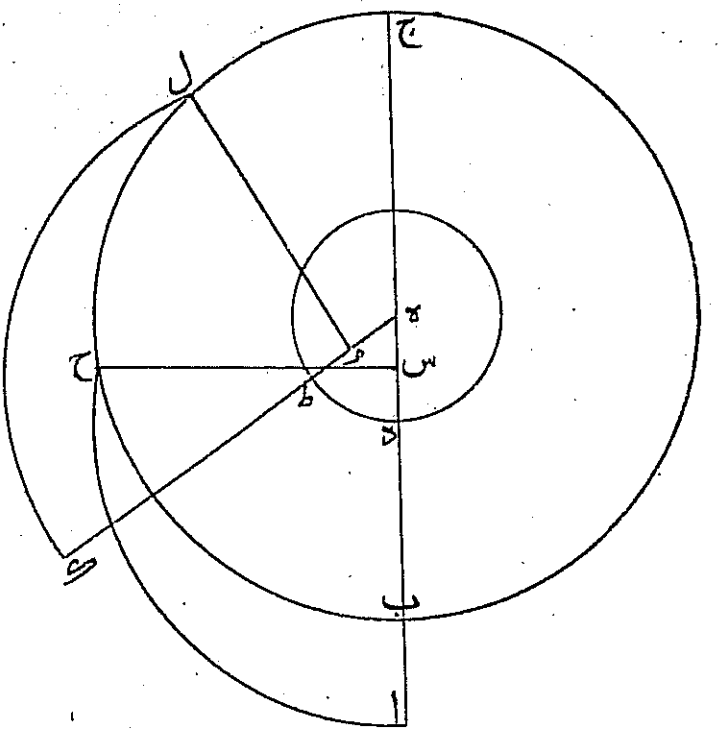
فضل ما بينهما فالبعد الاوسط بالضرورة ـ ا د ـ وليكن تقاطع الحامل مع دائرة ـ ب ح ج ـ وهو ـ ح ـ البعد الاوسط وقت كون المركز على ـ د ـ .

ومعلوم مما تقدم ان عمود ـ ح س ـ على ـ ب ج ـ يقع على منتصف ـ د ه ـ ثم ليكن مركز الحامل على ـ ط ـ ونخرج ه ط ك ـ حتى يصير ذلك مساويا ـ لد ا ـ وندير على مركز ـ ط وبعد ـ ط ك ـ دائرة ـ ك ل ـ فيكون الحامل وقتئذ والبعد الابعد فيه ـ ه ك ـ والاوسط على ـ ل ـ وعمود ـ ل م ـ واقع على منتصف ـ ه د ـ فقد استبان تنقل البعد الاوسط فى فلك القمر من ح ـ الى ـ ل ـ عند تنقل الاوج الى خلاف التوالى من ـ ا ـ الى ك ـ والمركز كذلك من ـ د ـ الى ـ ط .

ونجعل لتقرير امر البعد الاوسط فى فلك الاوج لعطارد نقطة ـ ه ـ مركز العالم ونقطة ـ د ـ مركز الدائرة الحاملة لمركز الفلك الحامل للتدوير ونقطة ـ س ـ على منتصف ـ ه د مركز المعدل للمسير وندير على مركز ـ ج ـ وبعد ـ د س دائرة ـ س ط ـ فتتساوى خطوط ـ ه س ـ س د ـ د ط ونفرض مركز الحامل على نقطة ـ ط ـ التى على استقامة ـ ه س د ـ ونـ ط ا ـ نصف قطره وندير على ـ ط ـ وبعد ـ ط ا ـ دائرة ا ح ز ـ وهى الحامل وندير ايضا بهذا البعد وعلى مركز ـ ه

دائرة ـ ب ح ج ـ فبعد ـ ا ـ الاوج عن ـ ه ـ يشتمل على نصف قطر الحامل وعلى الخطوط الثلاثة المتساوية وبعد ـ ز ـ الحضيض عن ـ ه ـ يشتمل على نصف قطر الحامل الاتلك الخطوط الثلاثة فعن ضرورة يكون البعد الاوسط هو نصف قطر الحامل عند ذهاب الزيادة قصاصا بالاستثناء .

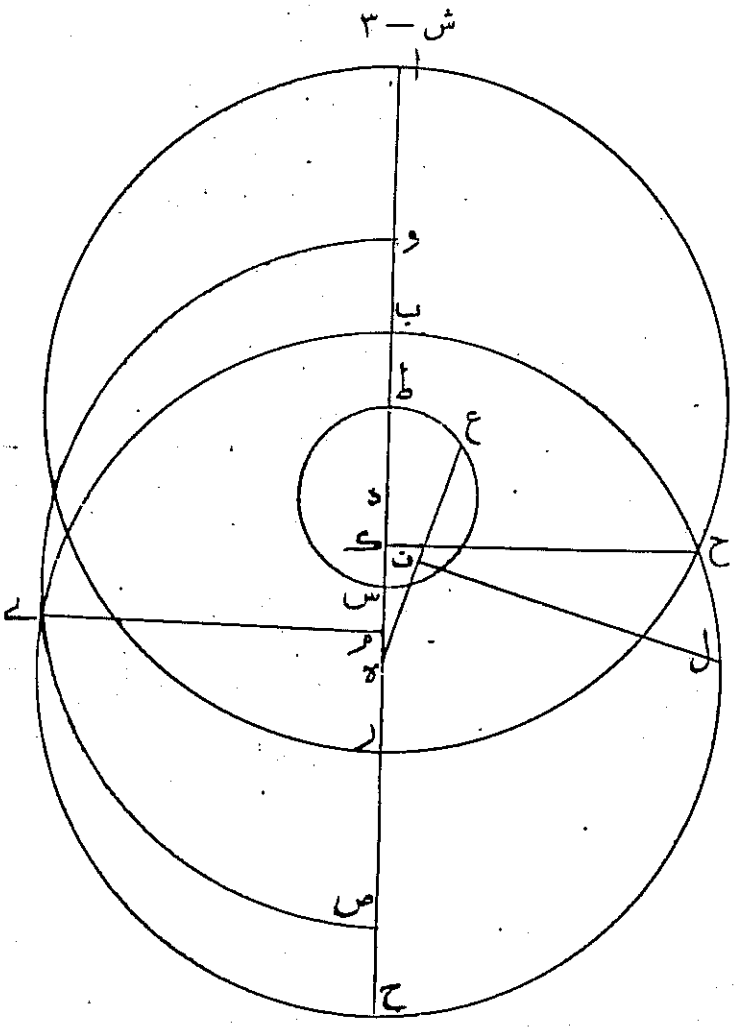
ش ـ ٢



واذا بلغ مركز الحامل نقطة ـ س ـ كان الاوج على ص ـ وبعده من ـ ه ـ يتضمن نصف قطر الحامل الاواحدا من الخطوط الثلاثة و ـ ه س ـ بعد الحضيض عن ـ ه ـ هو مجموع نصف قطر الحامل و ـ ه س ـ عند ذهاب الزيادة بالنقصان المتساويين يكون البعد الاوسط مساويا النصف قطر الحامل وقد تبادل الاوج والحضيض فى هذا الوضع الاخير لان نقطة ـ ص التى كانت على ـ ا ـ صارت عند ـ ص ـ اقرب الى الارض من نقطة ـ و ـ التى كانت حينئذ على ـ ز ـ

فاما نقطة ـ ح ـ التى هى للبعد الاوسط الايسر بسبب التقاطع فالعمود النازل منها على از ـ يقع على منتصف ا ـ ط ه وهو ـ ك ه

واما نقطة ـ ى ـ التى هى للتقاطع فى الوضع الاخير هو للبعد الاوسط الايمن والعمود منها يقع على ـ م ـ منتصف ـ ه س ـ ومعلوم ان مركز الحامل اذا كان على غير نقطتى ـ س ـ ط ـ وكأنه تحرك بحركته الى خلاف التوالى حتى صار على ـ ع ووصلنا ـ ه ع ـ ونصفناه على ـ ف ـ ثم اخرجنا من ـ ب ـ عمودا على ـ ه ع ـ محيطا الى دائرة ـ ب ح ج ـ ان ل ـ يكون البعد الاوسط الايمن وعليه يجتاز الحامل المخطوط ببعد نصف قطره على مركز ـ ع ه



فقد استبان كيفية انتقال البعد الاوسط الايسر من — ح
الى — ل — بانتقال المركز من — ط — الى — ع — واختلاف

ابعاد موضعه من اوج الفلك المعدل للمسير الذى الى مركزه قياس الحركة الوسطى المستوية .

ذكر ابعاد الكواكب الوسطى

فى افلاك تداويرها

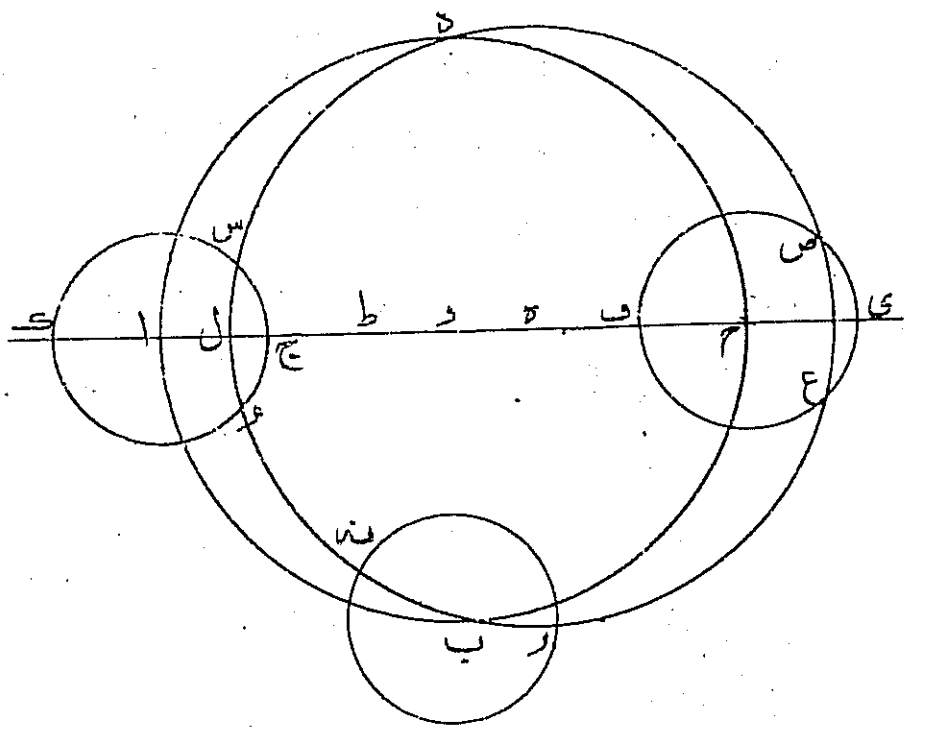
ومن البين ان البعد الاوسط فى فلك التدوير يكون على تقاطعه مع الحامل اذا كان قياس البعد الى مركزه، واما اذا كان على مركز العالم فان موضعه يختلف كل وقت، وليكن لتعريف ذلك اب ج د ـ حامل التدوير على مركز ـ ز ـ ومركز العالم ـ ه ويخرج فيه قطر ـ ا زه ح ـ ونفصل منه ـ ز ط ـ مساويا ـ ا زه فيكون ـ ط ـ مركز المعدل للمسير ونضع مركز فلك التدوير على ا ـ الذى هو اوج الحامل .

ومن شأن التدويران لا يحتمله مع حامله غير التصاغر عنه بمقدار لا يحيط معه بالارض بل يبعد عنها فلا يمر على شئ من حيزها لامتناع الدوران فيه بالممانعة واذا الذروة فيه ابعد مواضعه عن الارض وحضيضه اقربها الى الارض فانا اذا اخرجنا قطر ـ ح ا على استقامته كانت ـ ك ـ ذروة التدوير و ـ ح ـ حضيضه ثم نضع مركز التدوير ايضا على ـ ج ـ نظير الاوج فيكون ى ـ ذروته ـ ب ـ حضيضه فمتى كانت الابعاد مأخوذة من ز ـ

مركز الحامل كان اعظمها ـ زـ كـ وهو نصف قطره مزيدا عليه نصف قطر التدوير وكان اصغرها ـ زـ نصف قطر الحامل منقوصا منه نصف قطر التدوير ويكون نصف مجموعهما للبعد الاوسط ونصف قطر الحامل سواء ابلازيادة ولا نقصان ومتى اخذت الابعاد من ـ ه ـ مركز العالم كان الاعظم ـ ه كـ ـ وهو نصف قطر الحامل مضافا اليه ـ ه زـ مقدار الخروج عن الوسط وـ اكـ ـ نصف قطر التدوير وكان الاصغر ـ ه ف ـ نصف قطر الحامل مستثنى منه زه ـ ما بين المركزين وـ ف ج ـ نصف قطر التدوير ونصف مجموعهما للبعد الاوسط هو ايضا نصف قطر الحامل مجردا ولذلك ندير بعده على مركز العالم دائرة ـ ل ب د ـ وهى التى تحد البعدين الاوسطين فى فلك التدوير من عند ـ ه ـ موضع الرؤية اعنى ان موضعيهما عند الاوج نقطتا ـ س ـ م ـ منحطين عن تقاطعى التدوير والحامل.

وعند نظير الاوج نقطتى ـ ص ـ ع ـ مرتفعين عن التقاطعين المذكورين.

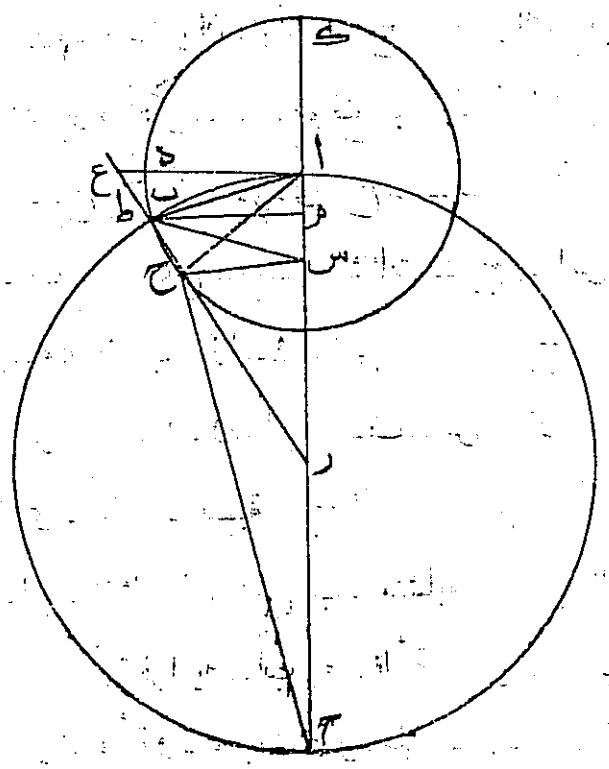
ش — ٤



ونضع مركز التدوير ايضا على — ب — فيكون البعد ان الاوسطان فيه نقطتى — ن و — اما — ن — فنحطة عن التقاطع واما و — فرتفعة عنه ومعلوم ان مركز التدوير اذا كان نحو نقطة — ن كان البعد الايمن منحطا والايسر على تقاطع التدوير والحامل عند ب — غير منحط ولا مرتفع وانه اذا كان نحو نقطة — و — بحيث

يجتاز على ـ ب ـ كان الامر بعكس ما ذكرنا اعنى ان الايسر يكون مرتفعا والايمن على نفس التقاطع المذكور ولمعرفة بعد التقاطع من الذروة نعود من هذا الشكل الى ما نحتاج اليه ونخرج ـ ا د ـ مماسا للحامل على ـ ا ـ و ـ ز ح ط ـ مماسا للتدوير على ـ ح ـ فمعلوم ان قوس ا ط ـ اعظم التعاديل اللازمة من التدوير وبمقدار ـ ه ـ زاوية ـ ا ز ط ـ ولكن مثلثات ـ ع ا ز ـ ا ح ز ـ ع ح ا ـ متشابهة فزاويتا ـ ع ا ح ـ ا ز م ـ متساويتان فقوس ـ د ح ـ بمقدار التعاديل الاعظم فى فلك التدوير ولكن ـ ب ـ موضع البعد الاوسط ليس على منتصف قوس ـ د ح ـ ولننزل عمودى ـ ح س ـ ب م ـ على ـ ا ز ـ ونصل ب ا ـ ب س ـ ب ح ـ فلتشابه مثلثات ـ ا ح ز ـ ا س ح ـ س ح ز ـ يساوى ضرب ـ ز ا ـ فى ـ ا س ـ مربع ـ ا ح ـ فضرب ـ ح ا الذى هو ضعف ـ ا ـ فى ـ ا م ـ نصف ـ ا س ـ اذن مساو لمربع ـ ا ح المساوى ـ لا ب ـ فنسبة ـ ح ا ـ الى ـ ا ب ـ كنسبة ـ ب ا الى ـ ا م ـ فمثلثا ـ ن ا م ـ ح ا ب ـ متشابهان لكن مثلث ـ ح ا ب فى نصف دائرة فزاوية ـ ا ب ح ـ قائمة وزاوية ـ ا م ب ـ تساويها فهى ايضا قائمة و ـ م ب ـ عمود على ـ ا ز ـ ونسبة ـ ز ا ـ الى ا ب ـ اعنى ـ ا ح ـ كنسبة ـ ب ا ـ الى ـ ا ص ـ فمثلثا ـ ز ا ب ب ا س ـ متشابهان لكن مثلث ـ ز ا ب ـ متساوى ساقى ـ ا ز

ز ب ـ مثلث ـ ب اس ـ متساوى ساق ـ اب ـ ب س ـ و ـ م منتصف قاعدته ـ فم ب ـ عموده ومتى كان ـ م ـ منتصف ـ اس لم يكن ـ اب ـ منتصف قوس ـ د ح ـ التعديل الاعظم كما استبان ذلك فى تقطيع الجيوب فقد ساوى التدوير فى هذا المعنى فلك الاوج ٠ ش ـ ٥ ـ



وذلك

وذلك انه اذا اخذ جيب التعديل الاعظم فيه كان ـ ا س ونصفه ـ ا م ـ وقوس هذا النصف هى ـ د ب ـ فاذا زيدت على ك د ـ الربع اجتمع ـ ك د ب ـ النطاق الاول الاوسط من اجل انه مقيس الى مركز الحامل •

والى هذا اجرى ابو معشر فى زيجه فقال لمعرفة البعد الاوسط فى فلك التدوير نضرب جيب نصف قطر فلك تدوير الكوكب فى مثله ونقسم على ضعف الجيب كله ونقوس ما يخرج ويزاد على ثلاثة ابراج فيجتمع بعد بعده الاوسط من الذروة •

وكأنه يعنى نصف قطر التدوير قوس ـ ا ب ـ وليست نسبة ـ ا ح ـ ضعف الجيب كله الى ـ ب م ـ جيبها كنسبة ب م ـ الى ـ م ا ـ ولكن نسبة ـ ا ح ـ الى وتر ـ ا ب ـ كنسبة وتر ـ ا ب ـ الى ـ ا م ـ و ـ ا م ـ هو الذى يحصل به مطلوبه ايضا فان قوس ـ ا ب ـ ان كان يأخذها التعديل الاعظم فليست به فانما التعديل الاعظم ـ ا ط ـ وان كان نصف قطر التدوير معلوما له فيجب ان نستعمله كما هو •

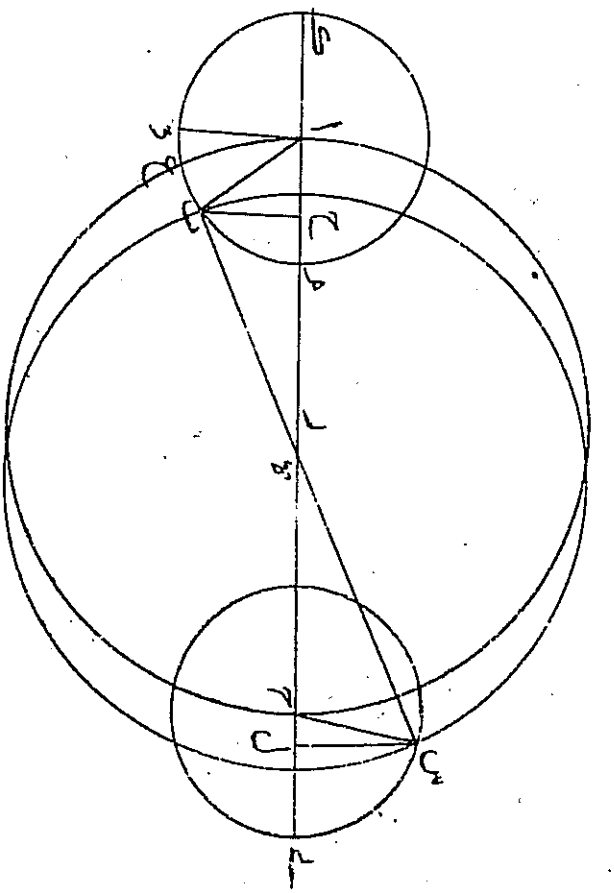
واما بالقياس الى مركز العالم فانا نفرض مركز التدوير على ـ ا ـ اوج الحامل ولتكن تقاطعه مع الدائرة التى تحد البعدين الاوسطين ـ ب ـ ونصل ـ به ـ فيكون مساويا ـ لز ـ و ـ ا ب

نصف قطر التدوير معلوم و ـ ز ه ـ معلوم فمثلث ـ ا ب ه ـ معلوم الاضلاع فعمود ـ ه ب ح ـ معلوم •

واذا حولناه الى المقدار الذى به ـ ا ب ـ الجيب كله ثم قوسناه كانت قوس ـ ب م ـ معلومة و ـ د ب ـ المطلوب هو تمامها فهو معلوم ـ فك ب ـ بعد البعد الاوسط المرى وهو النطاق الاول المعدل معلوم لكن نقطة ـ ع ـ معلومة البعد عن الذروة ـ فع ب ـ الانحطاط الاوسط معلوم، وكذلك نضع مركز التدوير على ـ ج ـ نظير الاوج وليتقاطع مع الدائرة التى تحد البعدين الاوسطين على ـ س ـ ونصل ـ س ه ـ فيكون مثلث ه س ح ـ معلوم الاضلاع ـ فس ل ـ الذى هو عموده يكون معلوما •

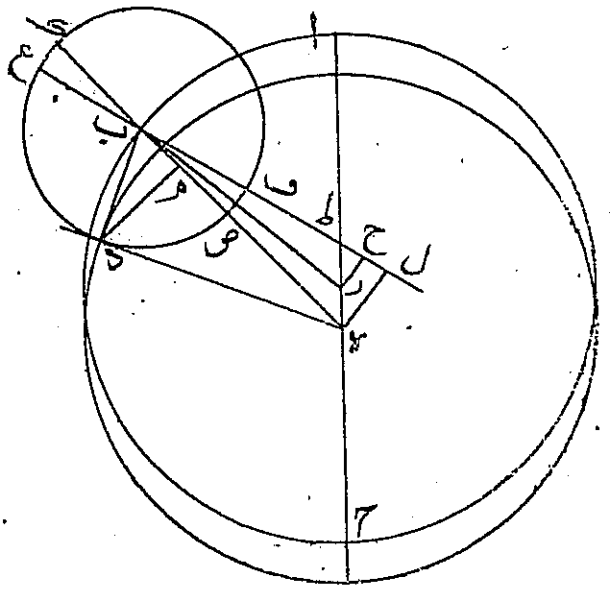
واذا حول الى المقدار الذى ـ س ج ـ الجيب كله ثم قوس صارت قوس ـ ى س ـ معلومة وهى مقدار نطاق الاول المعدل لكن نقطة ـ س ـ معلومة البعد عن الذروة ـ فس الارتفاع الاوسط معلوم، وانما سميناهما اوسطين لتساويهما فى اليمين واليسار و اختلاف غيرهما قسما •

ش — ٦



واما فى غير هـذين الموضعين فليكن مركز التدوير عـلى ب ـ ونخرج من ـ ط ـ الذى هو مركز المعدل للسير ـ ط ف م ع ـ فيكون ع ـ ذروة التدوير الوسطى التى منها مبدأ الخاصة التى تسمى ايضا حصة وتدويرا اوله (١) اوغير معدل و ـ ف ـ حضيض التدوير الاوسط •

ش — ٧



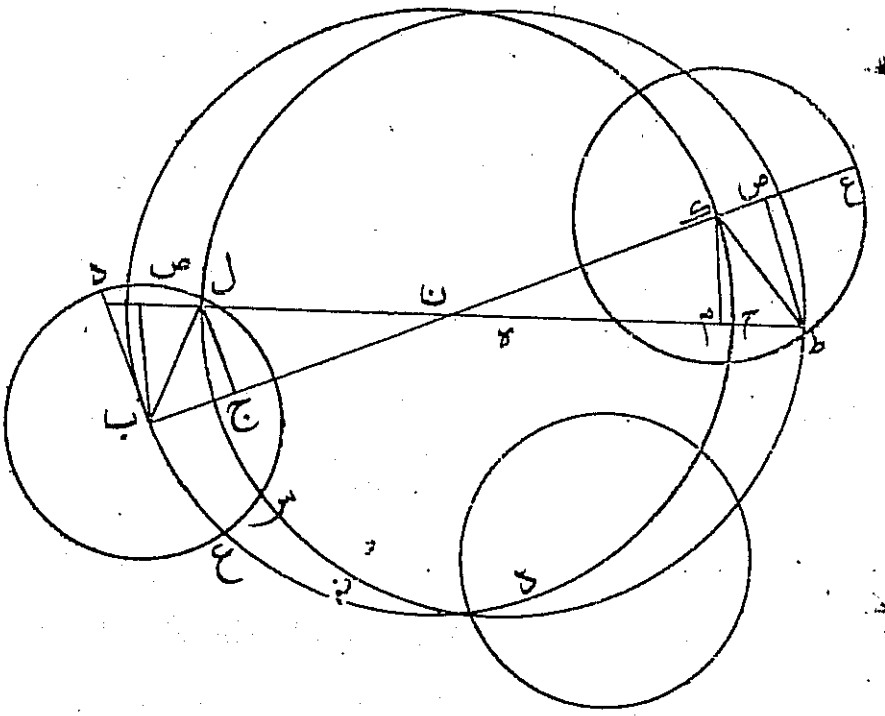
ونخرج من مركز العالم — ه ص ك — فيكون — ك — الذروة المرتبة التى منها مبدأ الخاصة اوالحصة اوالتدوير المعدلة و — ص حضيضه المرئى وليكن تقاطع التدوير مع الدائرة المذكورة نقطة د — وننزل عمود — د م — على — ه ك — وعمود — ه ل — على — ط ب

فزاوية ـ ا ط ب ـ بمقدار الطول غير المعدل ويسمى ايضا مركزا فمثلث ـ ه ل ط ـ اذن معلوم الزوايا وفيه ـ ه ط ـ معلوم فهو ايضا معلوم الاضلاع و ـ ز ح ـ نصف ـ ه ل ـ فح ـ منتصف ـ ا ط و ـ ز ب ـ معلوم ـ فح ب ـ معلوم وجميع ـ ل ب ـ معلوم ـ فه ب القوى عليه وعلى ـ ه ل ـ معلوم و ـ ه د ـ مساو ـ ا ز ب ـ فمثلث ه د ب ـ معلوم الاضلاع فعموده اعنى ـ د م ـ معلوم وهو بعد التحويل يكون جيب قوس ـ ص د ـ و ـ ك د ـ تتمتها الى نصف الدور وهو انطاق الاول المعدل معلوم ولان انحطاط تقاطع التدوير مع الدائرة التى تحد البعدين الاوسطين وقت كون مركز التدوير على الاوج هو الانحطاط الاوسط وارتفاعه وقت كونه على نظير الاوج هو الارتفاع الاوسط ولا يكونان من غايتيهما التى هى المقصودة فى الاستعمال .

فانا نضع مركز التدوير بحيث يمر محيطه على نقطة ـ ل من تلك الدائرة حتى تكون هذه النقطة موضع البعدين الاوسطين فى غاية انحطاطهما والآخران وقتئذ ارفع قليلا وذلك مما يختص به موضعان عن جنبتى الاوج اذا كان المركز عليهما اما الذى قبل الاوج فيكون فيه ـ ل ـ البعد الاوسط الايسر، واما الذى بعده فيكون فيه ـ ل ـ البعد الاوسط الايمن، ولنمثل باحدهما

فان الآخر منه يتصور ونضع المركز على ـ ب ـ حتى يكون ـ ل هو البعد الاوسط الايمن ونخرج ـ ب د ـ مماسا للحامل وننزل عمود ـ ل ح ـ على ـ ب ز ـ فلان ـ ب ز ـ نصف قطر الحامل و ـ ز ل ـ فضل ما بينه وبين ـ ا ل ـ المساوى ـ ا ز ه ـ ما بين المركزين و ـ ب ل ـ نصف قطر التدوير يكون مثلث ـ ب ل ز المعلوم الاضلاع معلوما و ـ ل ح ـ العمود و ـ ز ح ـ ح ب قسمى قاعدته و ـ ب ح ـ جيب قوس ـ د ل ـ فاذا حول الى المقدار الذى به ـ ب ل ـ الجيب كله صارت قوس ـ د ل ـ معلومة وهى غاية ما للبعد الاوسط من الانحطاط عن الربع لكن نقطة تقاطع التدوير مع الحامل معلومة فالانحطاط عنها معلوم ولنسم انحطاطا كليا ويكون بطلانه عند كون المركز على ـ ف ـ فان هذا البعد الاوسط يحصل حينئذ على نفس التقاطع وهو ـ ق الايسر حينئذ مرتفعا عن الحامل، واما انحطاط البعد الاوسط وهو س ع ـ حينئذ فيبطلانه عند كون المركز على ـ و ـ بحيث يصير الايسر على العقدة وغاية عظمه عند كون المركز على نقطة قبل الاوج بمقدار قوس ـ ا ب .

ش — ٨



وهكذا الحال فى غاية ارتفاع البعدين الاوسطين فى موضعين عن جنبتى نظير الاوج وليكن احدهما ايضا نقطة ـ ك ـ وعليه مركز التدوير وليمر محيطه على نقطة ـ ط ـ فيكون البعد الايمن وننزل عمود ـ ك م ـ على ـ ز ط ـ وعمود ـ ط ع ـ على ـ ز ى فلان ـ ك ز ـ نصف قطر الحامل و ـ ز ط ـ مجموعه الى ـ ج ط المساوى ـ لز ه ـ يكون مثلث ـ زك ط ـ معلوم الاضلاع ونسبة عموده الى ـ ك ز ـ كنسبة ـ ع ط ـ الى ـ ط ز ـ وبعد التحويل تصير قوس ـ ط ى ـ معلومة وتمامها هو الارتفاع الكلى ومنشؤه

من لدن كون المركز على ـ ب ـ لان البعد الاوسط الايمن يكون حينئذ على نقطة التقاطع ، فاما القوس التى بينها وبين ـ ف ـ فهى ضعف قوس ربع قطر التدوير وليسم قوس الوتر، واما بعد نقطة ـ ب من الاوج فان جيبه ـ ص ب ـ ونسبته الى ـ ب ز ـ نصف قطر الحامل كنسبة ـ ل ح ـ عمود مثلث ـ ز ل ب ـ الى ـ ل ز ـ فصل ما بين نصف قطر الحامل وبين ما بين المركزين اعنى ـ ز ه ـ فقوس ا ب ـ معلومة وليسم قوس بعد الغاية .

ويشبه الاعمال التى بها ننقل تعديل التدوير فى الزيجات من المقدار المحسوب فى البعد الاوسط الى الواجب له فى كل بعد ننقل هذا الارتفاع والانحطاط الكليين الى مقداريهما فى جانبى اليمين الى اليسار فى كل بعد اذا تصور امامه اوائل النطاقات البعدية ومنشؤ الارتفاع والانحطاط وفناؤهما ، وذلك ان مبدأ النطاق الاول هو الاوج ومبدأ الثانى يبعد عن الاوج بمقدار النطاق الاول ومبدأ الثالث فى مقابلة الاوج ومبدأ الرابع يكمله الاول الى الدور اعنى قبل الاوج بمقدار النطاق الاول .

واما منشؤ الانحطاط فهو حول مبدأ النطاق الرابع اما البعد الاوسط الايسر فقبله بمقدار قوس الوتر، واما الايمن فبعده بمقدارها واضمحلالها فى مقابلتى المنشئين اعنى ان فناء الايسر قبل مبدأ النطاق الثانى بقوس الوتر وفناء الايمن بعده بها وغاية الانحطاط حول الاوج

بقوس بعدغايته للايسر قبله واللايمن بعده وحال الارتفاع على صورة مشابهة الانحطاط، اما منشؤه فحول مبدأ النطاق الثانى فقوس الوتر الايسر قبله واللايمن بعده، واما فناؤه فحول مبدأ النطاق الرابع بقوس الوتر الايسر قبله واللايمن بعده وغاية الارتفاع حول نظير الاوج على موضعين يبعد ان عنه بقوس بعد غاية الارتفاع الايسر قبله واللايمن بعده فمتى كان مركز التدوير معلوم الموضع كان معلوم الموقع من هذه الحدود التى عددناها ولا محالة ان قصدنا يكون معينا اما الارتفاع واما الانحطاط فاستعملنا فيه قوس غايته دون الغاية الاخرى ويكون ايضا مفروض الجانب من اليسار واليمين فقصدنا مبدأه ان كان متزايدا وموضع فنائه ان كان متناقصا ولم يختلط احدهما بآخر.

فان كان المركز فيما بين موضعى المنشأ والغاية التى له أخذنا من الكلى بمثل قدر بعد المركز من المنشأ بان نضرب بعد المركز من منشأ المقصود فى كلية وتقسم ما بلغ على بعد موضع غايته من منشئه فيخرج الانحطاط او الارتفاع المطلوب فى الجانب المقصود ومتى عرف الانحطاط او الارتفاع للوقت المفروض صار موضع البعد الاوسط من فلك التدوير لذلك الوضع من الفلك الحامل معلوما.

والذى نحتاج اليه فى هذه الاعمال هو ما بين المركزين اعنى

جيب التعديل اللازم فى فلك الاوج، والذى تقدم ذكره من التعاديل العظمى فهى اللازمة من المعدل للمسير واذا أخذت جزئيها ونصفت خرج ما بين مركز العالم وبين مراكز الحوامل لانها على منتصف ما بينه وبين مراكز المعدلات للمسير •

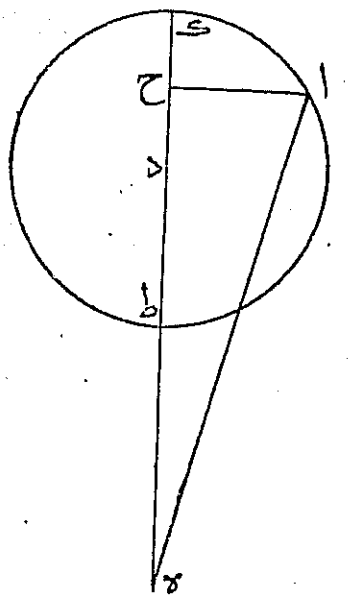
والذى فى كتاب المجسطى من ذلك فهو لزحل ثلاثة اجزاء واربع وثلاثون دقيقة، وللمشترى جزآن واحدى واربعون دقيقة ونصف، وللمريخ ستة اجزاء وثلاث وثلاثون دقيقة ونصف، وللزهرة جزء وخمس عشرة دقيقة، ولعطارد على اول مقادير ثلاثة اجزاء وعلى اكثرها تسعة اجزاء •

اما الاول فحين يكون مركز الحامل من الدائرة الحاملة اياه على مركز المعدل للمسير وليكن ـ ط ـ ومركز العالم ـ ه ـ وانما الاكثر فوقت اتحاد اوحى (١) الحامل والمعدل للمسير حتى يكون المركز على الدائرة الحاملة على ـ ك ـ الذى على استقامة ـ ه ط د واما فى سائر الاوقات وليكن مثلا على ـ ز ـ فيكون ـ ه ز ـ ما بين مركز العالم والحامل وهو المطلوب دون ـ ه ط ـ الذى هو جيب التعديل الاعظم وقوس ـ ز ك ـ مساوية لبعد مركز التدوير من الاوج نحو التوالى فجيبها ـ ز ح ـ وجيب تمامها وهو ـ ح د معلوم فاذا حولا الى المقدار الذى به ـ زك ـ ثلاثة اجزاء وزيد ـ ح د ـ على ـ د ه ـ وهو ستة اجزاء ونقص منه بحسب وضع ـ ح

عن مركز ـ د ـ حصل ـ ح ه ـ وعليه وعلى ـ ز ح ـ يقوى هذا المطلوب •

فاما انصاف اقطار التداوير على ما فى كتاب المجسطى فانها لزحل ستة اجزاء ونصف، وللمشترى احد عشر جزأ ونصف، وللمريخ تسعة وثلاثون جزءا ونصف وللزهرة ثلاثة واربعون جزأ وسدس ولعطارد اثنان وعشرون جزأ ونصف وتتبعها مقادير التعاديل العظامى اللازمة من التداوير •

ش — ٩



والمحدثون فيها تبع لثاون الاسكندارنى وهى فى القانون لزحل ستة اجزاء وثلاث عشرة دقيقة وللمشترى احد عشر جزأ وثلاث دقائق، وللمريخ احد واربعون جزأ وتسع دقائق وللزهرة

خمسة واربعون جزأ وتسع وخمسون دقيقة، ولعطارد اثنان وعشرون جزأ ودقيقتان وكذلك هى فى المجسطى •

واما فى زيج بن الاعلم فلزحل بنقصان خمس وعشرين دقيقة وللزهرة بزيادة تسع دقائق، ولعطارد بزيادة عشرين دقيقة •

واما فى زيج الشاه فلزحل خمسة اجزاء واربع واربعون دقيقة •

وربما كان فى بعض النسخ انقص بثمان ثوانى وفى بعضها بدقيقة وللمشترى عشرة اجزاء واثنتان وخمسون دقيقة، وعند ابى معشر بنقصان ثمان ثوانى وللمريخ احد واربعون جزأ وثلاثون دقيقه ويوجد فى بعضها بنقصان دقيقة وهى عند ابى معشر كما فى القانون، وزيادة خمس ثوانى وللزهرة سبعة واربعون جزأ واحدى عشرة دقيقة وربما نقصت فى بعض النسخ دقيقة، ولعطارد احد وعشرون جزأ وثلاثون دقيقة وربما نقصت فى بعض النسخ قريبا من نصف دقيقة وهى عند ابى معشر كما فى القانون والفزارى والخوارزمى فيها على مثل ما فى زيج الشاه اذهو مذهب الهند •

وكان يجب ان يكون يعقوب بن طارق معهما والذى فى زيجه للمشترى بنقصان اثنين وعشرين دقيقة، وللزهرة بنقصان خمس وخمسين دقيقة •

واما السرخسى فتابع فى زحل زيج الشاه وفى الباقية القانون واما بلس فانه وضع التعاديل العظمى محيطات التداوير الحاملة

من ضرب التعاديل فى ثلاثمائة وستين وقسمة المبلغ على الجيب كله الذى هو عنده سبعة وخمسون جزأ وثمانى عشرة دقيقة، اما تعديل زحل فستة اجزاء واثنتان وعشرون دقيقة ومحيط تدويره اربعون، واما تعديل المشترى فاحد عشر جزأ واثنتان وثلاثون دقيقة ومحيط تدويره اثنان وسبعون، وتعديل المريخ اربعون جزأ واثنتان وثلاثون دقيقة ومحيط تدويره مائتان وخمسة وخمسون، وتعديل الزهرة خمسة واربعون جزأ وخمس عشرة دقيقة ومحيط تدويرها مائتان وتسعون، وتعديل عطارد احد وعشرون جزأ وست وثلاثون دقيقة ومحيط تدويرها مائتان وتسعون، وتعديل عطارد احد وعشرون جزأ وست وثلاثون دقيقة ومحيط تدويره مائة وخمسة وثلاثون.

دائرة المعارف بحيدر آباد الدكن كتابخانه ١٣٦٢

واما فى سائر زيجاتهم فتقولها مضطربة لا تعتمد والذلك اعرضت من حكايتها.

ذكر النطاقات

فى كلا الفلكين على المذهب المشهور

التغاير الكائنة فى كل واحد من فلك الاوج وفلك التدوير نوعان احدهما الابعاد المحصورة بين غايتين فى العظم والصغر وواسطة بينهما وقد تقدم انقسام الفلكين بها نطاقات اربعة.

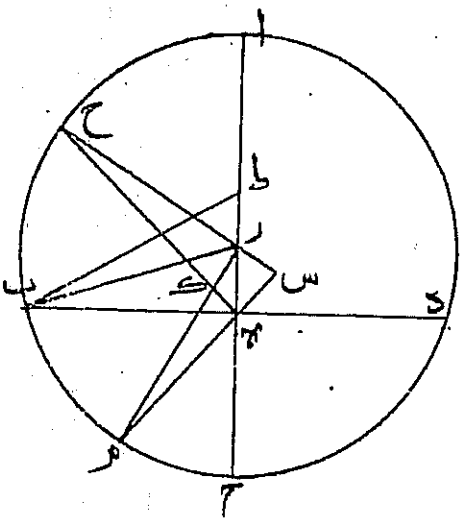
والنوع الثانى الاختلافات فى الحركة من جهة اختلاف مابين المركزين فالحركة عند الاوج فى غاية البطؤ وعند نظيره فى غاية السرعة وعند نقطتين بينهما على طرفى الوتر القائم عند مركز العالم على القطر المار بالاوج ونظيره هى على حالته الوسطى المستوية وعليهما يكون اعظم التعاديل كما انه يبطل اصلا عند الاوج ونظيره لاتحاد الخطين الخارجين اليهما من المركزين .

وبهذه النقط الاربع انقسم فلك الاوج الى نطاقات اربعة والتصوير ينبىء عن ذلك ويعين على الاحاطة به .

فليكن ـ اب ج د ـ فلك الاوج على مركز ـ ز ـ الخارج عن ـ ه ـ مركز العالم ونخرج فيه القطر المار على المركزين فيكون ـ ا ـ اوجه و ـ ج ـ نظير الاوج وهما مبدءا النطاق الاول والثالث واما لمبدئ النطاق الثانى والرابع على هـذا الرأى الاخير الذى نحن فى حكايته فلنجز وتر ـ ب د ـ على مركزها ـ قائما على قطر ـ ا ج ـ فتكون نقطتا ـ ب د ـ النطاقين المذكورين من اجل ان التغاير فى التعديل يكون عند نقط ـ اب ج د الاربع اما عند نقطتى ـ ا ج ـ فيبطل التعديل اصلا لاتحاد الخطين الخارجين من ـ زه ـ اليهما ثم يكون تفاضله عندهما عظيما ، واما فى سائر النقط فان الخطين المذكورين يتباينان ويحيطان بزاوية التعديل كزاوية ـ زب ه ـ وهى اعظم زوايا التعاديل التى تتقدمها

وتتأخر عنها اعنى المتقدمة مثل التى على ـ ح ـ وينزل لها عمود زك ـ على ـ ه ح ـ ولقوة ـ ه ز ـ على ـ ه ك ـ ز ك ـ يكون زه ـ اعظم من ـ ز ك ـ لكنهما وتران فى الدائرتين المحيطتين بمثلثى ـ زك ح ـ د ه ب ـ القائمى الزاوية وهما مساويتان لدائرة ا ب ج د ـ لان نصف القطر فى ثلاثتها على مقدار واحد ـ فزه وتر قوس اعظم من قوس وتر ـ زك ـ فزاوية ـ زب ه ـ اعظم من زاوية ـ ز ح ه .

ش ـ ١٠



واعنى بالمتأخرة مثل التى على نقطة ـ م ـ وننزل لها عمود ـ ز س على ـ م ه ـ وبمثل ماتقدم فى قياس ـ زس ـ الى ـ ز ه ـ حتى يستبين

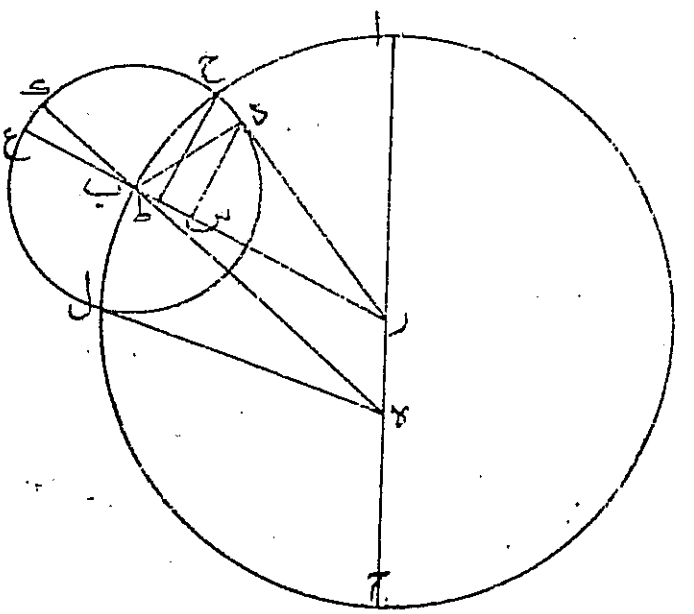
ان ـ ز ه ـ اعظم من ـ ز س ـ فزاوية ـ ز ب ه ـ تكون لذلك اعظم من زاوية ـ ز م ب ـ فموضع ـ ب ـ للتغير فى التعديل لانه فيه على اعظم مقاديره وتتفاضل برر (١) حواله والتعاديل تنشؤ من عند ـ ا ـ اليها متزايدة وتقف عندها على اعظم مقاديرها ثم ترجع من لدنها الى حدود متناقصة وكذلك الحال عند نقطة ـ ج ـ فان كان هذا الفلك حامل تدوير احد الكواكب كانت نقطة ط ـ مركز المعدل للسير وكان اعظم التعاديل عند نقطة ـ ب ـ ليتغير فيها سوى المقدار بسبب انتقال ـ ه ز ـ الى ـ ه ط ـ وهكذا الحامل عند نقطة ـ د ـ فى احد التعاديل من ـ ج ـ اليها متزايدا ومنها الى ـ ا ـ متناقصا .

ولمعرفة مثل ذلك فى التدوير فليكن ـ ك ل د ـ فلك التدوير ومركزه ـ ب ـ على حامله ونخرج اليه من مركزى الحامل والعالم خطين يحدان ذروتى ـ ك ع ـ ونخرج من ـ ز ـ قطر ز د ح ـ مماسا لفلك التدوير على ـ د ـ وهو موضع اعظم التعاديل لان الخطوط الخارجة الى ماسوى نقطة ـ د ـ ونظيرتها من الجانب الآخر يقع فيما بين الخطين المماثلين فزاوية ـ ب ز ح ـ اعظم من كل زاوية تحيط بها ـ ب ز ـ واحد تلك الخطوط ونصف قطر التدوير يكون جيب هذه الزاوية وهو عمود ـ ح ط ـ على ب ز ـ لان كل واحد منه ومن ـ ب د ـ عمود خارج من احد

(١) كذا فى الاصل

طرفى قوس على القطر الناشئ من طرفها الآخر ، وقد قدمنا ان عمود ـ د س ـ يقوم فى فلك التدوير مقام الوتر الذى حد فى فلك الاوج موضع غاية التعديل وان نقطة ـ س ـ تقوم مقام مركز العالم اعنى ان نسبة ـ س ب ـ الى ـ د ع ـ كنسبة ما بين المركزين فى فلك الاوج الى نصف قطره فقوس ـ ك ذ ـ مساوية للنطاق الاول الاوسط الذى لا يتغير وانما جعلناه فى هذا الجانب لئلا تتشوش الصورة باخراجنا ـ ه ل ـ مماسا للتدوير وقوس ك ع ل ـ هى النطاق المعدل فى الوقت واليه تقاس الخاصة المعدلة لان مبدأها من ذروة ـ ك ـ والنطاق الاول والرابع فى كلا الفلكين يسميان صاعدين والباقيان هابطين .

ش — ١١



وذلك اما بقياس مركز يهما الى مركز العالم فان كل واحد منهما صاعد من حقيقة السفل وقد اسعد النطاقين معه وبقى الباقيان هابطين عنه، واما لكونهما فوق البعد الاوسط فكون الآخرين تحته فاما الكوكب فانه يكون فى النطاق الاول الصاعد منحدرا وفى الثانى الهابط هابطا وفى الثالث الهابط صاعدا وفى الرابع الصاعد صاعدا •

ومما يتضح به رجحان الطريق الاول الذى انقسم فيه الفلك بالبعدين الاوسطين على هذا الثانى الذى انقسم فيه بموضعى التعديل الاعظم، ان التعديل هو الذى يكسب المسير سرعة وبطوءا والسرعة اذا كانت مطلقة غير محمولة على فلك يحصرها فهى غير محدودة لقبولها الافعل من الازياد بالقوة وكل قابل للزيادة فهو مبتدىء من اصغرها بالفعل ووراءه عدمه ثم الانعكاس على مدارج التزايد فى السرعة والرجوع على مسالكه فيه نحو المبدأ هو التباطؤ والبطؤ محدود بسبب انتصاب المبدأ له غاية للسكون ومتى كانت الحركة من ذروة التدوير الى خلاف التوالى كالتى للقمر عند بطاميوس كان البطؤ فيها كما هو عند الاوج فى فلكه ولكن حركة الكواكب الخمسة فى تدويرها تكون من الذروة الى التوالى مصافرة لحركات مراكزها فلذلك صارت سرعتها عند الذروة وبطؤها فى حضيض التدوير وفيما بين موضعى التعديل

الاعظم

الاعظم فى القطعة السفلى نقطتا الوقوف على المسير اصلا من احدهما ينشؤ الاسراع الذى ينتهى بالتزايد الى غايته عند الذروة الى الآخر يتناهى بالتناقص •

والحال الذى بينهما من الجهة السفلى يخالف الذى بينهما من الجهة العليا مخالفة الوجود للعدم وهو الرجوع فى المنظر الى خلاف التوالى، ويلحقه النشؤ بالتزايد من احدهما والبطلان بالنقصان عند الآخر كما لحقت الاستقامة بينهما فان كان يقسم الفلك نطاقات بحسب المسير ولوازمه فما لمانع ليت شعرى عن قسمته بنقطتى المقامين حتى يكون النطاق الاول من وسط الاستقامة الى المقام الاول والثانى من المقام الاول الى وسط الرجوع والثالث من وسط الرجوع الى المقام الثانى والرابع من المقام الثانى الى وسط الاستقامة ولامانع عن ذلك غير ادعاء اثر يظهر فى ذلك ويخفى فى هذا كالبحارين والمدود ودون ذلك خرط القتاد بل الرجوع والاستقامة اولى بظهور الاثر فى امثال ذلك من تغير التعديل من زيادة الى نقصان الا ان يدعى فيه اثر خارج عن القوانين المتقاربة للطبيعة من صناعة احكام النجوم، ولن يجترى على مثله الامن يكون الموق قائده والخزلان سائقه •

وسيزداد هذا المعنى وضوحا عند ذكرنا الممر السمكى فان مرجوعه الحقيقى نحو الطريق الاول دون الثانى •

ومن الواجب عقب ماقررناه ان نخرج كلا الطريقين

الى الفعل لمن اراد استعمالها ولا بد فى ذلك من البناء على المقادير الموجودة فيما بين المراكز وعلى اقطار التداوير ولن يسمع الطباع المجرد عن آفة التعصيب ووصمة الاضرار والتغلب باستعمال شيء من ذلك الاماظاهره العيان اواقترن بخبر برهان •

وهذه حال بطاميوس الموفق فان اعماله من اعمال غيره قائمة مقام اليقظة من المنام وحاله محل العيان من اضغاث الاحلام واذ لم يساعدنا الزمان الى الآن على تولى الاعتبار فيما عدا الشمس فانا نستعمل من ذلك ما فى المجسطى ونقول •

اما النطاقات الاوجيته فان اولها بحسب الرأى الاول للشمس هو ان يجعل التعديل الاعظم جيبا فيكون ما بين المركزين ويؤخذ قوس نصفه ويزاد على تسعين فيجتمع النطاق الاول ويكمله الى الدور الذى هو ثلاثمائة وستون هو مبدأ النطاق الرابع، ولا نشغل بذكر الثالث فان مبدأه ابدا من نصف الدور والى هذه النطاقات تقاس حصة الشمس غير المعدلة •

واما بحسب الرأى الثانى فيجب ان يجمع التعديل الاعظم الى تسعين فيكون مقدار النطاق الاول وينقص التعديل الاعظم من مائتين وسبعين فيبقى مبدأ الرابع واليها ايضا تقاس الحصة غير المعدلة •

فاما قانون الحصة المعدلة ان اريد القياس عليها فالربع التام

والثلاثة الارباع التامة من غير زيادة او نقصان هذا اذا كانت الحركات الوسطى وتعاديلها موضوعة فى الزيج من غير تلطف صاحبه لتسهيل عمل او تعميمه فان من اصحاب الزيجات من يلفى من اصول الحركات اساسا يضعها فى جداول التعاديل وهى يعود اليها عند تمام العمل بالتعديل فاما قبل ذلك فلا معتبر عليها الا اعتبارا جزئيا مختصا فى كل زيج باغداد على حدة .

وهؤلاء مثل حبش الحاسب فى اعمال القمر، ومثل ابى الفضل ابن ماشاء الله فى اختصاره لزيجى الخوارزمى وحبش ومثل كوشيار بن لبان فى زيجه الجامع ، ومثل ابى العباس الحوالفسى فى اختصاره لزيج البتانى وعلى مثله الحال فى نطاقات الكواكب فى افلاك اوجاتها اذا استعملت منها تعاديلها العظمى اللازمة من المعدل للسير وقد تقدم ذكر مقاديرها واليها تقاس اطوالها اومراكزها غير معدلة فان قياس المعدلة بالارباع التامة .

واما القمر ولا تستعمل فيه الانطاقات التدوير فان من ارادها فى فلك اوجه اعتبرها ببعده المضاعف وذلك لان مركز تدوير القمر يوافى الاوج فى الاجتماعات والاستقبالات معا ويوافى نظير الاوج فى التربيعين .

واما النطاقات التدويرية فاذا اعتبر فيها بتعاديلها ما اعتبر فى الاوجية حصلت مقاديرها بالتقريب بكلا الرأيين .

فاما على الرأى الاول فتعتبر الخاصة معدلة بنصف تعديل المركز لتصير مقيسة الى ذروة يوجبها الفلك الحامل فيما بين الوسطى التى يقتضيها المعدل للسير وبين المرتبة من مركز العالم الحاصلة بكل تعديل المركز •

واما على الرأى الآخر وتعتبر الخاصة المعدلة بكل تعديل المركز وذلك لان التحقيق فيه يطول وطرقه منفتحة فيما تقدم •

وللحسن بن على بن عبدوس كتاب فى المدخل الى صناعة الاحكام ذكر فيه وهذا كلامه •

ان اكثر من تعرض من المصنفين لذكر المناطق اخطأ فى اكثر ابوابه أوسها عنه وخاصة فى امر القمر لتشعب حركاته وبعض المتأخرين من اهل بغداد رام الخوض فيه فاخطأ فى القمر خطاء فاحشا لم يتنبه عليه احد من اهل زمانه وذكر ان القمر فى وقت الاجتماع يكون فى ذروة فلك تدويره وغلط فيه وانما يكون مركز فلك تدويره فى ذروة فلكه الخارج المركز حينئذ بوسط مسيره •

واما القمر وقت الاجتماع فانه يكون فى جميع المواضع من فلك تدويره، وقال ان للقمر فى فلك تدويره اربعة اوتارها انصاف فيصير ثمانية ولأنه يقطع فلك تدويره فى كل شهر مرتين يتضاعف هذه الاوتار فيصير ستة عشر، وغلط فيه فان القمر يقطع

تدويره فى سبعة وعشرين يوما وثلاث عشرة ساعة وثلث، وانما يقطع مركز تدويره الفلك الخارج المركز فى كل شهر مرتين •

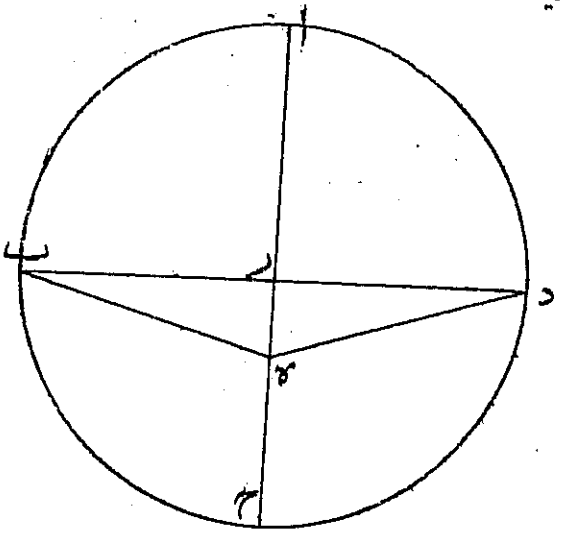
ثم استعمل فى معرفة اجزاء مناطق تدويره التعديل الثانى المركب الحادث بحسب ابعاده من الشمس بدل التعديل الاول المفرد الذى يعرض له فى حركة الاختلاف، واخطأ فى مقادير مناطق الشمس فجعل الاولى والرابعة اصغر من الثانية والثالثة •

ونحن فلم نقف على كتاب من ذكر ولكن حكايته ان كانت صادقة ولم يكن من عض الانامل من الحنق دلت منه على سماع غير محصل وهكذا حال اكثر طبقة الاحكاميين يتحذلقون باشياء تلج مسامعهم فلا يتحققونها ويكفيهم التهويل بذكرها واحد انصاف الاوتار لايراد الستة عشر سخف وكأنه قصد ازدواجات الابعاد الاربعة فى فلك التدوير اعنى الابعد والاقرب والاوسطين مع الاربعة فى الحامل فأنها تكون ستة عشر ولكنها بتساوى الاوسطين تصير تسعة فاما ان يكون فى فلك التدوير ثمانية لم يصر بتكرر الدورستة عشر سواء كان الدور للقمر اولمركز فلك التدوير فليس عن تصييرها اثنين وثلاثين فى الشهرين واضعافهما فى اضعافهما مانع وان كان تنصيف تلك الاوتار من اجل آثار البحارين فان انصاف الترابيع فى الحامل اولى •

والذى حكى من قصور المنطقيين العليين عن السفليين

فلا اعرف له وجها الا انه قسم فلك الاوج ارباع متساوية على نقط ـ اب ج د ـ و ـ ا ـ منها هو الاوج ثم اخذ مقوماتها فصار مقدار المنطقة الاولى كزاوية ـ اه ب ـ وهى انقص من القائمة لانها تقابل زاوية ـ ا ز ب ـ من داخل المثلث وعلى مثله زاوية اه د ـ التى بها ترى منطقة ـ ا و ـ الرابعة وصارت منطقة ـ ب ج الثانية مرتبة بزاوية ـ ب ه ج ـ الخارجة من مثلث ـ ه زب وعلى مثله منطقة ـ ح د ـ الثالثة المرتبة بزاوية ـ ج ه د ـ وذلك ما اردنا ان نبين •

ش ـ ١٢



ذكر الزيادات

والنقصانات التى توصف بها الكواكب

اما فى النطاقات الاوجية المعمولة على الابعاد بحسب الرأى الاول فانه يلحق الكوكب قضايا القرب والبعد فى الادراك البصرى

فان الكواكب عند اوجاتها ترى اصغر قدرا واندر نورا وعند نظائر الاوجات اكبر قدرا وأوفر نورا وبالضرورة يكون عند البعدين الاوسطين على حال التوسط والاعتدال الذى لها منها ثم يكون فى النطاق الاول والثانى زائدة فى النور والعظم لهبوطها وتزايد قربها وفى النطاق الثالث والرابع ناقصة منهما لصعودها وتناقص قربها وهذا على مثال من يسمى القمر بزيادة النور من الهلال الى الاستقبال وبنقصان النور من الاستقبال الى الهلال ٠

فاما من يرى فيه انه ناقص النور فى النصف الذى يتوسطه الاجتماع ويحيط به التربيعان وزائد فى النور فى النصف الذى يتوسطه الاستقبال معتبرا فيه تساوى النور والظلمة فيما يدرك من جرمه ذلك عند التربيعين فان مثاله فى الكواكب ان تكون فى النطاق الاول والرابع ناقصة فى النور والعظم اى عن المقدار المعتدل وفى النطاق الثانى والثالث زائدة فيهما اى على ذلك المقدار ٠

اما فى النطاقات الاوجية المعمولة على قضايا الحركة ومقدار التعديل فانه يلحقها ما كان لحقها فى الاولى من امر النور والعظم ولكن بالتقريب فليست مباديها مطابقة للابعاد الوسطى وتلحقها فيها ايضا زيادات ونقصانات اخر وهى انواع، فمنها نوع المسير لانه فى فلك الاوج عند بطئ وعند نظيره سريع وعند مبدئ النطاقين الزوجين متوسط، فهى اذن فى الاول آخذة من البطؤ الى التوسط،

وفى الثانى آخذة من التوسط الى السرعة ، وفى الثانى آخذة من السرعة الى التوسط ، وفى الرابع آخذة من التوسط الى البطؤ ، ومنها التعديل فانه فى النطاقين الفردين متزايد آخذ من القلة الى الكثرة وفى النطاقين الزوجين متناقص آخذ من الكثرة الى القلة يعنى فى فلك التدوير وحال التعديل فيها على مثله اعنى انه زائد فى الفردين وناقص فى الزوجين ومنها الحساب فانه فى الاول والثانى ناقص فيه لقصور المقوم فيهما عن الوسط ووجوب نقصان التعديل وفى الثالث والرابع زائد لزيادة المقوم فيهما على الوسط بوجوب زيادة التعديل ومنها العدد فانه فى الاول والثانى زائد فيه وفى الباقين ناقص وكان هذا بسبب سطرى العدد وانحطاط احدهما وارتفاع الآخر وبسبب تزايد القرب من الارض اوبسبب تزايد الاعداد المقدرة للعظم اوامثال ذلك وهذا مما يعم الشمس ومراكز تدوير الكواكب .

واما فى فلك التدوير فيجب ان يجرد ذكرها اولا عن حركة مركزه ومتى توهمناه ساكنا والكوكب على محيط سائرا فان احوال القمر فيه تكون على مثال احوال الشمس فى فلك الاوج وترى حركته فى القطعة العليا منه الى خلاف التوالى وفى القطعة السفلى الى التوالى وتكون احوال الكواكب فيه على خلافه اعنى فى القطعة العليا الى التوالى وفى السفلى الى خلاف التوالى .

ثم اذا قرن بها للمركز حركة وهى لامحالة الى التوالى

تغيرت الحالات بحسب مابين الحركتين من النسبة وتكون السرعة للقمر فى القطعة السفلى وللكواكب فى القطعة العليا لاجتماع الحركتين اعنى حركة الكوكب وحركة المركز نحو جهة واحدة •

واما فى القطعة العليا للقمر فالحركتان مختلفتا الجهتين ومايخص حركة القمر من الحوامل يسير بالقياس الى حركة المركز فلذلك تصير فى حركة القمر نقصان من حركة المركز وذلك النقصان سببا للبطؤ ولهذا صارت الزيادات والنقصانات فى مناطقه على هيأة ما تقدم فى الشمس فاستغنى عن اعادته •

واما فى القطعة السفلى للكواكب وحركتها فيها على خلاف حركة المركز فمعلوم ان حصة حركة الكوكب من الحامل متى كانت انقص من حركة المركز لم يخالف موجب حركة القمر فى اعالى تدويره من التسبيط والابطاء وانها متى كانت مساوية له اوجبت الوقوف لتكافىء الحركتين نحو جهتين ومتى كانت ازيد وهى الى خلاف التوالى لم يكن وراء الوقوف غير الرجوع فالمسير اذن فى الكوكب يكون فى النطاق الاول والرابع مستقيما •

فاما فى الرابع فآخذا من البطؤ الى السرعة واما فى الاول فآخذا من السرعة الى البطؤ واما فى النطاق الثانى فهو قبل المقام الاول على استقامة ونحو البطؤ وبعده يرجع ونحو السرعة فيه •

واما فى النطاق الثالث فيكون قبل المقام الثانى برجوع

ونحو البطؤ فيه وبعده باستقامة ونحو السرعة فيها والمناسبة التى قدرها الباى سبحانه بين حركة الشمس وبين حركات الكواكب فى فلك التدوير ارتبط امر رجوعها بالشمس ٠

ولم يتصور القدماء هذا الرجوع بحق سببه فى الفلك الخارج المركز او التدوير وربما لم يصوروه لعوامهم بما تعجز عنه افهامهم فعبر والهم عنه برباطات واصلة بينها وبين الشمس ولذلك زعم اتباعهم ان استرخاء وتر الكوكب يكون فى النطاقين الفردين وخرقه فى الزوجين ورأوا ان هذا الرباط اذا اشتد وحزق صرف الكوكب عن وجهته راجعا واذا حزق ثانية صرفه عن الرجعة الى الاستقامة وذلك بالجذب والمد وهو على سخافته ربما يطرد فى الزهرة وعطارد على مثال الارجوحة اذا مدها ماد بحبل عن غايتى ترجحها فى الجانبين ٠

واما فى العلوية فليت شعرى اذا كان الرباط بمقدار المقام الاول والثانى وحزقه عندهما كيف يزداد بعد الحزق وليس بعد تناهيه غير الانقطاع والانفصام واذا صرفها الحزق عن الاستقامة كيف يزداد بعده ولم لا تدوم الرجعة باسترخاء الوتر بعد حزقه ٠

واما حال التعديل فى هذه النطاقات فهو كما تقدم فى الاوجية اعنى انه زائد فى الاول والثانى وناقص فى الباقين ٠

واما الحساب فعلى عكس ما فى فلك الاوج اعنى انه زائد

فى النطاق الاول والثانى وناقص فى الباقين ويلزمها من امر النور والعظم مالزم النطاقات الاوجية وقد يتشبه بها العرض فى ارباع الفلك المائل فيكون من عند عقدة الرأس فى الربعين الفردين زائدا فى الزوجين ناقصا ثم يكون فى الربع الاول والرابع صاعدا فى جهتيه وفى الباقين هابطا فيهما ويتشبه به ايضا ارباع الفلك بالاضافة الى الافق فيكون الربع الاول من عند الطالع نحو وسط السماء والربع الثالث الذى يقابله زائدين لاقبال النهار فى احدهما واقبال الليل فى الآخر ولاقبالهما نحو فلك نصف النهار وربما سمى النصف الذى يتوسطه الطالع زائدا بكليته لصعوده من عند ناحية سمت الارجل الى ناحية سمت الرأس والنصف الآخر ناقصا فهذه اقسام الزيادة والنقصان عند من يستعملها فى كلتا الصناعتين .

ذكر المهر السمكى

لما اختلفت ابعاد الكوكب فى فلكيه وصار له بعد ابعد وبعد اقرب وبعد اوسط واسطة لهما وفيما بين ذلك ابعاد مختلفة الاقدار بالتركيب والافراد جعل كل كوكب هو اقرب الى ابعد بعده فى كرته مارا فوق الذى هو ابعد من ابعد بعده فى كرته وان كان ترتيب كرة المار فوق فى السفل ومتى تساويا فى القرب من ابعد البعد لم يمر احدهما فوق الآخر، وقيل انهما يسلكان طريقة واحدة على اختلاف ترتيب كريتهما فمعلوم ان المتواطئين

على هذه المواضعة لم يعنوا بها تحتا اوفوقا مطلقا اواضافيا ولكن نسبيا الى الابعاد فانهم لوعنوا المطلق لما مر ذو الكرة السفلى فوق ذى الكرة العليا ولوعنوا الاضافى ثم توهم مركزا فلكى الكوكب متحدين لما كان بينهما فى الممر فوق او تحت اضافى ايضا الا بعد يساوى الفلكين من اجل انهما ان اختلفا ثم كان كوكب كل واحد منهما فى اوجه وكل واحد منهما فى حضيضه لم يكن بد من مرور ذى الفلك الاوسع فوق ذى الفلك الاضيق ولكنه لما كان الامر نسبيا كانا معا دائرين فى طريقه فمعنى ان كل واحد منهما فى فلكه على بعد واحد اذا صير للبعد الابعد عدد واحد لايتغير واذا كان الامر كذلك تعلق امر الممر وربما كان الكوكب فى كليهما الهبوط وهما متعلقان بالمركز غير المعدل وبالخاصة المعدلة وربما كان الكوكب فى كليهما صاعدا اوكليهما هابطا اوفى احدهما صاعدا وفى الآخر هابطا ثم الصعود والهبوط بالتساوى متفقا وبالاقل والاكثر مختلفا والى نوعين منهما منتسبا احدهما مضافا الى البعد الاوسط حتى يكون كل واحد من النطاق الاول والرابع صاعدا وفى الباقيين هابطا والآخر منسوبا الى الاوج ونظيره حتى يكون فى الاول والثانى هابطا وفى الباقيين صاعدا، والى هذا ذهب مستعملوا الممر وخاصة فى عملهم مطارح الشعاعات فاعتبروا وسط الكواكب بمقومه فمتى وجدوه اقل من المقوم زعموا

انه

انه هابط ومتى كان اكثر منه زعموا انه صاعد ولسامتة مركزى تدويرى الزهرة وعطارد موضع الشمس الوسط صار هذا الاعتبار فيهما بوسط الشمس ومقومهما •

وربما كان العمل باحد زيجات الهند والفرس وفيها وسط كل واحد منهما هو مجموع وسط الشمس وخاصته فاذا اخذ فضل ما بين وسط الشمس وبين وسطه يعنى وسط الكوكب على ما فى بعض الكتب حصلت الخاصة غير المعدلة واذا اقيم مقام الفضل المذكور فى العلوية بين اوساطها وبين مقوماتها انحرفت النتيجة عن اصلها وان علم بها الصعود والهبوط فى التدوير ثم لو كان الفضل الذى به يتقدم المقوم الوسط اويتأخر عنه حاصلا من تعديل مفرد بسيط لكفى هذا الاعتبار الا انه مركب من تعديلين احدهما فى فلك الاوج والآخر فى فلك التدوير فربما حصلا له على مقدار واحد وكان الكوكب باحدهما زائدا فى الحساب وبالآخر ناقصا عنه فذهبا قصاصا ولم يفصل المقوم على الوسط ولم يقتصر عنه ولم يك ذلك دليلا على انه ليس بصاعد ولاهابط •

وايضا فان المقوم ربما زاد (١) بتعديلين من تلك الجهتين مختلفى الاستعمال متفاوتى المقدار فكان حصول الفضل من تفاضلهما او كانا متفقى الاستعمال فكان حصوله من مجموعهما او كان من تعديل احد الجهتين فقط دون الأخرى وليس فى الفضل بين الوسط

والمقوم دليل على كيفية ذلك ومعرفته بالتفصيل •

وهاهنا زلت بابى معشر قدمه بعد ان ذكرمثل ماذكرنا وذلك انه جمع اعظم تعاديل فلك الاوج الى اعظم تعاديل التدوير وجعل نصف المبلغ اصلا للاعتبار واحدهما فى عمل تقويم الكوكب وجمعهما ان كان زادهما معا اونقصهما معا وافضل ما بينهما ان كان زاد احدهما ونقص الآخر ثم قاس الحاصل الى ذلك الاصل فان فضل عليه زعم ان الكوكب صاعد وان قصر عنه فهو هابط وان ساواه فهو فى بعده الاوسط •

وليكن ـ اب ج ـ فلك الاوج على مركز ـ ز ـ ومركز العالم ـ ه ـ ومنتصف ما بينهما ـ ط ـ فمعلوم ان ـ ب ـ هو البعد الاوسط فى الحامل ولنمو فلك التدوير عليه حين يكون مركزه على احدى نقطتى ـ د ـ ز ـ فظاهر ان الكوكب اذا كان على ب ـ انه يكون فى البعد الاوسط من كلا الفلكين •

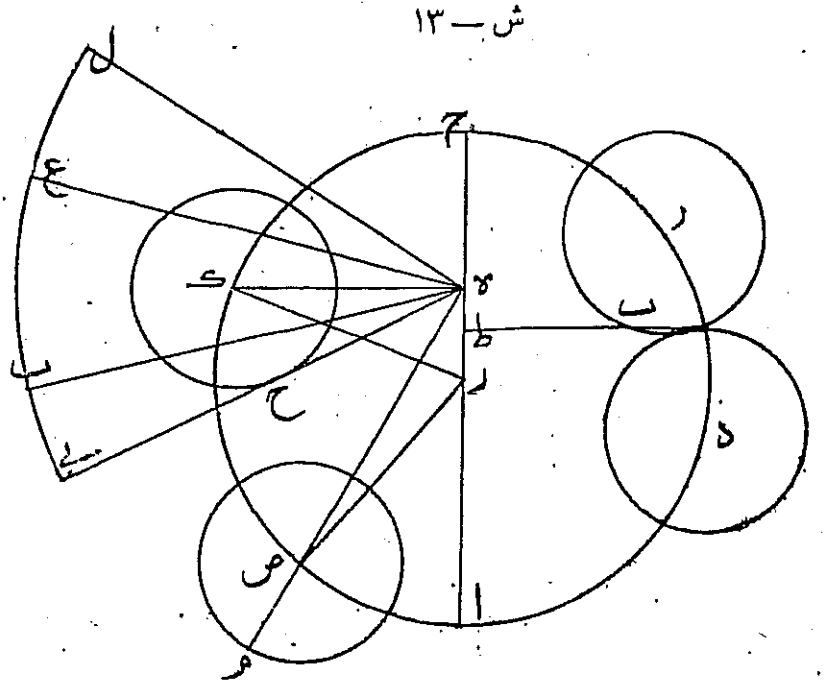
لكن ابا معشر لما استعمل اعظم تعاديل المركز اخرجنا لموقعه عمود ـ ه ك ـ على ـ ا ج ـ وليكن عليه مركز فلك التدوير واخرجنا ـ ه ح ى ـ مماساله وجعلنا زاوية ـ ك ه ل ـ مساوية لزاوية ـ زك ـ فقوس ـ ى ل ـ من الفلك الممثل مقدار مجموع اعظم تعاديل المركز الى اعظم تعاديل التدوير بالتقريب وذلك ان موضع اعظم تعاديل التدوير بالتحقيق وهو نقطة ـ ح ـ لكن

تعديل المركز فيه يبطل وكذلك يمتنع اجتماع التعديلين فى موضع وهما على اعظم مقداريهما ولنصف كل واحدة من زاوية ـ ى ه ك ك ه ل ـ فيكون مجموع نصفها زاوية ـ ف ه ع ـ وهى الاصل الذى وضعه للاعتبار •

وعمله هذا وهمى توهم فيه لانه يوضع هذا الاصل للبعد الاوسط والزيادة عليه للصعود والنقصان عنه للهبوط فلتكن التدوير على ـ ص ـ ومعلوم ان المركز فيه وهو زاوية ـ ز ص ه ـ يحتمل مساواة نصف زاوية ـ ز ك ه ـ والقصور عنها والازدياد عليها فاذا ساواها ثم انضاف اليه تعديل من التدوير فى قسمة الانسفل هو زائد على نصف زاوية ـ ه ك ـ زادت الجملة على الاصل ودلت على صعود الكوكب هو فى فلك التدوير هابط وان كانت نقطة ـ ص ـ على هذه الحالة بين نقطتى ـ ج ك ـ كانت الجملة زائدة والكوكب فى كلا الفلكين هابط لانه وضع الصعود عن البعد الاوسط والهبوط عنه فان كان الكوكب على نقطة م ـ عديم تعديل التدوير وقصرت زاوية ـ ز ص ه ـ الى معنا (١) عن مساواة الاصل فدلت على هبوط الكوكب وقد صعد الى الذروة ولم يتحرك المركز بعد، فاما علامة كون الكوكب على ـ ب ونظيره اللذين هما للبعد الاوسط فلو كان جميع قوس نصف ما بين المركزين الى تسعين واخذ بالمبلغ تعديل المركز واضافه الى ضعف

قوس ربع القطر التدوير وذلك بالتقريب مساولمجموع اعظم تعديلى الاوج والتدوير وجعله عما للبعد الاوسط عند ـ د ونظيره فى الجانب الآخر فى النطاق الثالث لقيس اليه مجموع التعديلين اذا زادهما معا اونقصهما معا ٠

ش ـ ١٣



ويأخذ ايضا فضل ضعف قوس ربع التدوير على قوس نصف ما بين المركزين وهو بالتقريب مساولفضل ما بين اعظم التعديلين فى الفلكين ونجعله علما للبعد الاوسط عند ـ د ـ ونظيره فى النطاق الرابع لقيس اليه فضل مابين التعديلين الجزئيين اذا زاد احدهما ونقص الآخر ٠

وقد كان تفنن عليه حينئذ فنونا كثيرة جدا الا فائدة فيها الا ان نعتبر التعديل فى كل واحد من الفلكين الى اعظمه فيه ويحتسب بموضع غاية التعديل بعدا اوسط ، لان من هو افضل منه وهو ابو جعفر الخازن قد تساهل فى هذا اوسهاو السهو اولى به فى هذه الحال لانه ذكره فى زيج الصفائح وهو ينتقد على ابى معشر بقوله ان اقواما من قدماء اصحاب صناعة احكام النجوم طلبوا معرفة الكوكب فلم يقف كثير منهم على حقيقته الا اناعنينابه حتى استخرجناه وشرحناه وجعلناه فى زيجنا ، ويتعجب ابو جعفر منه فانه لم يزد على من تقدمه الا تعليل بعض الاعداد المستعملة فيه على ماسنحكيه بالتفصيل ، ثم يقول انه خرج لابى معشر وتر الشمس وبمقداره يصعد فى الاثير لان صعودها وهبوطها من بعدها الاوسط من الارض بمقدار جيب كل التعديل المساوى لما بين المركزين فصارت نسبة التعديل الى كله كنسبة مايخص موضع ذلك التعديل من الوتر الى جميعه .

ونبين له بما يحصل من التعديل الحرى فى اى نطاق هى من النطاقات الاربعة اذ هى فى بعدها الاوسط من الارض فانه لا تعديل لها فى هذا البعد ولا وتر وهذا من ابى جعفر غير مرضى وهو مناقش بما لا يناقش به ابو معشر لتفاضل رتبتيهما .

فنقول له هب ان زيادة التعديل او نقصانه يوفقه على نصف

الفلك الذى يختص بهفما الذى يوفقه فيه على مامنه النطاق وعلى البعد الاوسط فليس بموضع غاية التعديل ولاغاية الوتر بالتحقيق وهب ان البعد الاوسط هوموضع غاية التعديل فعن جنبتيه فى النطاقين موضعان يتساوى فيهما التعديل ويقصر عن غايته ويكون فى كليهما مزيدا اومنقوصا فما المميز بينهما حتى يهتدى به الى تميز النطاق ثم نسأله عما قال من بطلان التعديل والوتر فى هذا الموضع الذى سامناله انه البعد الاوسط وهما فيه بالغان اقصى عظمهما وشتان بين بطلان الشئ وبين ثبوته على اعظم مقاديره من غير تزايدأوتناقص •

لكن اباجعفرلا يزال بجدة قلمه وشدة تهاونه بما قرب عوده يسهوفى مثاله ويقول غيرما يتحققه، وايضا فان اباجعفريعلم انه اذااستعمل فى التعديل الاعظم اعداد امعينة يضرب فى بعضها ويقسم على بعض ثم استعملت بعينها فى التعديل الجزئ وعلى نظامها ان النسبة تكون قائمة فيمابين الحاصلين فنعجبه من ابى جعفردون تعليل النسبة والعمل يسوى بينهما فى عدم الفائدة •

ونعود بعد هذا الى ما كنا فيه ونقول ان اعتقاد القوم المذكورين لكل واحد من الشعاعات المفروضة فى مناظر الكواكب الستة مقدارامعلوما اذا كان الكوكب فى بعده الاوسط يطرحه به فى مطرحه الاوسط ثم يرتفع عنه بصعوده وينحط بهبوطه •

ومثال كلامهم هذا ان كوكبا فى اول السرطان مثلا اذا كان ذلك موضع بعده الاوسط ووقع تربيعاه على نقطتى الاعتدالين فان اول السرطان اذا كان موضع اوجه طرح نور تربيعيه اما الايمن ففى درجات من اول الحمل واما الايسر ففى اواخر السنبلة وان كان اول السرطان نظير اوجه طرح الايمن فى اواخر الحوت والايسر فى درجات من اول الميزان وقد صرحوا بذلك فى قولهم ان الكوكب اذا انحدر من وسط نطاقه اى بعده الاوسط ارسل نوره فانحط واذا ارتفع من وسط نطاقه مد نوره اليه فانشمر ومعلوم من هذا ان الصعود يكون فى النطاقين الاول والرابع والهبوط فى الباقيين لكنهم خالفوا هذا الاصل فى العمل ، وهو أنهم اعتبروا الهبوط بزيادة المقوم على الوسط فجعلوه فى النطاق الاول والثانى والصعود بنقصان المقوم عن الوسط وذلك فى النطاقين الباقيين ثم انهم امروا فى مقدار الممر ومعنى مقدار الممر هو ما صعد كل كوكب منهما اوهبط فى فلكه لانهما اذا استويا فى الصعود والهبوط لم يقل لاحدهما هو أعلى من صاحبه ولا اسفل ان يزاد على التقويم ان كان زائدا على الوسط وينقص منه ان نقص عنه ثم يعمل اعمال مطرح الشعاع بالحاصل وربما سموه جسد الكوكب والمقوم الذى مثلنا به فى اول السرطان ان شرطنا فيه زيادته على الوسط احتجنا الى زيادة مقدار الممر عليه واذا فعلنا ذلك وقع التربيع الايسر للحاصل فى اوائل الميزان بسبب

ارسال الشعاع ولكن الأيمن للحاصل يقع فى اوائل الحمل مدودا لانه لو كان مرسلا لوقع فى اواخر الحوت فقياس قولهم الاول دون عملهم يوجب زيادة الممر على التقويم للشعاعات اليسرى ونقصانه من التقويم للشعاعات اليمنى وقياس عملهم دون اصلهم يقتضى انحطاط الأياسر وارتفاع الأيامن على ان ما شاء الله يعمل الشعاعات اليسرى ثم يضع اليمنى فى مقابلاتها ولا يعملها •

والبحث عن امر الشعاعات منفصل عن هذا الفن وان وصلوه به فاما مقدار الممر فمبناه على انه جزء من ستة اجزاء وربع جزء من الفضل بين وسط الكوكب وبين تقويمه اعنى اربعة اجزاء من خمسة وعشرين منه فمتى ما قسم هذا الفضل على ستة وربع بأن نضرب فى اربعة ونقسم المبلغ على خمسة وعشرين خرج المطلوب •

وقد حكى ابو معشر هذا عمن تقدمه بضعف هذين العددين وجعل الضرب فى ثمانية والقسمة على خمسين •

ويختلف ما اجده فى الكتب بتعبير الاعداد وتكثيرها وتثنية النسبة وتأليفها فالذى ذكره ما شاء الله موافقا لما فى زيج الشاه وزيج الجوزهرى هو أن يضرب الفضل فى ثمان مائة ويقسم ما بلغ على ثلاثة آلاف وستمائة فما خرج يضرب فى ثلاثمائة وستين ويقسم المجتمع على خمسمائة فيخرج المطلوب وربما يكون عند القوم لتكثير هذه الاعداد سبب لا نعرفه والى ان نعرف فانا

نعينه

نعينه على ترك المحدود بالقلة والعدول عنه الى غير المحصور فى الكثرة فاما النسبة المذكورة للفصل الى المطلوب فانها مؤلفة من نسبة ثلاثة آلاف وستمائة الى ثمان مائة ومن نسبة خمسمائة الى ثلاثمائة وستين لكن النسبة الاولى منها هى نسبة تسعة الى اثنين والنسبة الاخرى هى نسبة خمسة وعشرين الى ثمانية عشر وذلك انا اذا قسمنا تسعة على اثنين خرجت النسبة بينهما المقصورة على الواحد وذلك اربعة ونصف اعنى اربعة امثال ونصف مثل واذا قسمنا خمسة وعشرين على ثمانية عشر خرج واحد وسبعة اجزاء من ثمانية عشر من واحد اعنى مثل وثلث ونصف تسع فاذا ضاعفنا احدى هاتين النسبتين الخارجتين بالاخرى اجتمع مائتان وخمسة وعشرون من ستة وثلاثين وبعد الطى بالوفق بينهما يصير خمسة وعشرين من اربعة وهما عددا النسبة الموسسة •

وقد استعمل ابو معشر فى الكواكب عددى النسبة الاولى من نسبتى المؤلفة اثنين وتسعة وعددى النسبة الاخرى ستة وثلاثين وخمسين وذلك ضعف الواجب فيها •

واما فى النيرين فانه غير النسبة الاولى بان جعل العدد المقوم فيها اربعة بدل الاثنين ولذلك اخرج له فى النتيجة ضعف ما كان يخرجه الاثنان ، وربما حمله على ذلك خطرة معنية عنا ويتخيل منها انه قصد فى عمله التعديل اللازم مما بين مركزى العالم والحامل وكانت

النسبة عنده فى فلكى النيرين وهما حاملاهما نسبة المثلين وربع المثل اعنى نسبة التسعة الى الاربعة فاستعملها كما هى ثم لما توسط مركز الحامل فى الكواكب ما بين مركز العالم وبين مركز المعدل للمسير استعمل نصف الاربعة ليخرج له من التعاديل الموضوعة على مركز المعدل للمسير نصف ما كان يخرج له ان لو استعمل فيها الاربعة بحالها وصير الخارج من ذلك موجب مركز الحامل لا المعدل للمسير وما اشبه المنحرف عن بساطة نسبة الى تأليفها الايمن دعى الى السعادة بالجنة فأبى ان يدخلها قبل ان يحج وأن اكسب التأليف هذا العمل بايقاع واسطة بين الفضل وبين المطلوب مزية فضل ان ايقاع الواسطتين بينهما حتى تتألف النسبة من ثلاث نسب وتصير فى ثمانية اعداد بدل الستة سيكسبه مزيتى فضل وحاشا ذلك فان الزيادة فى الحد نقصان من المحدود واكثار هذه حمل ثقل الى ثقل .

ويوجد فى بعض الكتب للاحكاميين ضرب الفضل فى اربعين وقسمة المبلغ على مائة وثمانين ثم ضرب الخارج من القسمة فى ثمانية عشر وقسم المجتمع على خمسة وعشرين فاما عدد النسبة الثانية فهما كهيأتهما واما عدد الاولى وكل واحد منهما عشرون ضعفا للواجب والنتيجة صحيحة غير متغيرة ويوجد ايضا فى بعضها عددا النسبة الاولى كذلك مضروبين فى عشرين وعدد النسبة

الثانية

الثانية اما الاولى فثلاثة اجزاء وثلاثة اخماس اعنى مائتين وست عشرة دقيقة، واما الاخرى فخمس دقائق وكأنه سهو من الكاتب لانه لما رأى العدد الاول بالدقائق ظن ان الثانى كذلك فنسق صفته بصفته وانما الخمسة اجزاء لادقائق •

ولا اعتبار بتغاير النسخ وبخطأ الكتبة فقد ذكر ابوعلى الشاهد هذا بعينه وسقط من المقسوم عليه فى النسبة الاولى الثمانون فصار مائة مجردة فى نسخته وكذلك تغير فى بعض كتب ماشاء الله المضروب فيه فى النسبة الاولى فجعل مائة وستين وذلك اربعة امثال الاربعين وترك المقسوم عليه فيها على حاله مائة وثمانين وافسدا معا فى نسخ بعض كتبه فجعل الاولى ستين والثانية ثمانية وثمانين وهما على نسبة خمسة عشر الى اثنين وعشرين واذا جعل الاول ثلاثين مرة مثل الواجب انه يلزم فى الثانى ان يفعل به مثل ذلك حتى يصير مائتين وسبعين والنتيجة فى هذه الفاسدات كلها فاسدة وللعدة مختلفة •

وذكر الفرغانى فى هذا ان يجعل الفصل كله دقائق ويضرب فى ثمانى واربعين دقيقة ويقسم المجتمع على خمسة فتخرج ثوانى ثم يضعف مايبقى يضرب فى ستة فتصير ثوالث وهذا موافق لما تقدم من النسبة بين الاربعة وبين الخمسة والعشرين وانه لما اخذ خمس

الخمسة والعشرين أخذ ايضا خمس الأربعة وذلك ما ضرب فيه .

ولأن القسمة على الخمسة والبقية اجزاء منها لكنها يراد من الستين دون الخمسة وضعف الخمسة اذا ضرب فى ستة يصير ستين وهو المقسم عليه فكذلك يجب ان نعمل بالبقية لتعود النسبة ولو انه اخذ خمس خمس الخمسة والعشرين وهو واحد وافرزمن الاربعة خمس خمسها وذلك تسع دقائق وثلاثة اخماس دقيقة ثم ضرب الفضل فى خمس مائة وست وسبعين ثانية لتأدى الى الاول ولا يستغنى عن القسمة برفع المجتمع رفعا ستينيا (١) الى ما ارتفع اليه .

وايضا فان الضرب فى ثمان واربعين دقيقة والقسمة على خمسة لكن ما ضرب فى اثنى عشرة دقيقة فقد قسم على خمسة فكأن الفضل محتاج الى ضربين احدهما فى ثمان واربعين دقيقة والآخر فى اثنى عشرة دقيقة ومضروب احدهما فى الآخر تسع دقائق وثلاثة اخماس دقيقة فاذا ضرب الفضل فيه اجتمع المطلوب ثم قد وجد فى كلام ماشاء الله فى كتاب القرانات لابن البازيار .

وفى زيج حبش الحاسب فى هذا المعنى امر بضرب الفضل فى سبعة بدل الاربعة هناك وقسمة المبلغ على اثنين وعشرين بدل الخمسة والعشرين هناك يخرج المطلوب وامر فى بعض النسخ تبضعيف ما يخرج والتنصيف به اولى فان الخارج يكون مقاربا

(١) كذا . لضعف

لضعف الخارج بالنسبة المؤسسة •

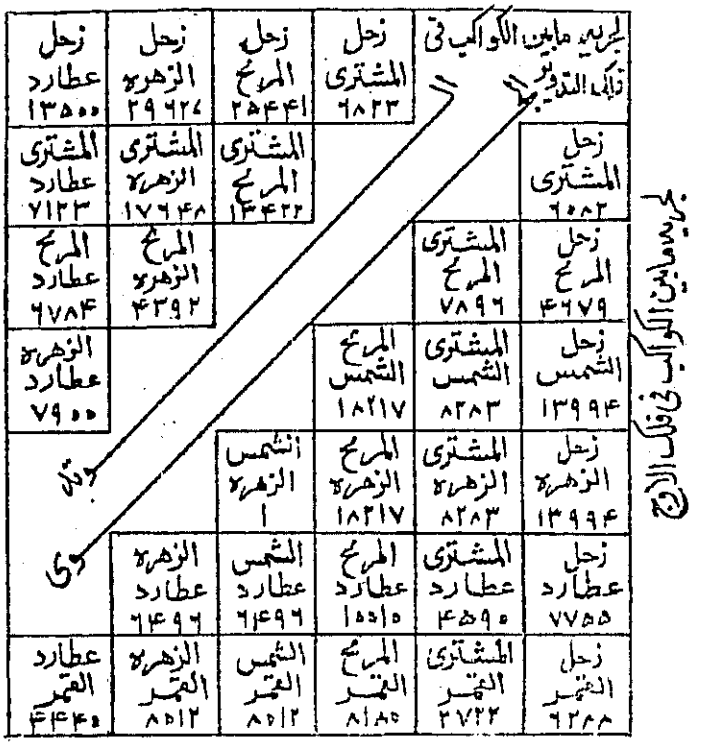
ولست ادرى من اين اخذوا هذه النسبة وكأنهم راموابها عطف مستقيم وتقوس مستو،بل اعجب منه ماطالعته فى بعض نسخ زيج الشاه من استعمال النسبة بين الاربعة وبين الخمسة والعشرين فى الكواكب العلوية واستعمالها بين السبعة وبين الاثنين والعشرين فى السفليين ابداعا فى التفصيل بما هواغرب من الغراب النعق •

وسقط من عطاردبن محمد فى زيجه الكافى عشرة من الاثنين والعشرين فصير القسمة على اثنى عشرومن اصحاب هذا العمل من ركب جدولا للممرمن واحد الى ستين وحسبه بالحسابات المتقدمة وليس فى تعاديل الاوج اكثرمما للريخ فى القانون ولا فى تعاديل التدوير اكثرمما للزهرة فى زيج الشاه ومجموعهما وانلم يجتمعا بقصر عن الستين فليس فى هـذا العدد تحديد لغاية مفروضة فى الممر وانما عرض مركبه فيه ان يكون ماوضع فى الجدول حصص الدرج التى بازائهافى سطر العددفان احتسب بتلك الدرج دقائق كان ما بحذائها فى الجدول مخطوطا مرتبة بوضع صفرفوقه هوحصصها وان كـانت ثوانى كان ماحازاها مخطوطاء رتبتين بوضع صفرين فوقه هوايضا حصصها ويعم الجدول ما يحتاج اليه للصباح وتوابعها •

فاما هذا المقـدار الذى خرج للممر بالفضل المركب من

التعديلين فان ابامعشر عدل عنه الى التفصيل وعمل لكل كوكب بأعظم تعاديله العمل الذى حكيناه عنه وسمى ما خرج وتر ذلك الكوكب منسوبا الى الاوج ان عمل بتعديل المركز الى نصف قطر الكوكب ان عمل بتعديل التدوير ووضعها اصولا ثم عمل بكل واحد من تعديلى المركز والخاصة الجزئين فى عمل تقويم الكوكب مثل ذلك العمل حتى خرج له الوتر الجزىء فيه وقسمه على الوتر وسمى ما خرج دقائق ممر الكوكب من الوتر وهى فى النطاق الاول المقسوم بالتعاديل مقدار هبوطه من اوجه الى ممره من الوتر فاذا ساوى دقائق الممر دقائق الوتر كان ممره فى اول النطاق الثانى ونقص فى هذا النطاق دقائق الممر من الوتر فبقى مقدار هبوطه فى الوتر فاذا نفذت دقائق الممر صار ممره فى اول النطاق الثالث وتقدر دقائق الممر فى هذا النطاق مقدار صعوده وممره فى الوتر وفى الرابع نقص دقائق الممر فى الوتر فبقى صعوده فى هذا النطاق وممره فى الوتر وظاهر أنه يأخذ من التعديل الاعظم اربعة اجزاء من خمسة وعشرين منه ويقيس بها نسبتها من التعديل الجزىء ونسبة الجزء الى الجزء المسمى له كنسبة الكل الى الكل فسوى فعل ذلك اوقاس التعديل الجزىء كما هو الى الكلى كما هو ، والذى خرج له من هذه الأوتار وهو ما وضعناه فى هذا الجدول .

ش — ١٤



وهذا طريق ابى معشر فى ممر الكوكب من الوتر، واما ممر الكوكب بعضها من بعض فانه بحسب تفصيله يكون للكوكبين الكائنين معا فى النطاقين الاعليين او معا فى الاسفليين وليس يراه للكائن احدهما فى نطاق اعلى والآخر فى نطاق اسفل ولا للمختلفين فى

النطاقين وان كانا فى جهة واحدة •

وهـذه معانى كلامه فى زيجـه ان الممرين الكوكبين المتناظرين ينقسم قسمين احدهما ان يكونا معا فى النطاقين الاعليين والثانى ان يكونا معا فى النطاقين الاسفلين ، وذلك اما فى فلك الاوج واما فى فلك التدوير فذلك اربعة اوجه •

وترتيبها فى القوة ان التقدمة لأعالى فلك الاوج ثم لأعالى فلك التدوير ثم لأسافل فلك الاوج ثم لأسافل فلك التدوير، وترتيبها فى القوة بالمناظر ان التقدمة المقارنة ثم المقابلة ثم التربيع ثم التثليث ثم التسديس على ان الاخيرين ضعيفان والمستعلى من هذين الكوكبين المارفوق الآخر هو الذى يكون الى الذروة اقرب واذا استويا لم يمر احدهما فوق الآخر واذا سفل سافلهما بمقدار دقائق جرمه المحسوسة بالرؤية الموضوعة له فى جدول تعديله فى ذلك الزيج ثم اذا جاوزها ضعف الممر ولا يزال يزداد ضعفا الى ان يختلف نطاقاهما فيبطل حينئذ فهذا من كلامه الزبدة •

وهو فيه مخترع ومفرع على اختراعه والافأنى يبطل الممر باختلاف النطاقين والاعليان بأنفسهما ما يكونان فوق الاسفلين وابعاض النطاق الواحد متفاضلة والذى هو منها اقرب الى الذروة فوق الذى تحت وانما يبطل الممر عند التساوى يبطلان الاستعلاء ويثبت عند التفاضل ويزدادا ستحكاما بازدياد التفاوت فان كان

الممر

الممر باطلا يتباعد ما بين الممرين فاولى بـه ان يبطل بتباعد ما بين الجرمين والمقابلة عنده اقوى من التربيع وهى ابعـد عنه بالجرم والمسافة .

وكان يجب عليه فى شريطـة جرم الكوكب ان يجعلها بنصف مجموع الجرمين وهو وقت المماسـة لو توهمناهما فى فلك واحـد ان يزيل عنها امر الرؤيـة فانه انما يحتاج اليها فيما تعلق بها من الانكشاف والانكساف ولا فائـدة فى تتبع البحث عن ذلك ، وسنفعله فى تعليل زيجه ان اخر الله فى الاجل واعان عليه .

ولاشك ان امثال عمر بن الفرخان وماشاء الله هم الوسط بين ابى معشر وبين الفرس اثمته (١) وكلامهم لشدة اضطرابـه وتناقضه وان كان لايساوى ذكر افان الداعى الى حكايته امران احدهما ان يعرف ان ابا معشر لايطابقهم والثانى تفريع قلب المطالع عنه لئلا يحسن ظنه به ويتخيل من خلو كلامنا عنه انا لم نعثر عليه فلنحك ما وجدناه من ذلك .

قال عمر الممر لايكون الا فى المقارنة والمقابلة والتربيع ثم يضعف فى التثليث والتسديس وفضل المقوم عـلى الوسط دليل على هبوط الكوكب وقصوره عن الوسـط دليل على صعوده فاعرض تعديل الكوكبين الذين يتعرف المستعـلى منهما فى المروحصله فى كل

واحد من ثانى الجوى والوتر يعنى الخارج المركز والتدوير واستعمل كل واحد منهما مع نظير ، فان صعد الكوكبان معا اوهبطا معا فى احد البابين فخذ فضل مابين تعديليهما فيه وان صعد احدهما وهبط الآخر فاجمع تعديليهما فيه واقسم الحاصل من ذلك على تجزئة مابين الكوكبين فيخرج قدر الاستعلاء ، والتدبير فيه لكل برج ستة فاما تجزئة مابين الكوكبين فهو أن يؤخذ مابين المركزين فى كل واحد منهما ويقسم اكثرهما على اقلهما فما خرج فهو تجزئتهما •

وقد قسم ما شاء الله اعظم تعاديل التدوير وعددها لكل وقد وضعنا النوعين كليهما فى منيرين بمقتضى زيج الشاه فى التعاديل بعد أن جنسناه من جنس الثوانى للتسهيل •

وظاهر من كلام عمر انه يقسم الفلك للصعود والهبوط بالقطر المار على البعد الأبعد والبعد الأقرب وهو احد الرأيين المذكورين فى الصعود والهبوط ولكن الاستدلال عليها من حال الوسط والمقوم مختلف غير منجب فان الفضل بينهما ربما انفرد فى احد الفلكين وربما تركب من مجموع متفقين فيهما او تفاضل مختلفين فلذلك يجب ان يتعرف الصعود والهبوط فى فلك الاوج ومما بين الوسط وبين المركز المعدل وفى فلك التدوير مما بين المركز وبين

المقوم على ان فلك الاوج فى هذا المعنى خالف التدوير اذا كان المسير من ذروته الى التوالى •

وعرف من عمله انه يستعمل التعاديل انفسها من غير نقل اياها بعمل كما تقدم من اعتماد النسبة المؤلفة فيها وما شاء الله موافق له فى ذلك واكثر تخليطا •

ش — ١٥

الشمس		القمر		زحل		المشترى	
وتد الاوج		نصف القطر وتد		وتد الاوج		نصف القطر وتد	
درج دولبى	لوالى توالب	درج دولبى	لوالى توالب	درج دولبى	لوالى توالب	درج دولبى	لوالى توالب
٢ مب	مب لج	١ لد	مح مب	١ كب	مح مب	٢ مد	مب مح
المريخ		الزهرة		عطارد			
وتد الاوج		نصف القطر وتد		وتد الاوج		نصف القطر وتد	
ح مه	لے لب	ح مه	لے لب	ح مه	لے لب	ح مه	لے لب
ا مر	ب كه	و كح	مح كه	ز مب	ب لج	و لب	ب لو

وقبل حكاية لرأيه نقرر ما يعين على تأمل الامر من وجهة فلينقسم فلك — ا ب ج د — بنطاقات — ا ب — ب ج — ج د — د ا على الارباع بالتقريب فليس هذا موضع التحقيق وتعديل المركز

عند الهند والفرس مقطوع على ارباع الفلك ونخرج ـ اه ح قطره الاول فيكون الاوج ـ ا ـ اوالذروة و ـ ب ه د ـ قطره الثانى وليكن التوالى من ـ ا ـ نحو ـ ب ـ فان احتسبنا به فلك تدوير لكوكب كان المقوم فى نصف ـ اب ج ـ زائدا على المركز وفى نصف ـ ج د ا ـ ناقصا عنه وان احتسبنا به فلك اوج كان المركز ناقصا عن الوسط فى نصف ـ اب ج ـ وزائدا عليه فى نصف ـ ج د ا ـ والتعديل فى كلا الفلكين فى ربعى ـ اب ـ ج د متزائدة الاقدار وفى ربعى ـ ب ج ـ د ا ـ متناقصة وذلك لهاعند القوم بحسب الجيوب ٠

وقد قدمنا ان الرأى فى الصعود والهبوط رأيان ـ احدهما من يرى الصعود فى نصف ـ د اب ـ والآخر من يراه فى نصف ـ ج د ا ـ فليكن ـ ز ـ فى الربع الاول موضع كوكب نقيس اليه مواضع الكواكب ونفرض كوكب ـ ى ـ معه فى ربع وننزل منها عمودى ـ ز ح ـ ى ك ـ فيكون ممراهما على نقطتى ـ ح ك بالتقريب لان التحقيق فيه ان يدار على مركز العالم و يبعد كل واحد من ـ زى ـ مداريكون منتهاها الى قطر ـ اه ح ـ وممراهمامنه ٠

فاما على الرأى الاول فان صعودها ـ ه ح ـ ه ك ـ و ـ ح ك الاستعلاء هو فضل ما بينهما ولكنهما على الرأى الاخير ها بطان وهبوطهما ـ ا ح ـ ا ك ـ و ـ ح ك ـ الاستعلاء فضل ما بينهما

فلو كان اعظم التعاديل فى الكوكبين سواء ثم كان موضعه فى الذروة لتكون حصة كوكب ـ ز ـ منه اكثر وحصة كوكب ى ـ اقل لاطرد مع قانون الاستعلاء فانه الذى يفضل تعديله لكن الامر الموجود على خلافه •

ولأن من الممكن ان يكون التعديل الكلى لكوكب ز ـ اعظم من التعديل الكلى لكوكب ـ ى ـ فان التعديل الجزئ ربما يساوى بالمقدار فى موضعى ـ ز ـ ى ـ بل ربما فضل فى موضع ـ ى ـ على الذى فى موضع ـ ز ـ وان تساوى الكليان وان كان الذى لكوكب ـ ى ـ اعظم وهذا خلاف القانون من المستعلى ونسبة فضل ما بين التعديلين عنده الى كمية الاستعلاء كنسبة اعظم التعديلين الكليين للكوكبين الى اصغرهما لانه لما قسم للتجزئة اعظم الكليين على اصغرهما خرج ما نسبته الى الواحد تلك النسبة ولهذا لا نضرب الفضل بين التعديلين الجزئيين فى رابع المقادير لانه واحد ولكنه يقسمه كما هو على تاليها وهو التجزئة وسبيل هذا اذا كان الفضل لتعديل الكوكب الذى تعديله الكلى اعظم مطرد فاما اذا كان الفضل لتعديل الآخر فانه لا يطرد •

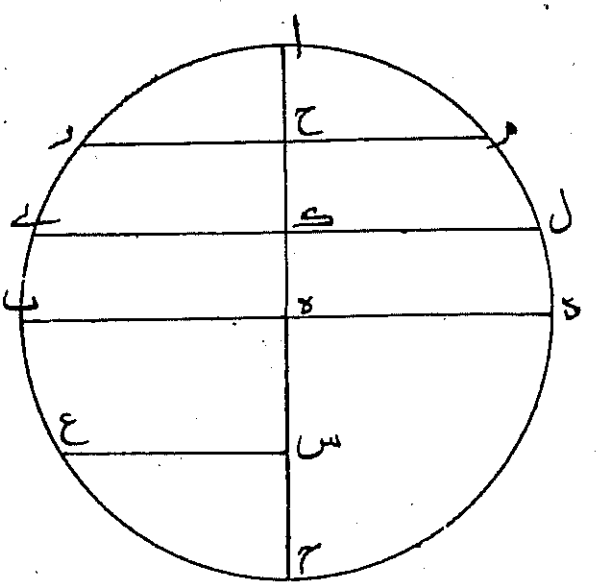
ونحن الآن فى البحث عن الرأى المطابق للاستعلاء من احد الرأيين فى الصعود فلنفرض كوكب ـ ل ـ فى الربع الرابع

فيكون ممره على ـ ك ـ وصعوده ـ ه ك ـ واستعلاء كوكب ـ ز عليه ـ ح ك ـ اعنى فضل مابين الصعودين، فاما على الرأى الاخير فيضطرب لان هبوط ـ ز ـ هو ـ ا ح ـ وصعود ـ ل ـ هو ـ ح ك وليس ـ ح ك ـ بالفضل بينهما الا ان يسمى ـ ا ل ـ الذى هو تتمة ح ل ـ هبوطا له ليصير مقدار الهبوط ـ ا ك ـ وتقوم الشريطة صعودا فى احدالتفاضل باتفاق الصفة على ساقها ثم نفرض الكوكب فى هذا الربع على ـ م ـ فيبطل ممره مع ـ ز ـ لتساوى تعديليهما ويكون لكوكب ـ م ـ الاستعلاء على ـ ل ـ بقدر فضل ـ ح ك وذلك لاتفاق كوكبي ـ م ـ ل ـ فى الصفة بالصعود والحال مطرد فى كل كوكبين مجتمعين فى ربع على نظام العمل ثم نفرض كوكبا على ـ ع ـ فى الربع الثانى فيكون ممره على ـ س ـ واستعلاء كوكب ـ ز ـ عليه ـ ح س ـ الحاصل من جمع صعود ـ ه ح ـ الى هبوط ـ ه س ـ وقد اطرد على الرأى الاول ٠

واما بالرأى الآخر وهما فيه متفقان فى الهبوط وشريطة عملها اخذ التفاضل فيجوز أن يكون ـ ح س ـ فضل ما بين هبوطى ا ح ـ ا س ـ الا انه ان كان هبوط ـ ا ح ـ حصل بتعديل ـ ز فبتعديل ـ ع ـ لا يحصل على قياسه غير ـ ح س ـ وليس ـ ح س حاصلا من فضل ما بين ـ ا ح ـ ح س ـ الا ان يلقى مجموع تعديلى ز ـ ع ـ من مجموع تعديلهما الكليين ثم تقسم البقية على التجزئة ٠

وعلى هـذا الرأى اذا كان الفضل لتعديل ـ ع ـ على تعـديل ـ ز ـ كان مستعليا وهو السافل وقياس ما فى ربع ـ د ا ولـكن الشان فى التقابل ومابين كوكبى ـ م ـ ع ـ من الاستعلاء هو ـ ح س ـ وهو على الرأى الاول مجتمع من صعود ـ م ـ وهبوط ع ـ والرأى الاخير يوجب الجمع ايضا، فليت شعرى ما اللذان يتجه عليهما الجمع فان صعود كوكب ـ م ـ وهو ـ ج ح ـ وهبوط كوكب ـ ع ـ هو ـ ا س ـ ولابد هاهنا من الرجوع الى الرأى الاول فى احـد الصعود من قطر ـ ب ه د ـ نحو ـ ا ـ والهبوط منه نحو ـ ح .

ش ـ ١٦



وبعد تقرر هذا نعود الى التخاليط الموجودة فى كتب ما شاء الله فنحكيها باختلافها وان كان الاغلب فى الظن فى سببه جنايات الناسخين وجهالة المستعملين •

وقد قال فى كتابه الخامس عشر فى تحويل سنى العالم مثل ما قال ابن الفرخان، واخذ ايضا فى مثال بالمشترى جزءا من ستة اجزاء وربع جزء من فضل ما بين وسطه وتقويمه وزاده على مقومه اذ كان هابطا واستخرج المبلغ مطارح الشعاعات بالعمل المنسوب اليه ما خلا المقابلة فانه اخذها على استقبال مقومه مجردا •

وظاهر أن هذا مقتضى الرأى الثانى، ولما جاوز هذا الموضع زعم ان الكوكب فى النطاق الاول والرابع صاعد وفى الباقين هابط وهذا هومقتضى الرأى الاول، ولولا انه مردف بتخليط هو قوله ان ذلك للثلاثة العلوية وان الاعتبار فى السفليين بنطاقات تدويرهما، وهو كلام خال عن معنى فان المتحيرة الخمسة مشتركة فيما يوجب واحد منهما فلك اوج والآخر فلك تدوير والنيران يشاركانها فى احدهما وكيف ما اخذ الصعود والهبوط فان جميعها فيه سواء لا يختلف الا بمقدار النطاق بسبب اختلاف مقادير التعاديل الكلية •

فلو قيل فى مقوى الشمس والقمر وفى مركز الكوكب المعدل انه اذا قصر عن الوسط كان فى احد النطاقين الاول والثانى من

فلك الاوج واذا فضل عليه كان فى احد الباقين وان مقوم الكواكب اذا فضل على المركز المعدل كان الكوكب فى احد نطاقى التدوير الاول والثانى واذا نقص عنه كان فى احد الباقين عرف الصعود والهبوط عند من يأخذهما من عند القطر الاول اعنى البعد الأبعد والبعد الأقرب •

واما عند من يأخذهما من عند القطر الثانى اعنى البعدين الاوسطين فلن يعرفا الا بالمقايسة بين المركز غير المعدل اوالخاصة المعدلة وبين مقادير النطاقات الموضوعة فى فلكيه •

ثم لايحتمل قول ماشاء الله هذا الان يذهب فى معناه الا ان الصعود والهبوط للثلاثة العلوية فى فلك الاوج وفى السفليين فى فلك التدوير •

وما بعد هذا فى كتابه اشد اضطرابا فانه قال، واما ممر السفليين فانهما الى ستة بروج منجذبان عن المنطقة الى اسفل وفيما بقى مصعدان وهذا هو الرأى الثانى باشتراك بين الجملة •

ثم فصل ما اجمل وقال، فاما الزهرة فهى الى اربعة بروج ونصف منحدرة من المنطقة الى اسفل والى ستة بروج مصعدة من انحدارها من المنطقة والى سبعة بروج ونصف صاعدة فوق المنطقة والى اثنى عشر برجا منحدرة من الصعود الى المنطقة، وذكر مثله فى نطاقات عطارد بمقادير هاولا يكاد يتصور من الصعود فى النطاق الثانى

والانحدار فى الرابع سوى ان يوضع موضع التعديل الاعظم مزيدا غاية للهبوط ومنقوصا غاية للصعود حتى يكون الصعود فى الثانى والانحدار فى الرابع من قوله محمولا على النقصان من الغاية والتراجع عنه وهذا بحمد الله رأى ثالث .

وقال فى النيرين انهما الى ستة بروج صاعدان فوق المنطقة وفيما بقى منحدران .

ثم فصل الجملة ايضا بانهما الى ثلاثة بروج صاعدان والى ستة منحدران عن الصعود الى المنقطة والى تسعة منحدران عن المنطقة الى اسفل وفيما بقى صاعدان من انحدارهما .

فأما الاعتبار بالأرباع فاما قدمناه من تقطيع الهند والفرس كردجات تعديليهما وتعديل المركز على الربع التام .

اما ما فى الاجمال فهو قضية الرأى الاول من اجل ان نقصان التعديل اذا دل على الصعود وكان فى فلك التدوير فى نطاق الثالث والرابع وفى فلك الاوج فى النطاق الاول والثانى .

واما ما فى التفصيل فهو قضية الرأى الثانى، وما اعجب هذا من امره حيث يختلف عليه المذهب فيما بين الجملة والتفصيل، ثم فيما بعد ذلك قال اذا جاوز القران دقيقة ضعف الممر واشده اذا كان اتصالا فاما فى الانصراف فانه ضعيف وهذا منه دليل على اثبات الممر فى الاستقبال بالاتصال مع اختلاف النطاقين، ثم اذا كان ماضيا فانه

يضعف

يضعف من جهة الانصراف لا لبطلان ذات المرفان بطلانه ببطلان الاستعلاء والاستعلاء لايبطل الاعند التساوى •

والموضع الذى اثبت ابو معشر فيه المرولا يحصل الا فى الموضع الذى اوهى فيه المرأ وابطله على خلاف ما عليه القوم واجود ماشاء الله (١) مثالا بتحويل السنة التى فيها انتقل المرمن المثلثة الارضية الى الهوائية وكان طالعها ثلثا برج الاسد والمشترى فى السنبلة فى اثنتين وعشرين درجة واربعة واربعين دقيقة وزحل فى الميزان فى تسع درجات وثمان دقائق والمريخ فى الحوت فى اربع عشرة درجة، ولا فائدة فى ذكر مواضع السفلية فانه لم يستعملها كان قوتها فى الخطوب الجليلة يسيرة فلأن القران مستقبل والمريخ ذاهب الى الاتصال بالمشترى والشمس بزحل عمل استعلاء بعضها على بعض مصرحا من رأيه فيه خلاف رأى ابى معشر باثبات المربين المتصلين وان تباعد مابينهما من الدرج واخلف موضعاهما من النطاقين وموضحا ان ضعف المريكون بالانصراف وبطلانه بعدم التناظر والارتباط وابتدأ بما بين زحل والمشترى فنقص جوى زحل اى وجه من مقومه وزعم انه باب الباقى اربع مائة دقيقة هابطا من النطاق •

فاما اوج زحل فى زيج الشاه مائتان واربعون جزءا فتكون البقية ثلاثمائة وتسع درجات وبازائهما فى جدول تعديل المركز

(١) كذا ولعل العبارة سقطت من هنا.

لزحل ستة اجزاء وخمس وثلاثون دقيقة وذلك قريب مما ذكر من اجل ان هذا الباقى ليس بالمركز غير المعدل حتى يكون هذا الموضوع ايضا تعديله بالحقيقة ٠

ويمكن ان يكون عمله فى تحصيل الدقائق المذكورة انه اخذ بعد زحل عن الشمس وهو مائة وسبعون درجة واثنتان وخمسون دقيقة تعديل الحصة لزحل فكان درجة وثمان دقائق ونقصه من موضع زحل فصار مائة وثمان وثمانين درجة وهو المركز المعدل بالتقريب فنقص منه الاوج واخذ تعديل مركز زحل بما بقى فكان ست درجات واحدى واربعين دقيقة كما ذكروا ونقصه من المركز وزاد الاوج على الباقى حصل مائة واحدى وثمانون درجة وتسع عشره دقيقة وهو الوسط القريب وفصل المقوم عليه يقتضى الهبوط بحسب ما تقدم من عمله لكن الجزأ من ستة اجزاء وربع منه يكون خمس وسبعين دقيقة فاذن لم يذهب فى الهبوط الى هذا النحو وانما قصر فلك الاوج وزحل منه فى النطاق الرابع والمركز المعدل زائدا على غير المعدل فهو اذن فيه هابط ثم وضع المشترى فى مكان زحل لانه ذاهب الى القران واذا اقترنا اتخذ موضعاهما ولهذا كان الاحسن ان يعمل عمله بهما على جزء القران ثم انه نقص اوج المشترى وهو فى زيجهم مائة وستون جزءا وزعم انه ينوبه مائة وثمان واربعون دقيقة صاعدا عن النطاق

وذلك

وذلك مساو للموضوع بازاء البقية التى هى تسع وعشرون درجة وثمان دقائق فانه جزآن وثمان وعشرون دقيقة وبتفصيل التعديلين يكون تعديل المركز بالتقريب جزئين وتسع عشرة دقيقة صعوده مطرد على الرأى الثانى ايضا لأنه فى النطاق الاول •

ولما اختلف زحل والمشترى فى الصفة جمع مالها من الدقائق وقسم الخمس مائة والثمان والاربعين الدقيقة على تجزئة ما بينهما عنده فخرج استعلاء المشترى على زحل خمسة اجزاء وثمان وعشرين دقيقة، وقصد بعد ذلك المشترى والمريخ فأما المشترى فانه نقص اوجه من موضعه وزعم ان يؤتيه سبع وستون دقيقة فوق النطاق وذلك قريب لان الموضوع بازاء البقية التى هى اثنتاعشرة درجة وخمس واربعون دقيقة هو جزء وتسع دقائق وبتفضيل التعديلين يكون تعديل المركز جزءا واحدى عشرة دقيقة •

واما المريخ فانه وضعه فى مكان المشترى ونقص منه اوجه وهو مائة وخمسة عشر جزءا وزعم انه ما به خمس مائة وست وستون دقيقة اسفل النطاق وليس ذلك ببعيد فان الموضوع بحيال البقية وهى سبع وخمسون درجة وخمس واربعون دقيقة فى جدول تعديل المراكز للمريخ تسعة اجزاء وسبع وعشرون دقيقة وتفضيل التعديلين يبعد عنه •

ومن اجل اختلافهما بالصفة جمع مالها وقسم الستمائة

والثلاثين الدقيقة على تجزئة ما بينهما فخرج استعلاء المشترى على المريخ اربعة اجزاء وثمان واربعون دقيقة، فأما هبوط المريخ فهو من جهة موضعه من اوجه دون موضع المشترى الذى وضعه فيه فانه من هناك يكون صاعدا وبالاستعلاء من التفاصيل لا الجمع .

وبسبب هذا ربما ظن ظان من قول ما شاء الله انى عملت المريخ فى نظير ذلك المكان انه يعنى مكان المشترى وانه استعمل المريخ فى اربع عشرة درجة من الحوت ولو فعل لخرج له التعديل ثلاثة اجزاء وربع، ولو استعمله فى مقابلة المشترى فى اثنتين وعشرين درجة واربعة واربعين دقيقة من الحوت لخرج له التعديل سبعة اجزاء ونصف، ولو استعمله فى مقابلة نفسه فى اربع عشرة درجة من السنبلة لخرج له التعديل سبعة اجزاء ودقيقة .

وكل هذه الاستقراآت بعيدة عن الدقائق المذكورة وبعد ذلك قصد الشمس وزحل وقد كان فرغ من زحل فى مكانه فوضع الشمس فى موضعه وألقى منها اوجها وهو ثلاثون جزأ وذكر أنه (١) بأنها مائة وخمسة وعشرون دقيقة اسفل النطاق وهو موافق للموضوع بازاء البقية وهى مائة وتسع درج وثمان دقائق فى جدول تعديلها فانه جزآن وست دقائق ولم يستعملها فى اول الحمل اعنى موضعها ولا فى اول الميزان اعنى مقابلتها فى برج زحل لأن تعديلها فيهما جزآن وعشر دقائق، وصح من جهتها ما تفرست

فى المريخ فانها بقياس موضعها الى اوجها هابطة اعنى فى النطاق الرابع قاصرة الوسط عن المقوم وبقياس موضع زحل الى اوجها فى النطاق الثانى صاعدة ولا تفاقهما فى الصفة اخذ الفضل بينما بأنهما (١) وهو لزحل وقسم المائتين والخمس والسبعين الدقيقة على تجزئة ما بينهما فخرج جزء وعشر دقائق وهو استعلاء زحل على الشمس وجملة ما حصل من الاستعلاآت احد عشر جزأ وست وعشرون دقيقة مدتها بقياس التسيرات احدى عشرة سنة وخمسة اشهر وستة ايام ادارها عودا على بدى الى انقضاء المائتين والاربعين سنة التى لانتقال المر ورتبها بحسب القوى والشهادات المستنبطة بصناعة الاحكام، فالذى حصل من مثال ماشاء الله انه يرى المر ثابتا فيما بين الكوكبين المتصلين ويرى ضعفه بالانصراف وبطلانه بالسقوط وان صغر مقدارهما وانه يذهب فى الصعود والهبوط الى الرأى الثانى دون الاول وعرفت اغراض القوم فى اعمالهم .

فلنجدول الآن ما تقدم ذكره من لوازم النطاقات والزيادات والنقصانات فيها لتسهيل العمل بها .

---

(١) كذا .

ش — ١٧

	النطاقات	الاول	الثانى	الثالث	الرابع
فى تشكل الكواكب فى الطول والتسديس	صفة النطاقات فى انفسها	منحدر	هابط	صاعد	صاعد
	صفة الكواكب فيها على الراى الاول	صاعد	هابط		صاعد
	وعلى الراى الثانى	هابط		صاعد	
	النور والعظم والعدد	زايد		ناقص	
	التعديل	زايد	ناقص	زايد	ناقص
فى قلة الزمان وكثرته بالتخصر	الحساب	ناقص		زايد	
	المسير	بطى	سريع		بطى
فى قلة النور وكثرته بالتخصر	الحساب	زايد		ناقص	
	مسير المتحيرة	سريع الى البطو	بطى لم مقيم الم راجع الى السرعة	راجع الى البطو لم مقيم لم سريع	بطى الى السرعة
فى الخروج الى المقابل بالجهة	الجهة	شمال		جنوب	
	الحال فى الجهة	صاعد زايد	هابط ناقص	هابط زايد	صاعد ناقص
الاضافة الى الافق	الحال فى ارباع الفلك	شرقى زايد مقبل	غربى ناقص زائل	جنوبى زايد مقبل	شمالى ناقص زائل

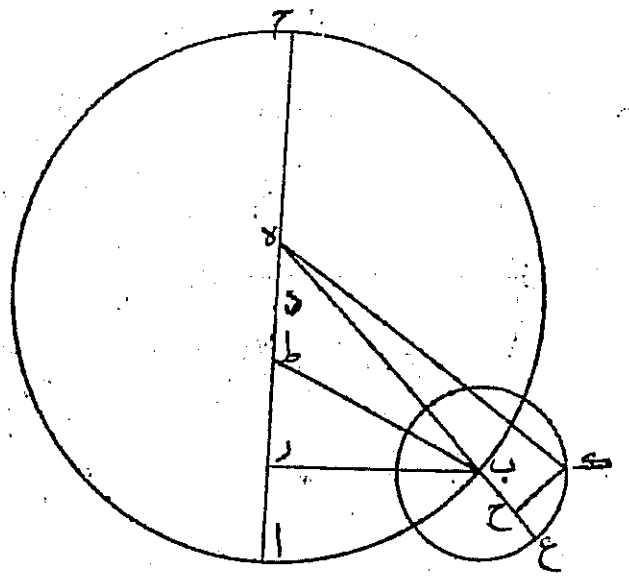
واذا تقررت الآراء المختلفة والاعمال المضطربة فى هذا الباب فلا صوب فيه ان نعرف وقت تقديم الكوكب بعده عن الارض

الارض وتسمية الهند قطرا معدلا .

ولمثاله فليكن ـ اب ج ـ الفلك الحامل على مركز ـ د و ـ ه ـ مركز العالم و ـ ط ـ مركز المعدل للسير وليكن ب ـ مركز التدوير و ـ ك ـ موضع الكوكب منه فيكون ك ه ـ هذا القطر المعدل وهو بعده عن الارض فلأن ـ ه ب ـ يقوى على ـ ب ز ـ جيب المركز غير المعدل و ـ ز ه ـ جيب تمام هذا المركز مزيدا عليه و ـ ط ه ـ ما بين المركزين اومنقوصا منه فى وضع اجزاء ومجردا عن الزيادة والنقصان فى ثالث اوبين المركزين بقسمة فى رابع فان ـ ه ب ـ يكون معلوما و ـ ع ك الخاصة المعدلة فجيبها ـ ك ح ـ معلوم بالمقدار الذى به (١) ع ـ الجيب كله فاذا حول الى المقدار الذى ذكرناه لنصف قطر ـ ب ع صار من جنس ـ ا د ـ فاذا زيد ـ ح ب ـ على ـ ه ب ـ اونقص منه بحسب مايوجبه الوضع صار ـ ح ه ـ معلوما و ـ ك ه ـ القطر المطلوب يقوى عليه وعلى ـ ك ح ـ فهو معلوم و نسبته الى ستين المقدرة لنصف قطر الحامل كنسبة المطلوب محولا الى الواحد واذا عمل ذلك لكوكبين علم حالهما من البعد الاوسط فى الاعتلاء والسفول وعلم باضافة احدهما الى الآخر ممرهما أهو فى طريقة

واحدة اواحدهما مستعل على الآخر ومقدار الاستعلاء لأن ماعمل هو من مقدار واحد .

ش — ١٨



واما عرض الكوكبين اذا تساويا فى جهة واحدة فان الاستعلاء بينهما تبطل لمرهما على مدار واحد واذا اختلفا حصل الاستعلاء بينهما حينئذ وهما فى حال التساوى اذا كان احدهما فى غاية عرضه والآخر زائد فى العرض فلا محالة ان الزائد مستعد للاستعلاء واذا كان هذا الزائد ناقصا فهو اشد تهيؤا لخلاف

الاستعلاء وضعفه ولا يقاس فيه الاصل المتقدم من تصيير نسبة عرض كل واحد منها الى غاية عرضه كنسبة المطلوب الى الواحد حتى يتحولا الى مقدار واحد فانه ربما يصير به العالى المستعلى سافلا •

واما الكوكبان الكائنان فى ارباع الفلك بحسب الافق فاذا خلصت نسبة ازمان كل واحد منهما عن درجة وسط السماء الى مائة وثمانين كنسبة المطلوب الى الواحد خرج قدر تنحيهما عن العاشر وبفضل ما بينهما تعرف مقدار استعلاء احدهما على الآخر •

ثم لا يخلو الامر فيهما بعد ذلك من النظر بحسب اصول صناعة الاحكام ولم يؤت منها خطاء يعنى بالابانة عن ذلك •

تم الكتاب والحمد لله رب العالمين وصلى الله على نبيه ورسوله محمد وآله الطاهرين الطيبين

وفرغنا من تعليقه بالموصل فى ذى القعدة سنة ٦٣١ هجرية

مقالة

في

راشيكات الهند

للعلامة ابي الريحان محمد بن احمد البيروني رحمه الله تعالى

المتوفى سنة اربعين واربعمائة من الهجرة



الطبعة الاولى

بمطبعة جمعية دائرة المعارف العثمانية

حيدرآباد الدكن

حرسها الله تعالى عن الشرور والفتن

سنة ١٣٦٧ هـ / ١٩٤٨ م

تعداد الطبع ٥٠٠ / ١٣٥٧ ف

بسم الله الرحمن الرحيم

النسبة فيما بين المقادير المتجانسة هي صورة من صور الاضافات تحصل لها من جهة الكمية فيعرف بها احدهما من الآخر ان كان غير معلوم •

وما من مقدار الا وله الى جميع المقادير التي تشاركه في الجنس نسبة ما سواء وقف عليها او لم يوصل اليها من جهة صورته كالتي بين القطر والدور من اجل الاستقامة والاستدارة والا من جهة صممه كالتي بين القطر والضلع لاجل التباين فالنسبة اذن حاصلة ابدا بين كل مقدارين متجانسين حصولا بالاطلاق ثم لا تنحصر بذاتها حتى تصير محدودة او معلومة الا اذا ازدوجت باخرى فوقفت عندها على النسبتين واقل ما يكون التناسب في ثلاثة مقادير •

ولذلك قال اقليدس ان التناسب اقل ما يكون في ثلاثة حدود فتكون نسبة الاول الى الثاني مساوية لنسبة الثاني الى الثالث اواعظم منها او اصغر ان كانت النسبتان في مقادير متمايزة كان اقل عدتها اربعة لانها انما تحصل في الثلاثة عند تساوي الثاني والثالث وتنتقل الى الاربعة عند تكرر الثاني والمقدار ان المقتضيان نسبة

تقومان مقام الواحد فى الاعداد فالثلاثة المقادير مقام الاثنين فيها وكما ان الفرد غير واقف عن التزايد بالتفاضل المستوى كذلك المقادير المشتملة على النسبة الواحدة غير واقفة عن التكاثر بالتفاضل المتناسب على مثال الاعداد المعروفة بتضاعيف الشطرنج فانها تأخذ لنوع هذا التفاضل والنسبة الواحدة بعينها فى المقادير الثلاثة شبيهة بالشيء المتصل وفى الاربعة بالشيء المنفصل ومآل سائر انواع النسب الى المقادير الاربعة المتناسبة وعليها مدار الحسابات المتداولة فى الدواوين والمعاملات والجارية فى امر النجوم والمساحات .

وقد بين اقليدس فى السادس عشر من السادسة ان سطح الاول منها فى الرابع مساو لسطح الثانى فى الثالث فالاول كذلك نظير الرابع فى الضرب والثانى نظير الثالث فيه ومتى كان مضروب احد النظيرين فى الآخر معلوما وقسم على المنفرد الباقى خرج نظيره ولان نسبة الواحد الى القسم الخارج من قسمة عدد على آخر كنسبة المقسوم عليه الى المقسوم به وبها سمى هذا القسم نسبة ما بين العددين فان مقسوم الثانى على الاول مساو لمقسوم الرابع على الثالث لان نسبة واحدة فيها فالاول نظير الثانى فى القسمة والثالث نظير الرابع فيها فمتى كان مقسوم احد النظيرين على الآخر معلوما وضرب فى المنفرد الباقى اجتمع نظيره وهذا ايضا كالاول بعينه لايغايره الا بتقديم القسمة على الضرب ثم تلحق الاربعة المقادير المتناسبة حالات

فى الترتيب والقدر عند عكس النسبة وابدالها وتركيبها وتفصيلها وقلبها •

والهند يسمونها ترى راشيك اى ذوالثلاثة المواضع وراش هو البرج وراشيك هو الموضع من الصورة فان منجميهم يسمون البيوت الاثنى عشر راشيك وانما رسموا هذه الثلاثة لان المعلومات فى المعطى منه ثلاثة •

وهم قوم يسلكون فى حساباتهم الطريق العددى لتدربهم به ويعولون فى تصحيحه على الامتحان واستقراء الامثلة دون الاشتغال فى التعليل بالبرهان الهندسى ويخطون لهذا خطين متقاطعين لتحصل لهم اربعة امكنة على هذا المثال ويقولون اذا كانت الخمسة بخمسة عشر فالثلاثة بكم تكون، ثم ينقلون الخمسة عشر الى المكان الفارغ ويضربونها فيما فوقها وهو الثلاثة فتجتمع خمسة واربعون ويقسمونها على الخمسة فتخرج تسعة وهو الذى يجب ان يوضع فى المكان الفارغ حتى تكون الثلاثة بتسعة، وهذا هو الذى نذكره لان النظائر فى الضرب يحصل فى هذا التربيع على قطريه •

ش — ١

٥	١٥
٣	

ولو قسموا الخمسة عشر على الخمسة التى فوقها تخرج ثلاثة وهى مساوية لمقسوم التسعة على ثلاثة فاذا ضربوها فى الثلاثة اجتمعت التسعة المطلوبة وذلك ان النظائر فى القسمة تحصل على اضلاعه .

ثم نقول على وجه الاخبار اذا توالت مقادير على نسبة واحدة كانت نسبة الاول منها الى الثالث كنسبة الاول الى الثانى مثناة بالتكرير ونسبة الاول الى الرابع كنسبة الاول الى الثانى مثلثة بالتكرير ، ثم الى الخامس مربعة بالتكرير والى السادس مخمسة وعلى هذا القياس فيما زاد مثاله فى هذه الاعداد ـ ٢٤٣٨١٢٧٩٣ فان الثلاثة ثلث التسعة وثلث ثلث السبعة والعشرين وثلث ثلث ثلث الاحد والثمانين وثلث ثلث ثلث المائتين والثلاثة والاربعين وثلث ثلث ثلث ثلث السبعمائة والتسعة والعشرين ثم ان لم تنحفظ التوالى على نسبة واحدة بل كانت على نسبة مختلفة كيف اتفقت كانت نسبة الاول الى الثالث مؤلفة من نسبة الاول الى الثانى ومن نسبة الثانى الى الثالث فكانت ايضا نسبة الاول الى الرابع مؤلفة من نسبة الاول الى الثانى ومن نسبة الثانى الى الثالث ومن نسبة الثالث الى الرابع وعلى هذا القياس فيما عدا ذلك وزاد عليه .

والتكرير المتقدم نوع والتأليف جنسه ومعنى التأليف هو جمع النسب غير منسوبة لكن جمعها فى اللفظ لا يكون الا بضرب

بعضها

بعضها فى بعض ولهذا قال اقليدس يقال ان النسبة مؤلفة من عدد نسب اذا ضوعفت بعضها ببعض فاحدثت تلك النسبة •

مثال ذلك فى هذه الاعداد ـ ١٢٠٣٠١٠٥ ـ ونسبة الخمسة منها الى العشرة نسبة النصف ونسبة العشرة الى الثلاثين نسبة الثلث ونسبة الثلاثين الى المائة والعشرين نسبة الربع فنسبة الخمسة الى الثلاثين مؤلفة من نسبة الخمسة الى العشرة وهو النصف ومن نسبة العشرة الى الثلاثين وهو الثلث فهى اذن نصف ثلث فقد تألفت باضافة احد اللفظين الى الآخر وذلك بالضرب لان مضروب النصف فى الثلث سدس •

ونسبة الخمسة الى المائة والعشرين كذلك مؤلفة من نسبة الخمسة الى العشرة ومن نسبة العشرة الى الثلاثين ومن نسبة الثلاثين الى المائة والعشرين فهى ربع سدس لان مضروب الربع فى السدس هو ربع السدس او سدس الربع فالخمسة اذن نصف ثلث ربع المائة والعشرين ، وقد تألف بتضعيف هذه الكسور بعضها ببعض وبالعكس نسبة المائة والعشرين الى الخمسة مؤلفة من نسبة المائة والعشرين الى الثلاثين ومن نسبة الثلاثين الى العشرة ومن نسبة العشرة الى الخمسة فهى اذن اربعة امثال ثلاثة امثال مثلها فاذا فصلت النسبة الكائنة من هذه الوسائط كانت نسبة الطرف الى الطرف الآخر اما فى ذى الوساطة الواحدة فمن نسبتين فى اربعة مقادير

تكون الجملة ستة واما فى ذى الواسطتين فمن ثلاث نسب فى ستة مقادير تكون الجملة ثمانية وفى ذى الثلاثة الوسائط من اربعة نسب فى ثمانية مقادير وجملتها عشرة وعلى هذا القياس سائرها وهذا هو التأليف فى النسب التى يقال فيها ان نسبة كذا الى كذا مؤلفة من نسبة كذا الى كذا •

وربما قيل بدل التأليف ان نسبة كذا الى كذا كنسبة كذا الى كذا مثناة بنسبة كذا الى كذا والاول احسن وبالمعنى اليق والنسبة المؤلفة من نسبتين هى التى لا تنفك عنها حسابات الجيوب لقسى الشكل القطاع •

ومثالنا ان نسبة مقدار ـ ا ـ الاول الى ـ ب ـ مؤلفة من نسبة ـ ج ـ الى ـ د ـ ومن نسبة ـ ه ـ الى ـ و ـ وايهما كان مجهولا فان استخراجه هو ان يعلم ان نسبة ـ ج ـ الى ـ د كنسبة ـ ا ـ الى مقدار هو فيما بين ـ اب ـ وهو ـ ط ـ وليكن ط ـ نسبته الى ـ ب ـ كنسبة ـ ه ـ الى (١) الامر الى الاربعة المقادير المتناسبة فى حيزين اعنى ان ـ ج د ـ اط ـ متناسبة ـ د ه ـ و ط ب ـ متناسبة على حدة فالمجهول من النسبة كان لامحالة فى احد الحيزين فيستخرج اولا ـ ط ـ من الحيز الآخر ثم نعود الى الحيز الذى فيه المجهول وقد صارت معلوماته ثلاثة فيستخرجه حينئذ وذلك يكون بضربين وقسمتين •

مثاله ان المجهول هو الثانى مثلا فنعدل الى الجنبة الأخرى ونضرب الاول فى الرابع ونقسم ما اجتمع على الثالث فنخرج ـ ط الواسطة بين ـ ح ـ د ـ ه ـ و ـ ثم نعود الى الجنبة التى فيها الثانى ونضرب الواسطة فى السادس ـ ٦ ـ ٩ ـ ١٥ ـ ٢٥ ـ ونقسم ما بلغ على الخامس فيخرج الثانى واى النسبة فرض مجهولا ـ $\frac{١}{٢}$ ط ـ $\frac{ب}{٤}$ ـ كان استخراجه على هذا القياس مطردا ومن الواجب ان يقرب من امر هذه النسبة اجزاء مسهلة لتصورها وميسرة لتزاولها وذلك على وجه الحكاية فلم يقصد فيما هو بصدده غير التعريف بالتمثيل واستغراق ذكرها على وجه البرهان يخرج عن السنن المسلوك ويصيره فنا على حدة ٠

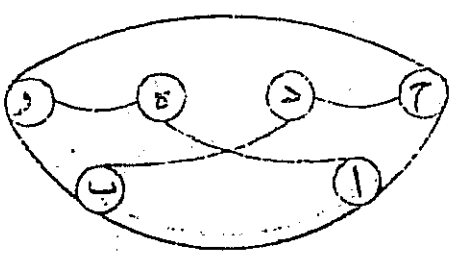
وقد استوفاه المحدثون فى كتبهم التى عملوها لها أو أوردوها فيها كثابت بن قرة وابى العباس النيريزى وابن البغدادى وابى جعفر الخازن وابى سعيد السجزى وامثالهم ٠

فمن ذلك ان النسبة اذا تألفت بين ستة مقادير كما ذكرنا كانت كل واحدة من النسبتين البسيطتين اللتين منهما التأليف مؤلفة من النسبة المؤلفة الاولى ومن خلاف النسبة البسيطة الباقية اعنى ان نسبة ـ ج ـ الى ـ د ـ تكون مؤلفة من نسبة ـ ا الى ـ ب ـ ومن نسبة ـ و ـ الى ـ ه ـ وكذلك نسبة ـ ه ـ الى و ـ تكون مؤلفة من نسبة ـ ا ـ الى ـ ب ـ ومن نسبة ـ د ـ

الى ـ ج ـ ولان الاقدار ستة فان ازدواجاتها الثنائية لتأليف النسبة تكون خمسة عشر و لكل واحد من مقدارى المؤلفة لا يأتلف الامع سميه فى كل واحد من البسيطين اعنى بذلك المقدم مع المقدم والتالى مع التالى وكل واحد من مقدارى كل واحد من البسيطين تأتلف مع سميه فى البسيطة الأخرى فيحصل لاقتران الاول بكل واحد من الثانى والثالث والخامس ويحصل لكل واحد من الثانى والثالث بكل واحد من الرابع والسادس ويحصل الرابع بالخامس والخامس بالسادس وذلك تسعة من الاقتران بالخطوط المقوسة الواصلة بين كل مقدارين فى هذه الصورة ومالا يصل بينهما قوس فليس تتألف من اقترانهما نسبة •

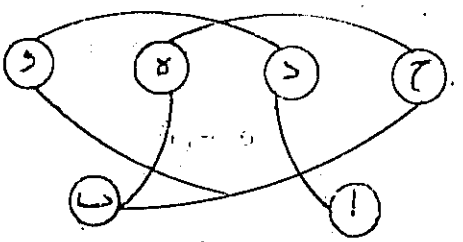
وايضا فان الاقترانات المختلفة مفردة فى هذه الصورة وتدل عليها القسى الواصلة كما دلت هناك بالايجاب ومهما لم تتصل فى هذه الصورة مقداران بقوس ما فهما اللذان تتألف، منهما نسبة •

ش — ٢



وكل واحدة من النسب التسع ذات وجهين لان نسبة الاول الى الثانى تكون مؤلفة من نسبة الثالث الى الرابع ومن نسبة الخامس الى السادس وتكون مؤلفة من نسبة الثالث الى السادس ومن نسبة الخامس الى الرابع ولهذا تصير التسعة اقترانات ثمانية عشر ضربا •

ش — ٣



واذا عكست صارت ستة وثلاثين ضربا ولكننا لا نشير الى العكس لظهوره وانما نودع النسب التى فى الثمانية عشر ضربا وهذا هو الجدول ليعين على الحفظ والاستظهار •

ش — ٤

وهذا هو الجدول ليعين على الحفظ

عدد النسبة المؤلفة	—	ا	ب	ج	د	ه	و	ز	ح	ط	ى	ك	ل	م	ن	س	ع	ف	ص
النسبة المؤلفة من نسبتين	—	—	—	—	—	—	—	ا	ا	ا	ا	ا	ب	ب	ب	ب	ج	ج	د	ه
النسبة الاولى	ب	ب	ج	ج	د	ه	ه	و	و	و	و	و	و	ز	ز	ز	ح	ح	ط	ى
	ج	ج	ب	ب	ا	ا	ا	—	—	—	—	—	—	ا	—	ب	ا	ب	ج	ا
النسبة الثانية	د	د	د	ا	ا	ا	ب	ج	ج	ج	د	ه	ا	ه	ب	—	ب	ج	ا	ج
	ه	ه	ه	ه	ب	ج	ج	د	ه	ه	ه	و	ج	و	ج	ب	د	د	ب	د
	و	ز	ز	ز	ج	د	د	ه	و	ز	ز	ز	د	ز	د	ج	ه	ه	ج	ه
	ز	و	و	و	ه	و	ز	ز	ز	ح	ح	ح	ه	ح	ه	د	و	و	د	و
	ح	ح	ح	ح	و	ز	و	ح	ح	ط	ط	ط	و	ط	و	ه	ز	ز	ه	ز
	ط	ط	ط	ط	ز	ح	ز	ط	ط	ى	ى	ى	ز	ى	ز	و	ح	ح	و	ح
	ى	ى	ى	ى	ح	ط	ح	ى	ى	ك	ك	ك	ح	ك	ح	ز	ط	ط	ز	ط
	ك	ك	ك	ك	ط	ى	ط	ك	ك	ل	ل	ل	ط	ل	ط	ح	ى	ى	ح	ى
	ل	ل	ل	ل	ى	ك	ى	ل	ل	م	م	م	ى	م	ى	ط	ك	ك	ط	ك
	م	م	م	م	ك	ل	ك	م	م	ن	ن	ن	ك	ن	ك	ى	ل	ل	ى	ل
	ن	ن	ن	ن	ل	م	ل	ن	ن	س	س	س	ل	س	ل	ك	م	م	ك	م
	س	س	س	س	م	ن	م	س	س	ع	ع	ع	م	ع	م	ل	ن	ن	ل	ن
	ع	ع	ع	ع	ن	س	ن	ع	ع	ف	ف	ف	ن	ف	ن	م	س	س	م	س
	ف	ف	ف	ف	س	ع	س	ف	ف	ص	ص	ص	س	ص	س	ن	ع	ع	ن	ع
	ص	ص	ص	ص	ع	ف	ع	ص	ص	ق	ق	ق	ع	ق	ع	س	ف	ف	س	ف
	ق	ق	ق	ق	ف	ص	ف	ق	ق	ر	ر	ر	ف	ر	ف	ع	ص	ص	ع	ص
	ر	ر	ر	ر	ص	ق	ص	ر	ر	ش	ش	ش	ص	ش	ص	ف	ق	ق	ف	ق
	ش	ش	ش	ش	ق	ر	ق	ش	ش	ت	ت	ت	ق	ت	ق	ص	ر	ر	ص	ر
	ت	ت	ت	ت	ر	ش	ر	ت	ت	ث	ث	ث	ر	ث	ر	ق	ش	ش	ق	ش
	ث	ث	ث	ث	ش	ت	ش	ث	ث	خ	خ	خ	ش	خ	ش	ر	ت	ت	ر	ت
	خ	خ	خ	خ	ت	ث	ت	خ	خ	ذ	ذ	ذ	ت	ذ	ت	ش	ث	ث	ش	ث
	ذ	ذ	ذ	ذ	ث	خ	ث	ذ	ذ	ض	ض	ض	ث	ض	ث	ت	خ	خ	ت	خ
	ض	ض	ض	ض	خ	ذ	خ	ض	ض	ظ	ظ	ظ	خ	ظ	خ	ث	ذ	ذ	ث	ذ
	ظ	ظ	ظ	ظ	ذ	ض	ذ	ظ	ظ	غ	غ	غ	ذ	غ	ذ	خ	ض	ض	خ	ض
	غ	غ	غ	غ	ض	ظ	ض	غ	غ	ا	ا	ا	ض	ا	ض	ذ	ظ	ظ	ذ	ظ
	ا	ا	ا	ا	ظ	غ	ظ	ا	ا	ب	ب	ب	ظ	ب	ظ	ض	غ	غ	ض	غ
	ب	ب	ب	ب	غ	ا	غ	ب	ب	ج	ج	ج	غ	ج	غ	ظ	ا	ا	ظ	ا
	ج	ج	ج	ج	ا	ب	ا	ج	ج	د	د	د	ا	د	ا	غ	ب	ب	غ	ب
	د	د	د	د	ب	ج	ب	د	د	ه	ه	ه	ب	ه	ب	ا	ج	ج	ا	ج
	ه	ه	ه	ه	ج	د	ج	ه	ه	و	و	و	ج	و	ج	ب	د	د	ب	د
	و	ز	ز	ز	د	ه	د	و	و	ز	ز	ز	د	ز	د	ج	ه	ه	ج	ه
	ز	و	و	و	ه	و	ه

ومن خواص هـذه الأقدار الستة انه مهما ساوى واحد منها آخر حصل فيها حالة اخرى اذا كانا ممايجوز اقترانهما لتأليف النسبة ، وقددل على ذلك فى الصورة الاولى القسى الواصلة وذلك ان المتساويتين تسقطان وتبقى الاربعة الباقية متناسبة نسبة بسيطة وذلك فى كل ضرب وجه واحد •

واما الوجه الثانى فينصرف اليه ولا يغايره ونحن اثبتنا ذلك فى جدول ليسهل الاحاطة به وحفظه •

ش — ٥

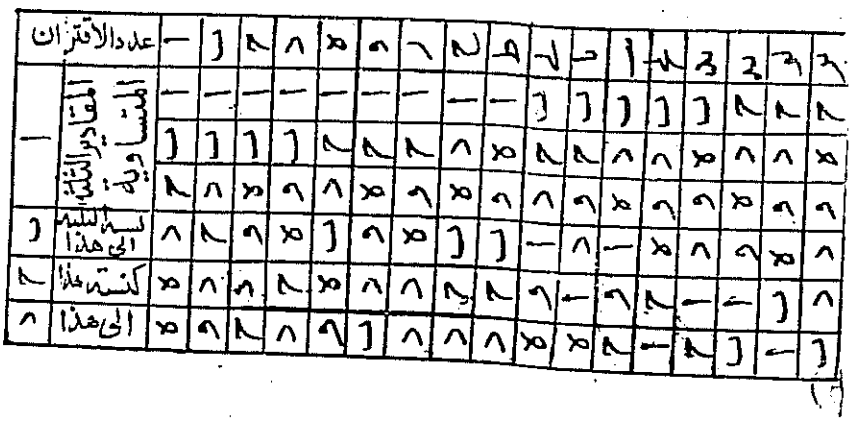
عدد الاقترانات	المقداران المتساويان الساقطان		المقادير الباقية المتناسبة			
ا	ا	ب	ج	د	و	ه
ب	ا	ج	ب	د	و	ه
ج	ا	ه	ب	د	و	ج
د	ب	د	ا	ج	و	ه
ه	ب	و	ا	ج	د	ه
ز	ج	د	ا	ب	ه	و
ر	ج	و	ا	ب	ه	د
ح	د	ه	ا	ب	ج	و
ط	ه	و		ب	ج	د

على ان من رام الاختصار والايجاز حصل من هـذه الاقترانات على عدد يسير و ذلك ان منها ثلاثة مفردة لاتحتمل

غير

غير العكس واذا تساوى ثلاثة من هذه الاقدار الستة وهى الموضوعة فى الجدول الاول كانت نسبة احدها الى ما فى الجدول كنسبة ما فى الثالث الى ما فى الرابع والخلاف وهى ـ ا ـ الى ب ـ و ـ ج ـ الى ـ و ـ و ـ د ـ الى ـ ه ـ ومنها ثلاثة فى احد الحيزين يكافيها بدلاوها (١) فى الحيز الآخر وذلك ان بديل ـ ا الى ـ ج ـ هو ـ ب ـ الى ـ و ـ وبديل ـ ا ـ الى ـ ه ـ هو ب ـ الى ـ د ـ وبديل ـ ج ـ الى ـ د ـ هو ـ و ـ الى ـ ه فقد آلت التسعة الى ستة ويسهل حفظه اذا لونت بلونين هكذا •

ش ـ ٦

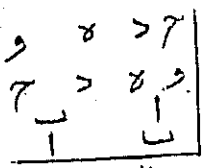


فاما اذا اجتمعت النسبة المعطوفة بالواو ولم تكن النسبة التى بازائها مؤلفة منها بل مشابهة لها •

(١) كذا

مثال ذلك فى الاعداد المتقدمة ان نسبة تسعة وثلاثين الى عدد مطلوب كجملة نسبة الخمسة الى العشرة ونسبة العشرة الى الثلاثين ونسبة الثلاثين الى المائة والعشرين وذلك نصف وثلث وربع فكان التسعة والثلاثين مجموع نصف ذلك العدد وثلثه وربعه .

ش — ٧



ونحن اذا قسمنا الخمسة على العشرة خرجت نسبة ما بينهما وهى نصف وكذلك سائر الاعداد فاذا جمعنا النصف والثلث والربع من غير موافقة بين المخارج ولا قسمة عليها اذا فاصلها الكسر اجتمع ستة وعشرون من اربعة وعشرين فلوكان العدد المفروض ستة وعشرين لكان المطلوب اربعة وعشرين ولكنه ليس به فنضرب التسع والثلاثين فى الاربعة والعشرين ونقسم المبلغ على الستة والعشرين فتخرج الستة والثلاثين وهو المطلوب لان التسعة والثلاثين مساوية لنصفها وثلثها وربعها مجموعة وان عكست القسمة قسمت العشرة على الخمسة خرج اثنان وكذلك سائرها فاذا ضربت الاقسام بعضها فى بعض اجتمع اربعة وعشرون

ومجموع نصفها وثلثها وربعها ستة وعشرون ليست بمساوية للمفروض فنستخرجه كما قلنا .

واما الهند فانهم يسمون المقادير التى تتألف منها النسبة پنج راشيك لان مفروضاته خمسة توضع فى خمسة مواضع ويطلب منها السادس ويسلكون فى استخراج المجهول طريقا يعمه مع ماقبله وبعده وهو الذى قدم فى ترى راشيك .

وللمثال فيقال ان عشرة دراهم ربحت فى الشهرين خمسة دراهم فالثمانية فى ثلاثة اشهر كم تربح وهم يضعونها كما فى هذه الصورة ومقدار النسبة المؤلفة ابدا اسفل وهما الدراهم الحاصلة من اشتباك رأس المال بالمدة ولاستخراج المجهول ينقلون الخمسة الى البيت الفارغ ويضربونه فى الثلاثة الحاصل ثم فى الثمانية فيكون مائة وعشرون ويحفظونه ثم يضربون الاثنين فى العشرة فيكون عشرين ويقسمون المحفوظ عليه فتخرج ستة وهو ربح الثمانية الدراهم فى ثلاثة اشهر، وانما صار ذلك كذلك لان الخمسة هو الاول والمطلوب هو الثانى والعشرة هو الثالث والثمانية هو الرابع والاثنان هو الخامس والثلاثة هو السادس فعلى ماذكرنا من تحليلها الى اربعة اعداد متناسبة مرتين يجب ان يضرب الاول فى الرابع ويقسم مابلغ على الثالث فيخرج عليه واحد وايضا فان هذه النسبة المؤلفة هى ماتخرج من قسمة الثانى على الاول واذا ضربت القسمة فى

المقسوم عليه عاد المال وهو الثانى فاتفق الامر فى تقديم القسمتين على الضربين لا ان للضرب على القسمة مزية فى السهولة •

ش — ٨

٨	١٥
٣	٢
	٥

ويجوز ان يعبر عن هذا الفن بعبارات اخر مثل ان يقال-عشرة رجال حفروا فى يومين خمسة اذرع فالثمانية نفر فى ثلاثة ايام كم يحفرون ثم يجوز ان تتغير المعلومات فى هذه الاوضاع حتى يكون المجهول المقصود هو الايام اوعدة الرجال او رأس المال، ومهما لم يكن المجهول اعنى المكان الفارغ فى الصف الاخير كان الطريق الى معرفته ان يقلب ما فى الصف الاسفل فيوضع كل واحد مما فيه فى المكان الآخر ثم يضرب كل واحد منهما فيما فوقه واحد بعد آخر ويقسم احدهما على الحاصل من الجنبة التى فيها الموضع الفارغ فيخرج المطلوب •

ومثاله ان يقال عشرة نفر حفروا فى يومين خمسة اذرع فالثمانية نفر فى كم يوم يحفرون الستة الاذرع، وسبيل ذلك ان نضع

الخمسة فى مكان الستة والستة فى مكان الخمسة ثم نضرب الستة فى الاثنين ثم فى العشرة الوسط بين الاول والثانى و نضربه فى السادس ونقسم المبلغ على الخامس فيخرج الثانى، ومعلوم ان الضرب واقع على كل واحد من الرابع والسادس والقسمة واقعة على كل واحد من الثالث والخامس فتى جمع الضربان بأن يضرب الاول فى الرابع وما اجتمع فى السادس أو يضرب الأول فى السادس والمبلغ فى الرابع وجب ان يجمع ايضا القسمتان بان يقسم المبلغ على الثالث وما خرج على الخامس لكن ما يعملونه اوجز، وهو قسمة المبلغ اعنى المحفوظ فى عملهم على مضروب الثالث فى الخامس اعنى المقسوم عليه وهو على وجازته لسهل وعن مزاولة الكسور أبعد، ولان مثالنا نسبة الخمسة الى المطلوب مؤلفة من نسبة العشرة الى الثمانية ومن نسبة (١) الى الثلاثة فان المقدارين الموضوعين على الضرب مما فى جنبه الموضع الفارغ وكذلك يحولون الخمسة اليه لتجتمع المضروبات فى جنبه والمقسوم عليها فى اخرى . ش — ٩

١٥	٨
٢	
٥	٦

(١) هنا ناقص فى الاصل .

ومن البين ايضا ان الثمانية لو قسمت على العشرة ايضا لخرجت نسبة الثالث الى الرابع اربعة اخماس واذا قسمت الثلاثة على الاثنين خرج نسبة الخامس الى السادس مثل ونصف واذا ضرب احداهما فى الاخرى اجتمعت نسبة الاول الى الثانى وهى المؤلفة ونسبة الواحد اليها كنسبة الاول الى الثانى فاذا ضربت فى الاول اجتمع الثانى لان المقسوم فيها واحد فيجتمع مائة وعشرون نحفظها ثم نضرب الخمسة فى الثمانية فيجتمع اربعون ونقسم عليها المحفوظ فخرج ثلاثة وهى الأيام المطلوبة، وذلك لان هذا المجهول سادس مقادير النسبة المؤلفة فيجب ان نضرب الاول فى الرابع ونقسم المبلغ على الثالث ونقسم مضروب الثانى فى الخامس على الخارج من القسمة فيخرج السادس لكن الاول فى غير جانب الرابع فى صورة الراشيك فاذا قارب الاسفل صار فى جانب واحد فيها وكذلك يصير الثانى مع الخامس والثالث فى جانب منها، ويجب ان يقسم مضروب الثانى فى الخامس على الوسط ليخرج السادس ومضروب الاول فى الرابع هو مضروب الوسط فى الثالث واذا كان المقسوم عليه مضروبا فى عدد وجب ان يكون المقسوم ايضا مضروبا فيه ليخرج منهما ما يخرج من غير ضرب فيه والوسط المقسوم عليه مضروب فى الثالث لحصوله من ضرب الاول فى الرابع فيجب ان يضرب المقسوم وهو مضروب الثانى فى الخامس فيه ليخرج منه ما خرج اولا .

ايضا

وايضا فان قيل ان الثمانية نفر حفروا فى ثلاثة ايام ستة اذرع فالخمسة اذرع فى يومين كم نفر يحفرونها، ابدلنا ايضا الخمسة والستة احداهما بالأخرى ثم ضربنا الخمسة فى الثلاثة ثم فى الثمانية فاجتمع مائة وعشرون حفظناها وضربنا الستة فى الاثنين فاجتمع اثنا عشر قسمنا عليها المحفوظ فخرج عشرة وهى عدد الرجال المطلوب، وذلك لمثل ماتقدم ايضا بعينه فان المجهول هناك كان السادس وها هنا الثالث وهما ركنان متكافيان فى الحيزين فاذا استظهرت ما تقدم فى الجدول تدرب به على كيفية حال هذه المقادير عند تساوى اثنين (١) الى الاربعة وكيفية حالها عند تساوى الثلاثة الى الثلاثة .

ش — ١٠

	٨
٢	٣
٥	٦

وما قدمناه هو على ان النسبة المؤلفة اعنى الاذرع الحاصلة من العمل فى اسفل الصورة والمجهول احد مقادير النسبتين البسيطتين فاما اذا غير موضع النسبة المؤلفة من الصفوف احتيج فى تحصيل المطلوب الى شريطة اخرى، اما اذا كان موضعها ظهر الصف

الاوسط والمجهول احد مقاديرها فان استخراجه على ما تقدم من نقل الاسفل الموضع الفارغ سواء كان الاعلى رجالا والاوسط ايا ما او بالعكس، فاما اذا كان موضعها هو النصف الاوسط وليكن — ٢٣ — هى الاذرع والاعلى اما ايا ما فيكون الاسفل رجالا واما رجالا فيكون الاسفل ايا ما، والموضع الفارغ فى الاسفل فمعلوم ان حصة الرجل فى اليوم الواحد خمس ذراع والمطلوب سبعة وثلاثة اثمان اما رجالا واما ايا ما، ولن يحصل الا بقلب ما فى الصف الاعلى وهما مقدار النسبة البسيطة التى ليس المجهول احدهما ومتى ضربنا الخمسة المنقولة فى الثلاثة ثم فى العشرة المقلوبة اجتمع مائة وخمسون فاذا قسمناها على مضروب الاثنين والثمانية المقلوبة خرج سبعة وثلاثة اثمان وهو المطلوب، فاما اذا كان موضعها فى الصف الاعلى والمجهول فى الاسفل كان الاذرع ١٠٨ — واما فى الوسط رجال فيكون الاسفل ايا ما اوايام فيكون الاسفل رجالا ومعلوم ان حصة الرجل فى اليوم ذراع واحد والثمانية الاذرع يحصل لرجلين وثلثى رجل فى ثلاثة ايام اوفى يومين وثلثى يوم لثلاث رجال وحصول ذلك يكون بعد قلب اللتين فى الوسط وهما مقدارا النسبة البسيطة التى ليس المجهول احدهما فاذا ضربنا الخمسة المنقولة فى الاثنين المقلوبة ثم فى الثمانية العليا اجتمع ثمانون فاذا قسمناها على مضروب الثلاثة المقلوبة فى العشرة خرج اثنان وثلاثون

وهو المطلوب .

ويعربض المعرات على مذهب الهند قريبا من ذلك كأن سائلا سأل وقال مائة سفرجل بعشر دراهم ومائة زمانة بثمانية دراهم ونريد ان نعلم كم رمانة تكون بعشرين سفرجلا فنضعها اولا كما قال ثم نقلب الاثمان الموضوعة فى الاعلى وقد آل الى پنج راشيك فيعمل فيه ما تقدم من نقل العشرين الى الموضع الفارغ ونضربها فى ثمانية ثم العشر وقسمة العشر والالف على الثمان مائة فيخرج خمسة وعشرون عدد الزمانات فى السفرجلات .

ش — ١١

٨	١٥
١٠٠	١٥٠
	٢٥

ويستعملون ايضا الاربعة الاعداد المتناسبة بالتكافىء وهى النسبة التى تغطيها الابعاد مع الاثقال عن مراكزها ويقولون اذا كان جذر بنت العشرين ثمانية دراهم فجذر بنت الاربعين كم يكون .

وطريقه ان لا تنقل الثمانية الى الموضع الفارغ ولكنها

تضرب فيما فوقها فيجتمع مائة وستون وتقسم على الاربعين فيخرج اربعة لجذر بنت الاربعين ، والهند يسمون هـذا بست (١) ترى راشيك اى الثلاثة المواضع بالراجع لان موضوعـــه الوضيعة والحسران .

ش — ١٢

٣٥	٢٥

ونعطف الآن على ما وراء پنج راشيك فنقول انهم يسمون المقادير الثمانية التى يتألف فيها ثلاث نسب نسب راشيك اى السبعة المواضع المغطاة معلومة، مثاله قطعة صندل طولها خمسة اصابع وعرضها ثلاثة اصابع وسمكها اربعة اصابع بثلاثين درهما كم ثمن قطعة منها فى طول ثمانيـة اصابع وعرض ستة اصابـع وسمك اصبعين فأنهم يضعونها على الرسم المتقدم كل جنس بحذاء جنسه ثم ينقلون الثلاثة الى الست ويسلكون الطريقة المذكورة فى پنج راشيك فيجتمع المحفوظ ألفين وثمان مائة وثمانين والمقسوم عليه ستين ويخرج ثمن القطعة المطلوب ثمانية واربعين .

ش — ١٣

٣	٨
٣	٦
٥	٢
٣٥	

والذى يستعمله اصحابنا فى هذا هو انهم يحصلون مساحة جسمى القطعتين المفروضتين بضرب الطول فى كل واحدة منهما فى العرض ثم فى السمك فينحل الترى راشيك لان القطعة التى مساحتها ستون اصبعا اذا كانت بثلاثين درهما والتى مساحتها ستة وتسعون اصبعا كم تكون بثمانية واربعين درهما وهذا كالذى قالوه، فان فرضت القطعتان وطلب وزن احداهما من الاخرى وضع الوزن المعلوم فى مكان الثمن المعلوم فيخرج الوزن الآخر ايضا فى مكان الثمن الذى خرج •

ويجوز ان يجعل هذا المثال فى نضد اثواب طوله اربعة اذرع وعرضه ثلاثة اذرع وعدد الاثواب خمسة وثلاثون درهما (١) بكم يكون نضد اخرى طوله ثمانية وعرضه ستة وهو من اونين وذلك ان العدد هاهنا يقوم مقام السمك فان فرض المجهول فى غير الصف الاسفل كان الطريق فى استخراجه مثل ما تقدم من قلب عددى الصف الاسفل ثم ضرب اعداد كل جنبة على حدة بعضها فى

(١) كذا ولعل العبارة سقطت منها •

بعض وايقاع القسمة على الجنبة التى فيها المكان الفارغ وهذا مطرد فيما بعده كاطراده فيما قبله، وكذلك فى الذى نعيد ذكره ويسمون المقادير العشرة التى تتألف فيها النسبة من اربع نسب ترى راشيك اى التسعة المواضع، ومثاله لبنة فرض طولها خمسة وعرضها اربعة وسمكها ثلاثة وقوطع صاربها كل ثلاثين منها بستين فضرب اللبنة بطول ثمانية فى عرض ستة وسمك اثنين كم يستحق من الأجرة على عشرين منها على هذا الموضع فاذا سلك فيها كما تقدم اجتمع المحفوظ مائة الف وخمسة عشر ألفا ومائتين والمقسوم عليه ألف وثمان مائة والأجرة المطلوبة للعشرين اربعة وستون درهما •

وهذا ايضا كما تقدم لان نسبة الستين فيه الى المطلوب مؤلفة من نسبة الأربعة الى الثمانية ومن نسبة الثلاثة الى الستة ومن نسبة الخمسة الى الاثنين ومن نسبة الثلاثين الى العشرين وقد جمع فيها الضروب الاربعة اعنى الستين فى الثمانية ثم فى الستة ثم فى الاثنين ثم فى العشرين التى هى على التوالى فى النسب •

ش — ١٤

٨	٤
٦	٣
٢	٥
٢٥	٣٥
	٦٥

وسواء ضرب كذلك او ضرب اولا فى العشرين ثم فى الاثنين ثم فى الستة ثم فى الثمانية فان الامر واحد ثم جمعت القسمات الاربع على المقدمات فى النسب ولكنها اختصرت بالقسمة الواحدة على مضروب المقدمات بعضها فى بعض اعنى الاربعة فى الثلاثة ثم فى الخمسة ثم فى الثلاثين وهكذا الحال فى المقادير الاثنى عشر التى تتألف فيها النسبة من خمس نسب ، وهم يسمونه بكدش راشيك أى احد عشر موضعا •

ومثاله حائط طوله عشرة اذرع وعرضه ثلاثة وسمكه ثمانية بالذراع المشهور مرتين عمل ستة رجال باربعين درهما ونريد ان نبنى الحائط الآخر فى طول خمسة عشر وعرض اربعة وسمك سبعة بالذراع المشهور ثلاث مرات فبكم يعمله التسعة نفر ، والطريق فى استخراجه غيره عند تغيير الموضع الفارغ فى مفروضاته على مثال ما تقدم •

ولان العدد فى طباعه غير متناه فان الوسائط والنسب التى تحصل فيها التأليف غير متناهية كذلك ولكنى لم اجد الهند يتجاوزون بدرش راشيك وان كان تجاوزه ممكنا بل واجبا وانما يتعذر فى المقادير من جهة موادها وما يناط بها من الاحوال الطبيعية والاصطلاحية •

فانه اذا قيل منجنيق ضلعه سبعة اذرع وسمكه خمسة عشر

يرمى منه خمسة امناء حجر بمن الثلاثمائة عشرون رجل فيذهب الحجر مائة ذراع ونريد ان نعلم الى كم يذهب الاربعة امناء بمن المائتين والستين اذا رماه خمسة وعشرون رجل من منجنيق ضلعه عشرة وسمكه عشرون وقدامته سبع عشر والقياس يوجب لو استعمل الهند هذا ان يسموه تيره راشيك اى الثلاثة عشر موضعا وان يسمو اذا الخمسة عشر موضعا تيره راشيك .

ش — ١٥

١٥	١٥
٣	٤
٨	٧
٢	٣
٦	٩
٣٥	

واذا قالو امثلان اثنى عشر منازيب بخمسة امناء تمر وثمانية امناء تمر بمنوين فانيذ وستة امناء فانيذ بثلاثة امناء سكر وخمسة عشر مناسكر لعشرين درهما تغيرت هذه الاسعار فصار ثمانية امناء زبيب بسبعة امناء تمر واربعة امناء تمر بتسعة امناء فانيذ وسبعة امناء فانيذ بمنوين سكر فبكم درهم تشترى الخمسة امناء سكر .

ش — ١٦

١٢	٨
٥	٧
٨	٤
٢	٩
٦	٧
٣	٢
١٥	٥
٢٥	

وان يسموا ذا السبعة عشر موضعا ستارة راشيك اذ قيل ارض تكسيرها عشرة اجربة كل جريب ثلاثة آلاف وستمائة بالذراع المشهور ثلاث مرات سقيت بدلو قطره اربعة اشبار وسمكه خمسة اشبار وزرع فيها لكل اثنى عشر دلو مائة منا حنطة بمن ثلاثمائة فاغلت عشرة آلاف كيل .

ثم فرضت ارض اخرى خمسة اجربه كل جريب ثمانية آلاف ومائة بالذراع المشهورة مرتين وسقيت بدلو قطره ثلاثة اشبار وسمكه اربعة اشبار وزرع فيها لكل عشرة دلاء ثمانين منا حنطة بمن مائتين وستين فكم كيل تكون غلتها .

وما اظنهم وقفوا في استعماله الا من جهة الاستثقال فان الواقعات من المسائل قلما يبلغها فضلا عن ان يتجاوزها وهذه

صورتـه •

ش — ١٧

١٥	٧
٢٥	١٥
١٠	١٣
٤	٥
٢٦	٣٥٥
٢٥	٢٥
	١٥٥

فاما لم صارا سامى ما استعملوه بالافراد دون الازواج حتى لم يكن فيها جود راشيك اى ذا اربعة اوجاراشيك اى ذا ستة اوشئ آخر من سائر الاعداد الازواج فمن جهة انه اذا افرد من الازواج مقداران لتأليف النسبة بقيت مقادير النسب مزدوجة تامة من جملة المفروضات فلم يكن منها مطلوب لأن المطلوب يكون غير المفروضات المغطاة فلا يتداخلها الا اذا كانت هى فردا ويصير بـه زوجا فان لم تكن النسب التى منها يحصل التأليف منفصلـة — ادب — فى بعض الاوضاع الى ما تركـه الهند من الازواج ولم ينحل الى ما استعملوه الا بتكرير المقادير حتى تنفصل النسبة •

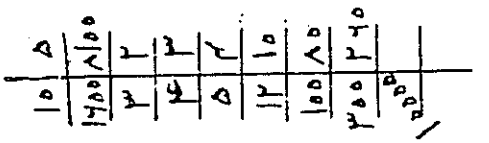
مثال ذلك ان النسب فيما بين الثلاثـة اوالستـة والتسعة والستة والثلاثين والثمانية هى نصف وثلثان وربـع ونصف ونسبة العشرة الى ستين مؤلفة منها لان العشرة نصف ثلثى ربـع ضعف

فتى

فتى كانت الاعداد المشتملة على النسب التى تتألف النسبة المفروضة فردا كما وضعناها فى هذا المثال لم يطرد فى الوضع الهندى الا بتكريرها حتى يجعل التالى فى كل نسبة مقدما فى النسبة التى تليها .

وكأنا قلنا حوض عرضه ثلاثة اذرع وطوله ستة اذرع وعمقه تسعة اذرع يمتلى ستة وثلاثين مرة فى عشرة ايام فالحوض عرضه ستة اذرع وطوله تسعة اذرع وعمقه ستة وثلاثين فى كم يوم يمتلى كان عشرة مرة ومهما وضع كذلك فى صورة كالصور المتقدمة تساوت الاقطار القرانية واطرد الطريق على ما ذكرنا والمقسوم فى هذا المثال بحسب عمل الهند ثلاثمائة واربعون ألف وتسعة ألف وتسعمائة وعشرون والمقسوم عليه خمسة آلاف وثمان مائة واثنان وثلاثون والقسم المطلوب ستون وهى الايام التى يمتلى فيها الحوض الآخر .

ش — ١٨



وكذلك ان كانت الاعداد زوجا كأنا زدنا فى النسب

ثلاثة اخماس فازداد بها فى اعداد الجدول ثلاثون وصارت نسبة العشرة الى شيء وهو مائة مؤلفة من نسبة ثلاثة الى ستة ومن نسبة ستة الى تسعة ومن نسبة تسعة الى ستة وثلاثين ومن نسبة ستة وثلاثين الى ثمانية عشر ومن نسبة ثمانية عشر الى ثلاثين وذلك نصف ثلثى ربع ضعف ثلاثة اخماس ولكن النسبة اذا اشتبكت فاتصلت على هذا استغنى فيها عن هذا التطويل فى الحساب وكانت النسبة المؤلفة منها كنسبة اولى تلك النسب الى التالى من اخيرتها •

وذلك ان نسبة الثلاثة الى الستة كنسبة العشرة الى العشرين ونسبة الستة الى التسعة كنسبة العشرين الى ثلاثين ونسبة التسعة الى الستة والثلاثين كنسبة الثلاثين الى المائة والعشرين ونسبة الستة والثلاثين الى الثمانية عشر كنسبة المائة والعشرين الى الستين ونسبة الثمانية عشر الى الثلاثين كنسبة الستين الى المائة ففى نسبة المساواة نسبة الثلاثة الى الثلاثين كنسبة العشرة الى المائة

٣	٦
٦	٩
٩	٣٦
٣٦	١٨
٨	٣٠
١٥	

٣	٦
٦	٩
٩	٣٦
٣٦	١٨
١٥	

وهذا

وهذا ايضا احد الاسباب الداعية للهند من الاعراض عما تكون عدة معلوماته المغطاة زوجا فان جعل هذا المثال المتقدم فى المسعرات فقيل ثلاثة امناء سكر بستة امناء فانيذ وستة امناء فانيذ بتسعة امناء عسل وتسعة امناء عسل بستة وثلاثين مناسمن وستةوثلاثين مناسمن بثمانيةعشردرهما فعشرة امناء سكربكم يكون سهل تصوير التناسب فيها فان الثمانيـة عشر ثمن الثلاثة أمناء سكرونسبة الثلاثة أمناء سكر الى العشرة أمناء سكر كنسبة ثمن الثلاثة أمناء الى ثمن العشرة أمناء، ثم ان لم يشتبك النسب ولم يشترك فى فرد كان له مجراها طرق الهند (١) المذكورة اعنى انه اذا قيل ثلاثة أمناء سكر بستة أمناء فانيذ وتسعة أمناءفانيذ بستة وثلاثين مناسمن وثمانيـة عشر مناسمن بثلاثين درهما فعشرة أمناء سكر بكم يكون كان ذلك من ست راشيك ذا السبعة وصار وضعه هكذا •

ش — ٢٠ .

٦	٣
٣٦	٩
٣٥	١٨
	١٥

ح وط لوك ل
لـ ك ل تكس قه

واظن انى أتيت على ما تضمنه العمال واستوفيته
والله احمد على ذلك واياه استعين واستوفق
ولله الحمد والمنة وعلى رسوله المصطفى السلام
وفرغت من كتابتها بالموصل
فى ذى الحجة
(سنة ٦٣١)

تمت الرسالة بعونه تعالى



