﴿و ٧٤ ب، ج ٦٧ ب، ا ٥٦ الف، ب ٤٧ ب، ل ٥٢ الف﴾

المقالة الثالثة من القانون المسعودى

ان هذه الصناعة اذا اريد اخراجها الى الفعل بمزاولة الحساب فيها فالاعداد مفتقرة الى معرفة اوتار قسىّ الدوائر، فلذلك سمى اهلها كتبها العلمية[1] زيجات من الزيق الذى هو بالفارسية زه اعنى الوتر، وسموا انصاف الاوتار جيوبا و ان كان اسم الوتر بالهندية جيبا و نصفه جيبارد، و لكن الهند اذا لم يستعملوا غير انصاف الاوتار اوقعوا اسم الكل على النصف تخفيفا فى اللفظ، و من الاوتار ما هو كالاصول عليها مبانى بواقيها ويقوم مقام الكسور التى مخارجها من الاثنين الى العشرة، فلذلك سموا تلك الاوتار امّهات كما سموا هذه الكسور رؤوسا، و نحن نبتدى بها.

الباب الاول فى امّهات الاوتار واستخراجها

لابدّ لنا فى هذا الموضع من فرض قطر الدائرة معلوما بعدد ليخرج ما نريده من الاوتار بحسبه، و سنخوض فى ذكر كميته فيما بعد، اذا احتسبنا به معلوما لم يخف انه سمى الاثنين اعنى النصف من الكسور، و انه وتر نصف الدائرة، و يتلوه ما وراء الاثنين .

معرفة وتر الثلث

فاذا اردنا وتر ثلث الدور ضربنا القطر فى نصف مجموعه الى نصفه و اخذنا جذر المبلغ، و سواء فعلنا ذلك او ضربنا القطر فى ثلاثة ارباعه

(١) من ج، ا، ل - و فى و: العملية.

و اخذنا

واخذنا جذر المبلغ، فان هذا الجذر يكون فى كليهما وتر الثلث .

معرفة وتر الربع

واذا اردنا وتر الربع اخذنا جذر نصف مضروب القطر فى مثله فيكون وتر الربع .

معرفة وتر الخُمس

واذا اردنا وتر الخمس ضربنا القطر فى مثله ثم فى خمسه ابدا، وقسّمنا المجتمع على ستة عشر، واخذنا جذر الخارج من القسمة والقينامنه ربع القطر فيبقى المحفوظ، ثم نضرب كل واحد من هذا المحفوظ ونصف القطر فى مثله ونأخذ جذر مجموع المبلغين فيكون وتر الخمس .

معرفة وتر السُدس

واما وتر السدس فهو مساو لنصف القطر، وهو فتحة البركار التى بها اديرت الدائرة .

معرفة وتر السُبع

هذا مما لم يوجد الى الآن من زماننا طريق الى استخراجه وهو مستغنى عنه فى صناعة التنجيم بحسب الاعداد المستعملة فيها للدور واجزاء الاجزاء .

معرفة وتر الثُمن

اذا اردنا وتر الثمن ضربنا نصف القطر فى فضل ما بينه وبين ضعف وتر الربع، وألقينا المجتمع من مضروب نصف القطر فى مثله

واخذنا جذر الباقى فيكون وتر الثمن .

معرفة وتر التُّسع

حال وتر التسع كحال وتر السبع فى خفاء الطريق الى معرفته، فاما فى الاستغناء عنه فلا لان الحاجة اليه امسّ ما تكون، وسيأتى للتأتّى له بالحيل ذكر فيما بعد .

معرفة وتر العُشر

اما وتر العشر فهو المحفوظ فى عمل وتر الخمس، فهذه طريق استخراج امّهات الاوتار، والبرهان عليها نقدم امامها .

مقدمة لارشميدس مبرهنة بغير برهانه

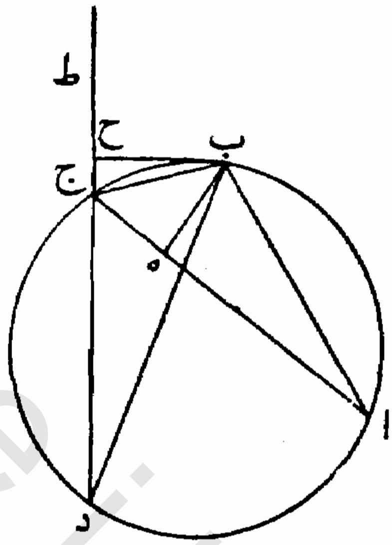
* فليكن قوس : اج د ، معطاة وقد انحنى تحتها خط : اج د ، المستقيم وننزل من : ب ، منتصف القوس عمود : ب ه ، على اعظم قسمى الخطّ المنحنى .

فاقول انه قسمه بنصفين على : ه ، اعنى ان : ا ه ، مساو لمجموع : ه ج ، ج د .

برهانه : انا ننزل[1] عمود : ب ح ، على : د ج ، المخرج على استقامته ونصل : ا ب ، ب ج ، ب د ، فلان زاوية : ب ج د ، بمقدار قوس ب ا د ، تكون زاوية : ب ج ح ، كمال القائمتين بمقدار قوس ب ج د ، فزاويتا : ب ج ا ، ب ج ح ، متساويتان لانهما بقدر قوسين

(١) ج ، ب : اذا نزل . * ابتداء شكل : ١

متساويتين



(١)

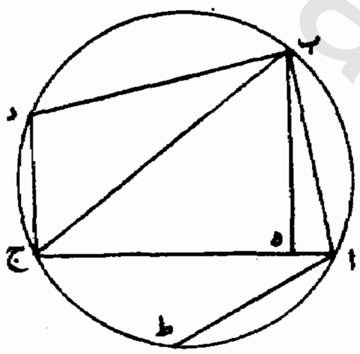
متساويتين فمثلثا : ب ه ج ، ب ح ج القائما الزاوية متشابهان و : ب ج ، مشترك لهما، فهما اذن متساويان لكن خطى : ب ا ، ب د، متساويان و زاويتى : ب ا ه ، ح د ب متساويتان ، فمثلث : ا ب ه ، مساو لمثلث : د ب ح ، و مشابه له ، فاه مساو : لد ح ، لكن : ج ح ، مساو : لج ه ، و : ه ج ، ج د ، معا يساويان : ا ه ، فنقطة : ه ، اذن منتصف الخطّ المنحنى و ذلك ما اردناه .

(١) و اقول ان هذه القوس فى اوتار اقسامها انطبعت بطباع الخط المقسوم بنصفين و بقسين مختلفين، و ذلك ان ضرب وتر : ا ج ، فى وتر : ج د ، مع مربع وتر : ب ج، مساو لمربع وتر : ا ب ، لان مربع : ب د، مساو لمربعى : ب ج ، ج د ، مع ضعف ضرب : د ج ، فى : ج ح ، فانا اذا زدنا : ح ط ، فى استقامة : د ج ، مساويا : لج ح ، كان ضرب : ط د ، فى : د ج ، مع مربع : ح ج ، مساويا لمربع : ح د ، فاذا رفعنا مربع : ح ج ، صار ضرب : ط د ، فى : د ج ، مساويا لمربع : ج د ، مع ضعف ضرب : ج د ، فى : ج ح ، لكن : ط د ، ا ج : متساويان، فمربع : ا ب ، اذن مساو لمربع : ب ج ، و ضرب ا ج : اعنى : ط د ، فى : ج د ، و ذلك ما اردناه ان يتضح .

و فى قوة هذا الشكل ان قوس : ا د ، اذا قسمت بنصفين على :

(١) ابتداء شكل : ٢

ب ، و زيد فيها زيادة : د ج ، كان ضرب وتر : ا ج ، فی وتر : ج د ، مع مربع وتر : ب د ، مساويا لمربع : ب ج ، و ذلك انا اذا فصّلنا قوس : ا ط ، مساوية لقوس : د ج ، و وصّلنا الاوتار كان خط : ج ا ط ، منحنيا فی قوس : ج ب ط ، و : ب ، منتصفها يكون ضرب : ج ا ، فی : ا ط ، مع مربع : ا ب ، مساويا لمربع ب ج ، لكن : ا ط ، مساو : لج د ، و : ا ب ، مساو : لب د ، فضرب : ا ج ، فی : ج د ، مع مربع : ب د ، اذن مساو لمربع : ب ج ، فاذا انزلنا عمود : ب ه ، على : ا ج ، قسم : ج ا ط ، المنحنی بنصفين، فكان : ج ه ، مساويا لمجموع : ا ه ، ا ط ، اعنی : ج د ، و ان كان تنصيفه اياه على صورة اخرى، و اكثر اشكال المقالة الثانية من كتاب اوقليدس تطّرد على اوتار القوس المقسومة بمثل اقسامها.

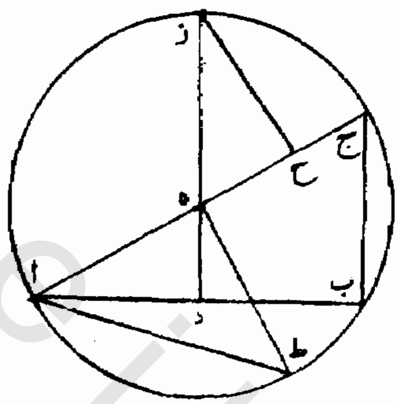


(٢)

* ثم ليكن قوس : ا ب ، ثلث دائرة : ا ب ج ، و : ا ه ج قطرها[1] ، فتكون قوس : ب ج ، سدسها[2] و نخرج من : د ، منتصف وتر : ا ب ، عمودا عليه ، فيمرّ على مركز : ه ، و ينصف قوس : ا ج ب على : ز ، فينزل منه عمود : ز ح ، على خط : ا ج ب ، المنحنی فلينصفه على : ح ، و لتشابه مثلثی : ا د ه ، ز ح ه ، و تساوی : ه ا ، ه ز يكون : ز ح ، مساويا : لد ا .

(١) ج : نظيرها (٢) ج : نصفها * ابتداء شكل : ٣

وقد تبيّن فى المقالة الرابعة من كتاب الاصول مساواة: ب ج، ج ه، لخط: ا ج ب، المنحنى اذن هو مجموع قطر: ا ج، الى نصفه و: ا ح، نصف هذا المجموع، و: ج ح، فضل ما بينه و بين القطر وضرب: ا ح، فى: ج ح، مساو لمربع: ز ح، اعنى: ا د، وضعف: ا د، هو: ا ب، وهو المطلوب، لكن نسبة مربع ا د: الى مربع: ا ب، هى نسبة:



(٣)

ا د، الى: ا ب، مثناةً بالتكرير، فمربع: ز ح، ربع مربع: ا ب، لكن قوس: ز ج، سدس الدور و: ج ح، مساو لـ: ح ه، فضرب: ا ج، الذى هو اربعة امثال: ج ح، فى: ا ح، الذى هو ثلاثة امثال: ج ح، تكون اربعة اضعاف ضرب: ا ح، فى: ج ح، فهو اذن اربعة اضعاف مربع: ز ح، وذلك مربع: ا ب، بتمامه.

وليكن: ط، منتصف: ا ب ج، فيكون: ا ط، وتر الربع[1] وهو يقوى على: ا ه، ه ط، المتساويين، فقوة: ا ط، اذن ضعف قوة: ا ه، وذلك كما استعملناه لان ضعف مربع: ا ه، مساو لنصف مربع: ا ج.

(٢) ولوتر الخُمس والعُشر فليكن كل واحدة من زاويتى: ه ا ب، ه ب ا: ضعف زاوية: ا ه ب، وندير على مركز: ه، ويبعد ساق

(١) ل: المربع (٢) ابتداء شكل: ٤.

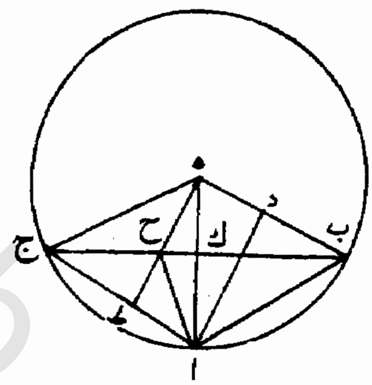
المثلث دائرة : ا ب ج ، و ننصف زاوية : ه ا ب ، بخط : ا د ، فلتساوی زاويتی : ا ه ب ، ب ا د ، تتساوی زاويتا : ا د ب ، ا ب د ، و تساوی : ا ب ، ا د ، و لتساوی زاويتی : ه ا د ، ا ه د ، تتساوی : ا د ، د ه ، و لتشابه مثلثی : ا ه ب ، ب ا د ، تكون نسبة : ه ب ، الی : ه د ، المساوی لـ : ا ب ، كنسبة : ه د ، اعنی : ا ب ، الی : ب د ، فضرب : ه ب ، فی : ب د ، مساوٍ لمربع[1] : ه د ، اعنی ضرب : ا ب ، فی : ه د ، فخط : ه ب ، اذن منقسم علی نسبة ذات وسط و طرفين و قسميها الاطول : ه د .

و ايضا فانا اذا ركبنا كانت نسبة : ه ب ، ه د ، الی : ه ب ، كنسبة : ه د ، د ب ، الی : ه د ، فضرب : ه ب ، مع : ه د ، اعنی : ا ب ، فی : ه د ، مساو لضرب : ه ب ، فی مجموع : ه د ، د ب ، فمجموع خطی : ه ب ، ب ا ، ايضا منقسم علی نسبة ذات وسط و طرفين ، و قسمة الاطول : ه ب ، لكن زاوية : ا ه ب ، خمس قائمتين فهی عُشر اربع زوايا قائمة ، فقوس : ا ب ، عشر الدور و : ا ب ، وتره ، و : ه ب ، وتر السدس ، فاذا اتصلا علی استقامة كان مجموعهما منقسما علی نسبة ذات وسط و طرفين و قسمة الاطول وتر السدس ، و علی ما تبين فی المقالة الثانية عشر من كتاب الاصول اذا جمعنا مربع القسم الاطول منه الی مربع نصفه اجتمع مربع مجموع القسم الاقصر مع نصف الاطول . ثم لتقرر[2] قوس : ا ج ، مساوية

(١) ج : لضرب (٢) ا ، ب : لبقرر .

لـ : ا ب

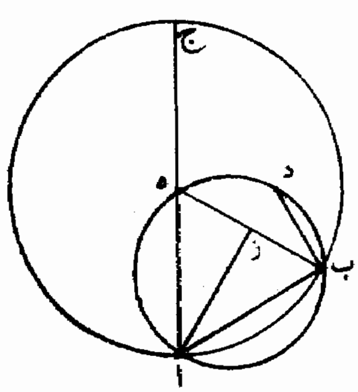
لـ: ا ب، و نصل : ب ج ، فيكون و تر الخمس، ولأن زاوية : د ه ك ، على عُشر الدور و زاوية : ه ب ج ، عند المحيط على خمسه و عشره معا، فهى عند المركز على ثلاثة ارباع خمس الدور، فزاوية : ه ب ك ، اعظم من زاوية : ب ه ك ، ولنفصل زاوية : ب ه ح ، مساوية لزاوية : ه ب ك ، و نصل : ا ج ، و نخرج : ه ح ط ، اليه و نصل: ا ح ، فلأن مثلث : ه ب ج ، المتساوى لساقى : ه ب ، ه ج ، شبيه بمثلث : ه ب ح ، المتساوى لساقى : ح ه ، ح ب ، تكون نسبة : ه ب ، الى : ب ج ، كنسبة : ب ح ، الى : ب ه ، فضرب : ب ح ، فى : ب ج ، مساو لمربع : ه ب ، ولأن زاوية: ب ه ج ، اربعة اخماس قائمة، وزاوية : ه ح ب ، اعنى: ج ح ط ، المقابلة لها مثلها ، وزاوية : ح ج ط ، خمس قائمة اذ هى عشر قائمتين، فتبقى زاوية : ط ، قائمة ، فـ : ط ، على منتصف : ا ج ، و مثلث : ح ج ، متساوى لساقى : ا ح ، ح ج ، و يشبه بمثلث : ب ا ج ، فنسبة : ج ح ، الى : ج ا ، كنسبة : ا ج ، الى : ب ج ، فضرب: ج ح ، فى : ب ج ، مساو لمربع : ا ج ، و قد كان ضرب : ب ح ، فى : ب ج ، مساويا لمربع : ه ب ، لكن مجموع ضرب : ب ح ، فى : ب ج ، مع ضرب : ج ح ، فى : ب ج ، هو مربع : ب ج ، فمربع: ب ج ، اذن مساو لمربعى : ه ب ، ا ج ، فوتر الخُمس اذن يقوى على وترى السُدس و العُشر، فمتى كان احدهما مجهولا علم من الباقين، و ذلك ما اردنا ان يتضح .



(٤)

فاما ضربنا مربع القطر فى خمسة و قسمة المبلغ على ستة عشر فمن اجل ان انقسام مجموع وترى السدس و العشرعلى نسبة ذات وسط و طرفين اوجب فى الحساب جمع مربع نصف القطر الى مربع ربعه ليكون جذر المجتمع مجموع وتر العشر و هو المحفوظ الى ربع القطر، و نسبة مجموع هذين المربعين الى مربع نصف القطر لنسبة[1] الخمسة الى الاربعة فنسبته الى مربع كل القطر نسبة الخمسة الى الاربعة اربعة اضعاف الاربعة هو الستة عشر .

(٢) و قد اتطرد بما ذكرنا على مقتضى المقدمة بان ندير على مثلث : ا ب ه، دائرة و نفصل منها قوس : ا ب د، مساوية لقوس : ه ا، و نصل : ب د، ا ج، فزاوية : ا ه ب، على مركزه تحاذى عشر الدور فى دائرة : ا ب ج، فهى اذن على محيط دائرة : ا ب ه، تحاذى خمس دورها، فكل واحدة من قوسى : ه ا ب، ه د ب، خمسا دور و لكن قوس : ا ب د، مساوية لقوس : ه ا، فقوس : ا ب د، اذن خمسا دور، و: ا ب، خمس دور، فـ : ا ب، يساوى: ب د، و خط : ه ب د، منحنى فى دائرة: ا ب د، فربع : ه ا، يساوى مربع : ا ب، وضرب : ه ا، فى : ا ب، اعنى ضرب : ا ب، فى : ب د، فـ : ه ا ب، كخط مستقيم ينقسم



(٥)

(١) ج، ا، ب، ل: ونسبة (٢) ابتداء شكل: ه .

على

على : ا، بنسبة ذات وسط و طرفين فـ : ا ه، قسمة الاطول معلوم لانه نصف القطر: فالقسم الاصغر و هو: ا ب، ايضا معلوم و متى اتضح من الباب الذى يتلو هذا معرفة وتر ضعف القوس صار به وتر القوس معلوما ، و نكتفى بهذه الصورة فى وتر الثمن، و ليكن : ا ب ، فى دائرة: ا ب ج ، ننزل عمود : ا ز ، على : ه ب ، فيكون نصف وتر الربع وزاوية: ا ه ز ، نصف قائمة اذ هى ثمن الاربع الزوايا القائمات المحاذية عند المركز لكل المحيط فتبقى زاوية : ه ا ز ، نصف قائمة و يساوى : ه ز ، نصف وتر الربع ايضا و لان : ز ، منتصف : ه ب د ، المنحنى فان مربع : ه ا ، مساو لمربع : ا ب ، وضرب : ه ب ، فى : ب د ، المعلومين فـ : ا ب ، وتر الثُمن لذلك معلوم، و ذلك ما اردناه .

الباب الثانى فى توابع امّهات الاوتار المقدم ذكرها فيما قبل

هذه و ان جرت مجرى الفروع للاصول المتقدمة فانها لا تتخلف عنها فى الغناء .

معرفة وتر تتمة كل قوس معلومة الوتر الى نصف الدائرة

اذا اردنا ذلك جمعنا الوتر المعلوم[1] الى القطر و وضعنا نصف الجملة فى مكانين وضربنا فضل القطر على احدهما فيما كان فى المكان الثانى،

(١) ل: المقدم .

وما اجتمع فى اربعة ابدا فيكون جذر المبلغ وتر تتمة قوس ذلك الوتر المعلوم الى نصف الدور .

معرفة وتر ضعف كل قوس معلومة الوتر

نقسم مضروب الوتر المعلوم فى مثله على القطر، ونضرب الخارج من القسمة فى مثله و ننقص المبلغ من مضروب الوتر المعلوم فى مثله و نضعف جذر الباقى، فيكون وتر ضعف قوس الوتر المعلوم[1] .

معرفة وتر نصف قوس معلومة الوتر

نجمع مضروب نصف الوتر المعلوم فى مثله الى مضروب نصف فضل ما بين وتر تتمة قوس الوتر المعلوم الى نصف الدائرة و بين القطر فى مثله، ونأخذ جذر المبلغ فيكون وتر نصف القوس المعلومة الوتر وان شئنا ضربنا نصف فضل القطر على وتر تتمة القوس المعلومة الوتر الى نصف الدائرة فى القطر كملا، و اخذنا جذر المجتمع فكان وتر نصف قوسه .

معرفة وتر ربع القوس المعلومة الوتر و اوتار ما بعده من تتمتها وما يؤدى اليه التنصيف

هذا وان اغنى عنه ما تقدم ففيه شئ ما من تسهيل ما سنستعمل، فلنسم نصف فضل ما بين القطر و بين وتر تتمة القوس المفروضة محفوظا اولا، ونصف وتر القوس المعطاة محفوظا ثانيا، و نصف وتر نصفها الذى استخرجناه آنفا محفوظا ثالثا، ثم نضرب وتر[2] نصفها فى المحفوظ الاول

(١) ل : المعلومة (٢) ل : قوس .

و نقسم

و نقسم ما اجتمع على مجموع وتر النصف و المحفوظ الثانى، فما خرج نضرب نصفه و هو المحفوظ الرابع فى القطر، و نأخذ جذر المبلغ فيكون وتر ربع القوس المعطاة، و نصف هذا الوتر هو المحفوظ الخامس، و على قياس ذلك نضرب لمعرفة وتر ثمن هذه القوس وتر ربعها فى المحفوظ الرابع، و نقسم ما بلغ على مجموع وتر ربعها والمحفوظ الثالث، و نضرب نصف ما يخرج وهو المحفوظ السادس فى القطر فيجتمع مربع وتر ثمنها و ما بعد ذلك منه على هذه بمنزلة عمله من وتر ربعها .

معرفة وتر تفاضل كل قوسين معلومتى الوتر و وتر مجموعهما

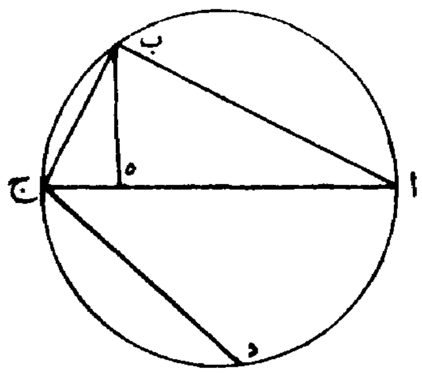
نضرب اصغر الوترين المعلومين فى كل واحد من اعظمهما و وتر تتمة قوس هذا الاعظم الى نصف الدور، و نقسم كل واحد من المجتمعين على القطر فما خرج من الوتر الاعظم ضربناه فى مثله و حفظنا جذر ما بين المبلغين و ما خرج من وتر تتمة الاعظم، وان اردنا وتر التفاضل نقصناه من الجذر المحفوظ فيبقى وتر التفاضل، و ان اردنا وتر المجموع جمعناه الى المحفوظ فيجتمع وتر المجموع، و جميع ما ذكرنا يدور على هذا الاخير اعنى وترى المجموع و التفاضل، فان وتر تتمة القوس الى نصف الدائرة هو وتر فضل ما بين تلك القوس المعلومة الوتر، و بين نصف الدائرة وتر مجموعهما و وتر الضعف هو وتر مجموع قوسين متساويتين معلومتى الوتر، و وتر النصف هو وتر فضل ما بين قوسين معلوم وتر احداهما و يساوى وتر الاخرى، ثم ان الوتر الواحد يكون

لقوس هى بعينها فضل ما بين قوسين يشتركان على نقطة المبدأ و تنبعثان عنها الى جهة واحدة حتى تكون احداهما بعض الاخرى و تكون ايضا تلك القوس بعينها مجموع احدى تينك القوسين، و اخرى تنبعث عن نقطة المبدأ فى جهة اخرى، فاذن الوتر الواحد يكون لقوس التفاضل من جهة و لقوس المجموع من اخرى، فرجع لذلك الى اصل واحد.

(١) و ليكن فى الشكل الذى كنا فرضناه لوتر الثلث وتر : ا ب، وترا بالاطلاق مطلوبا من : ب ج، و وتر تتمة قوسه الى نصف الدائرة، و هو الذى : ب ج، و : ا ح، نصف مجموعه الى قطر : ا ج، و مضروب فى : ج ح، و فضل القطر عليه مساو لمربع : ز ح، المساوى ابدا لـ : ا د فلذلك مربعه فى اربعة ليجتمع مربع : ا ب، كله، و يكون جذره هو المطلوب.

ثم ليكن وترا : ا ب، ب ج، معلومين و نريد ان نعلم : ا ج، وتر مجموع قوسيهما فنقرر[٢] قوس : ج د، مساوية لقوس : ا ب، اعظم قوسى : ا ب، ب ج، و نصل : ج د، فمعلوم انه مساو لوتر فضل ما بين قوسى : ا ب، ب ج، و نريد معرفته فننزل عمود : ب ه، على : ا ج، فلأن زاوية : ب ج، بقدر قوس : ا ب، تكون زاوية : ج ب ه، بقدر تتمتها الى نصف الدائرة و وترها معلوم لما تقدم آنفا، ونسبة : ب ج، الى : ب ه، كنسبة وتر زاوية : ه، و هو القطر كله الى وتر : ا ب، الذى لزاوية : ب ج ا، فعمود : ب ه، معلوم و نسبة : ب ج، الى : ج ه، كنسبة وتر

(١) ابتداء شكل : ٦ (٢) ب : فنفرر.

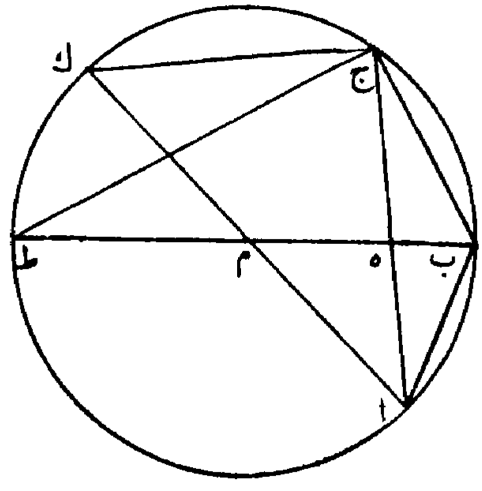


(٦)

زاوية : ه ، الى وتر زاوية : ج ب ه ، اعنى تتمة قوس : ا ب ، الى نصف الدور ، فـ : ج ه ، معلوم و : ا ب ، يقوى على : ا ه ، ب ه ، فجميع : ا ج ، معلوم و فضل ما بين : ا ه ، ه ج ، هو : ج د ، فكلى وترى المجموع و التفاضل معلوم و ذلك ما اردناه .

و متى فرض : ا ب ، ب ج ، متساويين كان : ج ه ، مساويا لـ : ا ه ، فاستغنى بتضعيفه عن استخراج : ا ه ، و نعيد الصورة كذلك مفروضا فيها : ا ب ، ب ج ، متساويين فيكون : ا ج ، وتر ضعف قوس : ا ب و يكون : ا ب ، وتر نصف قوس : ا ب ج .

(١) فاما لمعرفة وتر الضعف فانا نخرج قطر : ب ه ط ، و نصل : ج ط ، فتشابه المثلثات فى نصف دائرة : ب ج ط ، و يكون مربع : ب ج ، مساويا لضرب : ط ب ، فى : ب ه ، فاذا قسمنا مربع : ب ج ، على : ط ب ، خرج[٢] : ه ب ، و اذا اسقطنا مربعه من مربع : ب ج ، بقى مربع : ه ج ، و نسبة المربع الى المربع كنسبة الضلع الى الضلع مثناة بالتكرير ، فمربع : ا ج ، اربعة امثال مربع : ه ج ، فلذلك نضرب البقية



(٧)

(١) ابتداء شكل : ٧ (٢) من ا ، ب ، ج ، ل - و فى و : نخرج .

فى اربعــة و نأخذ جذر المجتمع فيكون[١] : ا ج ، وتر الضعف .

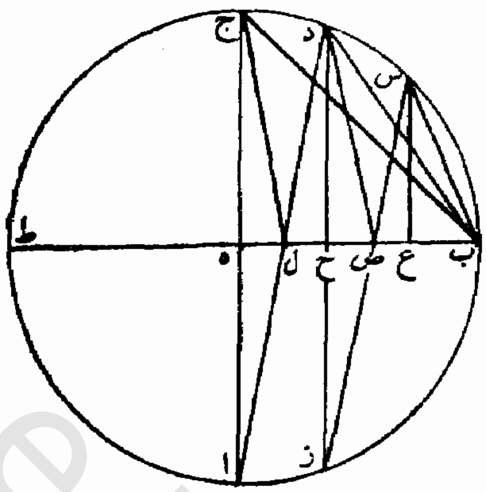
و اما لمعرفة وتر النصف فليكن الوتر المعلوم : ا ج ، و المطلوب ب ج ، وتر نصفه ، فنخرج قطر : ا م ك ، و نصل : ج ك ، فيكون وتر تتمة قوس : ا ج ، نصف الدور و : م ه ، نصف : ج ك ، و : ب ه ، فضل : ب م ، نصف القطر على : ه م ، نصف : ج ك ، فـ : ب ه ، نصف فضل ما بين : ج ك ، ط ب ، و : ب ج ، المطلوب يقوى عليه و على:[٢] ه ج ، نصف الوتر المعلوم فهو معلوم .

و ايضا فان نسبة : ب ج ، الى : ب ه ، كنسبة : ط ب ، الى : ب ج ، فمربع : ب ج ، مساو لضرب : ب ه ، فى : ط ب ، المعلومين فهو ايضا معلوم ، و ذلك وتر نصف قوس الوتر المعلوم و ذلك ما اردناه .

(٣) فاما و تر ربع القوس و ما دونه بالتنصيف فلنعدله من الشكل ما يحتاج اليه ، و ليكن القوس المعطاة معلومة الوتر : ا ب ج ، فيكون : ه ب . الذى سمى محفوظا اول ، و : ج ه ، محفوظا ثانيا ، و نسبة : ه ج ، الى : ج ب كنسبة : ه ل ، الى : ل ب ، لأن : ج ل ، يقسم زاوية : ه ج ب ، بنصفين و بالتركيب نسبة مجموع : ه ج ، ب ج ، الى : ب ج ، كنسبة : ه ب ، الى : ب ل ، و نصف : ب ج ، اعنى : د ح ، هو المحفوظ الثالث ، و نصف : ب ل ، اعنى : ب ح ، هو المحفوظ الرابع ، و ضرب : ب ح ، فى : ب ط ، مساو لمربع : ب د ، وتر ربع قوس : ا ب ج ، و نصفه هو : س ع المحفوظ الخامس ، و على قياس ذلك نسبة مجموع : ح د ، د ب ، الى : د ب

(١) ج ، ل : لكون (٢) ا ، ب ، ل : هى (٣) ابتداء شكل : ٨ .

كنسبة



(٨)

كنسبة : ب ح ، الى : ص ب ، المحفوظ السادس ، لأن : د ص ، ينصف زاوية : ح د ب ، فـ : ص ب معلوم و نصفه : ع ب ، و من ضربه فى : ط ب ، يحصل مربع : س ب ، وهو وتر ثمن قوس : ا ب ج ، و العمل فيما بعده على هذا المثال .

و قد يتوصل الى بعض آمهات الاوتار من بعض بعد تقديم هذه الابواب ، فان و تر الثلث يعلم من و تر السدس من اجل انه و تر تتمة[١] قوسه او ان قوسه ضعف قوسه ، و كذلك و تر الخمس من و تر العشر لمثله[٢] ، و يعرف و تر الثمن من و تر الربع لان قوسه[٣] نصف قوسه كوتر العشر من و تر الخمس لمثله و نبلغ بالتنصيف من و تر الثلث الى و تر ربع السدس ، و من و تر الخمس الى و تر نصف العشر ، و من اللذين نبلغ اليهما نصف عشر السدس ، ثم ينكسر صحاح اجزائه فيما بعد ذلك فى التنصيف فيصير وتر جزء و نصف جزء ، و وتر ثلاثة ارباع جزء معلومين ، و ذلك ما اردنا ان نبين .

الباب الثالث فى التمحل لاستخراج وتر التسع

لو امكن قسمة الزاوية بثلاثة اقسام بالاصول الهندسية لتوصل منها الى معرفة وتر ثلث القوس فكأن وتر التسع يكون حينئذ معلوما

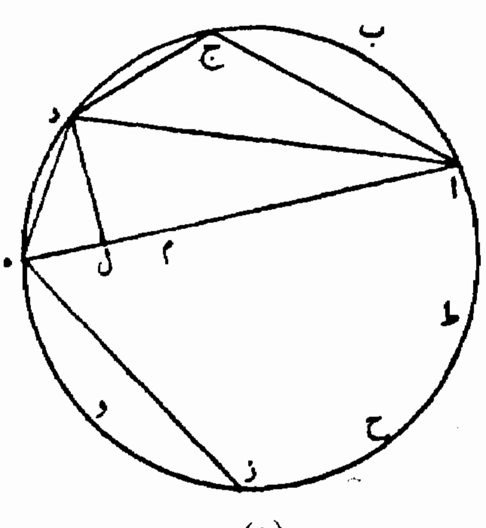
(١) ل : سهم (٢) ل : لمثليه (٣) ج ، ل : وتره .

من اجل انه ثلث الثلث المعلوم الوتر .

وقد كان من شرطنا الاقتصار فى كل مطلب على طريق واحد مهما كان ممهدا على القوانين الهندسية ، فلما لم يكن هذا كذلك بل كان اقتناصه بالاحتيال و التمحل صار بكثير[1] الطرق فيه مجديا على مثال ماتفعله فى الاشياء التى و ان اتضحت بالاصول، فعلى قواعد من الاعتبارات و الارصاد ربما لايتفق للانسان منها ما يتفق لغيره .

و اذا افنيت الطرق لها امكن التصرف فى جميع اوضاعها، وكما بعدت معرفة وتر ثلث القوس المعلومة الوتر كذلك بعدت معرفة وتر التسع، ولم يتأت بتسبيع الدائرة الا بتحريك الآلات و استعمال قطوع المخروط التى يقل غناؤها فى الاعداد .

(٢) فلنقسم الدائرة اتساعا[3] متساوية على نقط : ا ، ب، ج ، د ، ه، و، ز، ح، ط، و نصل : ا ه ، بوتر اربعة اتساعها و : ه ز، بوتر تسعيها حتى يكون : ا ه ز ، خطا منحنيا فى قوس: ا د ز ، و لننزل عليه من منتصف القوس عمود : د ل، فيكون : ل ه نصف فضل: ا ه، على: ه ز، فنفصل: ل م، مثله، فيساوى : ا م ، ه ز ، و زاوية: د ه ل ، تقابل ثلاثة اتساع الدائرة وهى ثلثا قائمة، فـ : ده مساو لـ : هم، فاذا جعلنا: ده، واحدا و: هز



(٩)

(١) ا ، ج ، ل : تكثر (٢) ابتداء شكل : ٩ (٣) ا ، ب ، ج ، ل : اقساما .

شيئا

شيئا كان ضرب : ا ه، وهو شىء واحد فى : ه ز ، الشىء مالا و شيئا، و مع مربع : ه د ، الواحد مساويا لمربع : د ا ، و ذلك مال و شىء و واحد، فلنحفظه .

وايضا فلان خط : ا د ه ، منحنى فى قوس : ا ج ه ، وضرب : ا د ، فى : د ه ، مع مربع : د ج ، مساو لمربع : ا ج ، المفروض شيئا ، فمربع : ا ج ، اذن مال ، و اذا القى منه مربع : ج د ، بقى مال الآ واحد و هو ضرب : ا د ، فى : د ه ، و متى قسمناه على : د ه ، الواحد خرج مال الآ واحد يعدل : ا د ، فتربعه[1] ليوازى مربع : ا د ، و يصير مال و واحد الآ مالين يعدل المحفوظ و يحصل بعد الجبر و المقابلة ثلاثة اموال و شيئا يعدل مال مال[2] ، فاذا حططناها مرتبة صارت واحدا و ثلاثة اشياء تعدل مكعبا ، و مراتبها لاتتلاصق حتى تتوالى فى النسبة وليس الآ الاستقراء ، و اذا التزمناه خرج الشىء الذى يعطى هذه المعادلة بالتقريب : ا ، نب مه ، مز ، يج ، بالمقدار الذى فرضنا به و تر التسع واحدا ، فـ : ا ه ، اذاً بهذا المقدار : ب ، نب ، مه ، مز ، يج ، و نضربه فى : ه ز ، الخارج لنا و نزيد عليه مربع : د ه ، الواحد ، فيجتمع من الثوامن (١٠٧٤٨٨١٤٦٩٤٦٩٨٨٩) ، و ذلك مربع : ا ه ، وتر الثلث ، و نسبته الى مربع : د ه ، الواحد كنسبة مربع وتر الثلث باىّ مقدار فرضناه .

و ليكن للمثال ثلاثة الى مربع وتر التسع بمقداره ، فاذا استخرجنا و اخذنا جذره كان وتر التسع : (٠، ما، ب، لب، ما، نه) ، بالمقدار الذى به

---

(١) ج : ترفعه (٢) كذا و ليس فى ل .

قطر الدائرة اثنان ، و ذلك مقصودنا بالتعديد[1] .

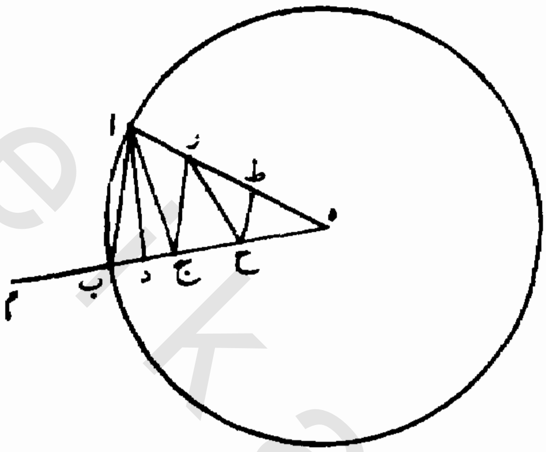
(٢) ثم ليكن : ه ، مركز دائرة : ا ب ، و قوس : ا ب ، منها نصف تسعها لتكون زاوية : ا ه ب ، تسع قائمتين فتبقى كل واحدة من زاويتى : ه ا ب ، ه ب ا ، اربعة اتساعها ، و تقدر زاوية : ب ا ج ، ربع زاوية : ب ا ه ، فيتشابه مثلثا : ا ب ج ، ه ا ب ، وتكون نسبة : ه ا ، الى : ا ب ، كنسبة : ا ب ، الى : ب ج ، فاذا جعلنا : ا ب ، شيئا و : ا ه ، واحدا بحسب ما فرضناه للقطر كان : ب ج ، مالا .

و من اجل ان زاوية : ج ا ه ، ثلاثة اتساع فانا اذا اخرجنا : ج ز مساويا لـ : ا ج ، كان مثلث : ا ج ز ، متساوى الاضلاع و تبقى زاوية : ه ج ز ، تسعين و تخرج : ز ح ، مساويا لـ : ز ج ، فتكون زاوية : ز ح ج ، ايضا تسعين ، و تبقى : ز ح ه ، سبعة اتساع ، فزاوية : ح ز ه ، مساوية لزاوية : ز ه ح ، لخطوط : ب ا ، ا ج ، ا ز ، ج ز ، ز ح ، ح ه ، متساوية ، وكل واحد منها شئ ، و ننزل عمود : ا د ، على : ه ب ، و عمود : ح ط ، على : ه ز ، فيتشابه مثلثا : ا ه د ، ح ه ط ، و نخرج : ه ب ، على استقامته حتى يساوى : د م ، د ه ، و تكون نسبة : ه ح ، الشيء الى : ه ز ، ضعف : ه ط ، كنسبة : ا ه ، الواحد الى : ه م ، ضعف : ه د ، لكن : ا ه ، واحد الّا شيء ، و : ه م ، اثنان الّا مال ، وضرب الاول فى الرابع يكون شيئين الّا مكعبا ، وضرب الثانى فى الثالث واحدا الّا شيئا ، و بعد الجبر فى الجنسين و المقابلة فيهما ينتهى الى

(١) ج : تعديل (٢) ابتداء شكل : ١٠ .

مكعب

مكعب وواحد يعدل ثلاثة اشياء و يعدل عنها الى الاستقراء لانها لم تتوال فى النسبة ، فنجد الشىء الذى يعطى هذه المعادلة : (٠ ، ك ، ن ، يو ، ا) و ذلك وتر لنصف التسع فوتر التسع منه معلوم ، ونخرج كما خرج اولا ، و نسلك فى مقاربة وتر التسع طريقا صناعيا لانحراف الجبر و المقابلة فيه عن اصوله ، و قد حصل عندنا وتر نصف السدس بالمقدار الذى به قطر الدائرة



(١٠)

اثنان : (٠ ، ج ، ح ، كط ، مط ، لح ، ا) ، ووتر خمس السدس من تفاضل ما بين الخمس وبين السدس بالمقدار : (٠ ، يب ، لب ، لو ، يز ، مو) ، ومجموع هاتين القوسين اثنان واربعون جزأ و هو المجموع الاول ، و وتره : (٠ ، مج ، ٠ ، يد ، يز ، يه) ، وربع المجموع الاول : ے ل ، و هو الربع الاول و وتره بحسب ما تقدم : (٠ ، ے ، يح ، مح ، ما ، نو) ، و نجعل قوس نصف السدس اصلا نضيف اليه الربع ، فيجتمع المجموع الذى يليه ، و نعرف وتره و وتر ربعه .

و اذا زدنا الربع الاول على الاصل اجتمع المجموع الثانى : م ل ، و وتره : (٠ ، ما ، لب ، ب ، لد ، و) و الربع الثانى : (ے ، ز ، ل) ، و وتره : (٠ ، ى ، له ، ك ، مب ، يج) ، و وتر المجموع الثالث : (٠ ، ما ، لب ، ز ، لد ، و) ، و الربع الثالث : (ى ، ا ، نب ، ل) ، و وتره : (٠ ، ى ، ك ، ط ، كح ، لح ، كو)

(١) ج : يه .

و وتر المجموع الرابع : (٠ ، ما ، د ، كج ، كد ، د) ، و الربع الرابع : (ى ، ٠ ، كح ، ز ، ل) و وتره : (٠ ، ى ، كح ، ٠ ، لز ، يه) و وتر المجموع الخامس : (٠ ، ما ، ج ، ٠ ، كب ، لط) و الربع الخامس : (ى ، ٠ ، د ، ا ، نب ، ل) و وتره : (٠ ، ى ، كز ، لح ، لو ، ند ، ل) ، و وتر المجموع السادس : (٠ ، ما ، ب ، لط ، لز ، يه) و الربع السادس : (ى ، ٠ ، ا ، يه ، كح ، د ، ل) ، و وتره : (٠ ، كز ، لح ، و ، نا) ، و وتر المجموع السابع : (٠ ، ما ، ب ، لز ، كه ، مح ، نج) و الربع السابع : (ى ، ٠ ، ج ، كو ، كب ، ا ، نب ، ل) ، و وتره : (٠ ، ى ، كز ، لا ، مد ، ك) ، و وتر المجموع الثامن : (٠ ، ما ، ب ، لج ، ح ، ب) ، و الربع الثامن : (ى ، ٠ ، ٠ ، و ، له ، ل ، كح ، ز ، ل) و وتره : (٠ ، ى ، كز ، لا ، كج ، مب) و وتر المجموع التاسع : (٠ ، ما ، ب ، لب ، مح ، له) و الربع التاسع : (ى ، ٠ ، ٠ ، ا ، لح ، نب ، لز ، ا ، ند ، ل) ، و وتره : (٠ ، ى ، كز ، لا ، يج ، لج) و وتر المجموع العاشر : (٠ ، ما ، ب ، لب ، يج ، مج) و الربع العاشر (ى ، ٠ ، ج ، ٠ ، كد ، مج ، ط ، كح ، د ، ل) و وتره : (٠ ، كز ، لا ، يز ، يه) و وتر المجموع الحادى عشر : (٠ ، ما ، ب ، لب ، مد ، كط) .

و قد وافق وتر التسع الذى كان أدّى اليه الاستقراء لأن زيادة المجموع الحادى عشر على تسع الدور وقعت فى الرابعة من المنازل ، فكانت بالتقريب جزءا من (٢١٩٩٧٤٧) للدرجة الواحدة ، فلذلك زال التفاوت ايضا عما الحاصل بينه و بين المطلوب فيما فوق الخوامس[1] .

---

(١) ج : الخواس .

الباب الرابع فى التمحل لاستخراج وتر الجزء الواحد من ثلاث مائة وستين جزءا

(١) نقدم الاشياء التى اذا تسلم حصولها انقسمت الزاوية المفروضة أثلاثا، فلتكن هى : ا ه ب ، على : ه ، مركز الدائرة فنخرج : ب د ، موازيا لقطر : ا ه ج ، لتكون زاوية : د ه ج ، مساوية لزاوية : ا ه ب ، ونخرج على القطر عمود : ه ط ، وننفذه على استقامته الى : ن ، وتثليث هذه الزاوية يكون ممكنا اذا تهيّأ اخراج خط : دزك ، بحيث تساوى : ز ك ، نصف قطر الدائرة ، فلنهب انه تهيأ وكان ، ثم نصل : ز ه ، فيتساوى زاويتا : ز ك ه ، ز ه ك ، ويساوى مجموعها زاوية : ه ز د ، المساوية لزاوية : ه د ز ، فزاوية : ه د ز ، اذن ضعف زاوية : ز ك ه ، لكن زاوية : د ه ج ، تساوى زاويتى : ه د ك ، ه ك د ، فزاوية : د ك ه ، ثلث زاوية : د ه ج ، اعنى ان زاوية : ز ه ا ، ثلث زاوية : ا ه ب ، فهذه احدى مقدمات تثليث الزاوية .

وايضا فان خط : دزك ، اذا كان كما سلمنا كان : ز ه ، مساويا لـ : ز ح لان : ك ح ، قطر السطح القائم الزوايا الذى يحيط به خطا : ح ه ، ه ك ، ولتساوى زوايتى : ز ك ه ، ز ه ك ، يكون : ه ز ، من قطره الآخر ، فنقطة : ز ، اذن منتصف قطره ، فـ : زح ، مساو لـ : ز ك ، اعنى : ز ه ، فمتى نقلت الشريطة من : ز ك ، الى : ز ح ، واخرج خط : د ح ز ، على ان يساوى : ز ح ،

(١) ابتداء شكل : ١١ .

نصف القطر كان مقدمة ثانية .

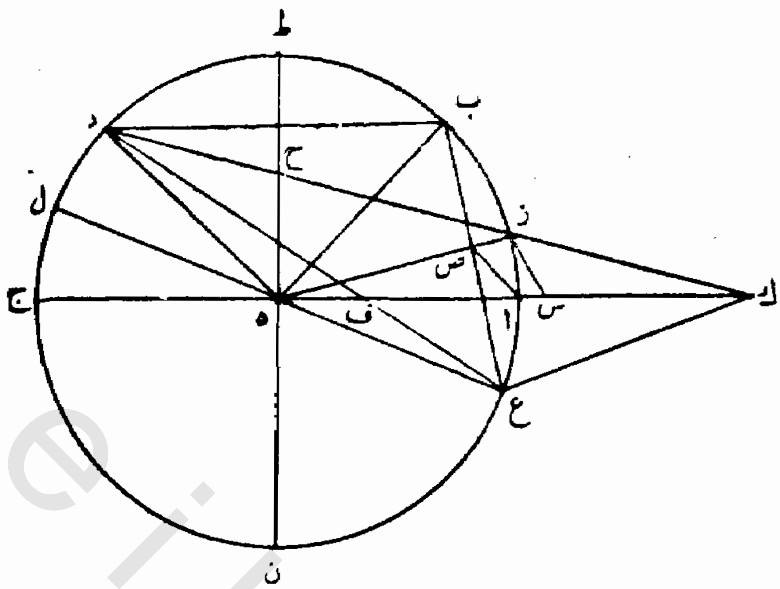
وايضا فان ضرب : ط ح، فى : ح ن ، مع مربع : ه ح، مساو لضرب : د ح، فى : ح ز، مع مربع : ه ح، لكن ضرب : ط ح، فى : ح ن مع مربع : ه ح، مساو لمربع : ه ط ، فـ : د ح، فى : ح ز، مع مربع : ه ح، مساو لمربع : ه ط، لكن : د ح، فى : ه ط ، مع مربع : ه ح، مساو لمربع : ه ط، فـ : ح ز، اذن مساو لـ : ه ط، اعنى : ه ز، فمتى شرط فى اخراج : د ح، ان يكون ضربه فى : ه ط ، مع مربع : ه ح، مساويا لمربع : ه ط امتد : د ح، على استقامته الى : ز، وانتهى الى : ك ، وكان مقدمة ثالثة .

وايضا فان : ا ز، يكون مساويا لـ : أ ص، من اجل ان كل واحد من مثلثى : ا ه ز، ص ا ز، متساوى الساقين، وزاوية : ا ز ص، عند قاعدتيهما مشتركة لهما فهما متساويان[1]، وزاوية : ز ه ا ، مساوية لزاوية : ز ا ص ، واحداهما على المركز والاخرى على المحيط، فقوس : ز ب، ضعف قوس : ا ز، فاذا شرط فى اخراج : ه ز، ان نفصل من وتر : ا ب، ما يساوى وتر : ا ز، كان مقدمة رابعة .

وايضا نخرج : ز س، موازيا لوتر : ا ب، فتكون نسبة : ه س ، الى : س ز ، كنسبة : ه ا ، الى : ا ص ، اعنى : ا ز ، المساوى له ، فان جعلت الشريطة فى اخراج : ه ز، ان يكون بحيث اذا اخرج : ز س، على موازاة الوتر كانت نسبة : ه س، الى : س ز، كنسبة : ه ز، الى : ز ا ، كانت نقطة : ز، هى المطلوبة، وصارت مقدمة خامسة .

(١) ا ، ب ، ج ، ل : متشابهان .

و ايضا



(١١)

و ايضا فانا نخرج: د ف ع، بحيث يكون: د ف، فى: ف ه مع مربع: ف ه مساويا لمربع: ب ه، فيؤدى الى المطلوب من جهتين: احداهما ان: د ف، فى: ف ع، مساو لـ: ا ف، فى: ف ج، و: ا ف، فى: ف ج، مع مربع: ه ف، مساو لمربع: د ه، فـ: د ف، فى: ف ع، مع مربع: ه ف، مساو لمربع: د ه، فـ: د ف، فى: ف ع، و فى: ف ه، واحد فـ: ه ف، ف ع، متساويان، و نخرج: ع ه، على استقامة الى: ل، فتتساوى زاويتا: ف ع ه، ل ه ج، فقوس: د ل، اذن ضعف قوس ص ج، فنقطة: ص، قطر: ه ز، فلهذا اذا نيطت الشريطة باخراج: د ف، على ما ذكرنا صارت مقدمة سادسة.

و الوجه الآخر انا نخرج: ع ك، بحيث يساوى: ع ه، فيتساوى مثلثا: د ه ع، ه ع ك، بتساوى زاويتى: ف ه ع، ف ع ه، و هما على قاعدة واحدة لخطا: ك د، ه ع، متوازيان و زاويتا: ك ده، د ك ع، متساويتان لكن زاوية: ه د ز، مساوية لزاوية: ه ز د، فزاوية: ه ز د، مساوية لزاوية: ع ك ز، فمنحرف كـ: ع ه ز، متوازى الاضلاع و: ك ز، مواز

لـ : ع ه ، فهما متساويان فنقطة : ك ، هى الموجودة فى المقدمة الاولى فاذا صيرت الشريطة فى اخراج : د ف ع ، ان يتساوى : ه ف ، ف ع ، او ان يتساوى : د ف ، ف ك ، ادّت الى نقطة : ك ، و صارت مقدمة سابعة .

(١) و نعيد الصورة لئلا تتشوش بالخطوط و الارقام و ننزل عمود ب و ، على : ا ه ج ، و نفصل : و س ، مساويا لـ : و ه ، و نصل : س ب ، فان اخرجنا : س ل ى ، بحيث يتساوى : ے ه ، أدّى الى المطلوب لان زاويتى : ے ل ه ، ے ه ل ، متساويتان و زاوية : ے ل ه ، الخارجة اعنى : ے ه ل ، ضعف زاوية : ل س ه ، اعنى : ل ه س ، فزاوية : ے ه ل ضعف زاوية : ز ه ا ، فخط : ه ل ، ينتهى الى : ز ، حيث يكون قوس : ا ز ، ثلث قوس : ا ب ، فاذا اخرج عمود : ب و ، على : ا ه ، و قرن باخراج : س ل ى ، مساواة : ل ے ، ے ه ، كانت مقدمة ثامنة ، و قسمة زاوية : ب ه ج ، الخارجة اثلاثا يؤدّى الى تثليث زاوية : ا ه ب ، لان كل واحدة منهما تتمة الاخرى الى القائمتين .

فاذا اخرجنا خط : س ل ى ، فتساوى : س ل ، ى ه ، كان ذلك لأن زاوية : ے ل ه ، يساوى حينئذ زاوية : ه ے ل ، فزاوية : ل ے ه ، ضعف زاوية : ے س ه ، لكن زاوية : ب ه ج ، الخارجة تساويهما فقد انقسمت أثلاثا و هذه مقدمة تاسعة .

و متى يساوى : ے ه ، ه ل ، كانت نسبة : س و ، الى : ه ل ، كنسبة : ح ى ، الى : ح ل ، لتشابه مثلثى : س ل ه ، ح ل ے ، فنسبة : س و ،

(١) ابتداء شكل : ١٢ .

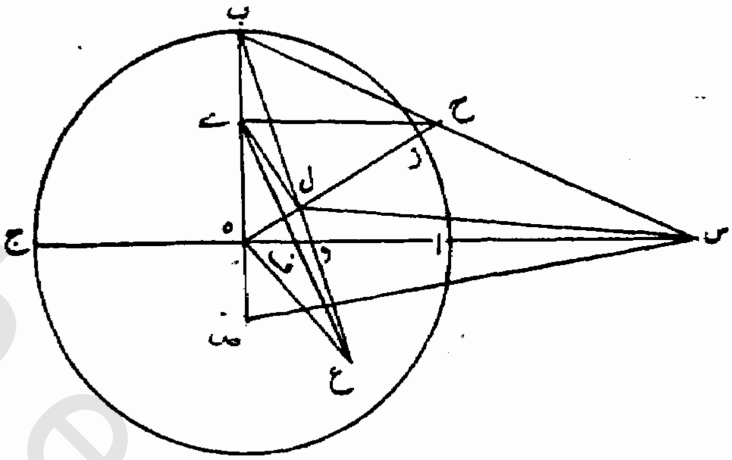
الى

الى : ه ى، كنسبة : ح ے، الى : ح ل، فاذا فرضت هذه النسبة فى توارد منحرف : س ح ه ى[١]، كانت مقدمة عاشرة .

و ايضا اذا زدنا فى استقامة : ب ه، زيادة : ه ص، بحيث اذا وصلنا : ص س، و جعلنا زاوية : ص س ى[١]، مساوية لزاوية : ے ص س، فكان ضرب : ب ے، فى : ے ه، مساويا لضرب : ب ه، فى : ه س، كانت نقطة : ے، هى المطلوبة لان نسبة : ب ے، الى نسبة : ه ص، تكون لهذه الشريطة كنسبة : ب ه، الى : ه ى، و بالابدال نسبة : ب ے، الى ب ه، كنسبة : ه ص، الى : ه ى، و لكن : ص ى، يساوى : ے س، و نسبة : ب ے، الى : ب س كنسبة : ے ل، الى : ل س، لتنصيف[٢] زاوية : ے ب س، فـ : ل ى، مساو : لـ : ه ص، و : س ل، مساو لـ : ه ى، و قد آل الى ماتقدم و سار مقدمة حادية عشر .

و ايضا فانا اذا اخرجنا عمود : ب و، على استقامته و اخرجنا : س ل ے، بحيث اذا نصفنا زاوية : س ے ه[١]، و اخرجنا : ے ع، ساوى : ب و، ف س، و ساوى : ع ف، ف ه، حصل المطلوب لان مجموع : س ف، ف ه، يساوى مجموع : ے ف، ف ع، فيكون : س ى[١]، موازيا لـ : ع ه، و تتساوى زاويتا مثلثى : ع ف، ه س، ف ه، و لكن زاوية : س ے ه، منصفة بخط : ے ع، فزاويتا : ع ى ه، ى ع ه، متساويتان فـ : ه ى، مساو لـ : ه ع، و : ب ع، عمود مثلث متساوى الساقين : فـ : ع ه، مساو لـ : ع س[١]، فزاوية : ه ف ے، ضعف كل واحدة من زاويتى : ه ے ع، ه ع ے،

(١) كذا فى جميع الاصول (٢) ا : لتضعيف .



(١٢)

وزاوية: ه، الخارجة مساوية لزاويتى: ه ے ف، ه ف ے، فقد انقسمت أثلاثا.

و باخراج خط: ب ع، من نقطة يطلب كنقطة: ب، على ان يساوى: ع ف، ف ه، او يساوى: ے ف، ف س، يصير مقدمة ثانية عشر لتثليث الزوايا .

ثم من المعلوم ان المتسع متعلق بانقسام ثلى الزاوية القائمة أثلاثا و قد انزاحت العلة من وتر التسع ولم يبق من امّهات الاوتار و رؤوسها غير وتر السبع[١]، وهوابعد عن الحصول لمباينة الاعداد الستينية التى يستعملها المنجمون فى كسور الواحد مقدار قوسه، فان ثلاث مأة و الستين غير منقسمة على سبعة مع استعمال الاجزاء الستينية فى كسورها، فكأنه وتر مجهول الكمية لقوس غير منطوق بها كالجذور الصم .

ولوكان ما خاض فيه المبرزون من اهل زماننا: كـ: ابى سهل الكوهى[٢]، و ابى الجود[٣]، منه عائدا بنفع ما لم نقصر فى ايراده .

و قد انفتح من المتسع الى وتر الجزء الواحد طريقان: احدهما ان الفضل بين تسع الدور و بين عشره هو اربعة اجزاء، و متى كانا معلومى

(١) ج : التسع (٢) راجع تاريخ الحكما. للقفطى ص : ١٩٥ (٣) راجع مقدمة تاريخ الحكمة لجورج سارطون ج ١، ص: ٧١٨ .

الوتر

الوتر كان الفضل بينهما و ربعه معلومى الوتر ايضا ، فوتر الجزء الواحد اذاً معلوم .

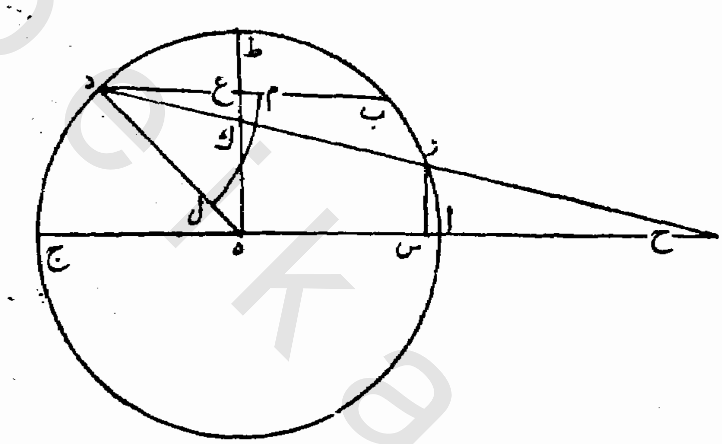
والآخران وتر نصف التسع معلوم كما خرج لنا ، فوتر العشرة الاجزاء منه يكون : (٠، ى، كز، لا، يز، يه) ، و وتر الاثنى عشر جزءا كما اثبتناه ، فيكون وتر الجزءين بالتفاضل : (٠، ب ، ه ، لط ، كه ، نح) ، و وتر الجزء الواحد بالتنصيف : (٠، ا ب ، مط ، يا ، له) .

(١) و اما من جهة تثليث الزاوية فليكن قوس : ا ب ، ثلاثة اجزاء و قد عرف وترها بمايليها ، و : ا ز ، ثلثها ، فمعلوم انا اذا اخرجنا : ب د ، على موازاة : ا ه ج ، و اخرجنا : د ز ، الى : ح ، ان كل واحد من : ك د ، ز ح ، يساوى نصف القطر ، فلندر على مركز : د ، و ببعد : د ك ، قوس : ل ك م ، فتكون نسبة قطاع : د ل ك ، الى قطاع : د ك م ، نسبة الضعف ، و نسبة مثلث : د ه ك ، الى مثلث : د ك ع اعظم من هذه النسبة ، لكن نسبة ما بين المثلثين هى نسبة ما بين قاعدتى : ه ك ، ك ع ، و : ه ك ، اذاً اعظم من ضعف : ك ع ، فبالتركيب تكون نسبة : ه ع ، الى : ع ك ، اعظم من ثلاثة اضعاف : ع ك ، لكن : ه ع ، نصف وتر ضعف قوس : ا ب ، اعنى نصف وتر ستة اجزاء ، و : ع د ، نصف وتر تتمة ضعف قوس : ا ب ، الى نصف الدائرة ، فنأخذ من مقدار : ه ع ، العدد الذى اقل من ثلثه ليكون : ك ع ، و مقدار هذه القلة غير مفووض ، و انما هو مستقرى لصحة النتيجة ، و نستخرج من : ك ع ، ع د ، الخط القوى عليهما ليكون : ك د ، و لتشابه مثلثى : ك ه ح ، ك ع د ، يكون بعد تركيب النظائر نسبة : ه ع

(١) ابتداء شكل : ١٣ .

الى: ع ك ، كنسبة : ح د : الى : د ك ، فمضروب : ه ع ، فى : د ك ، مساو لمضروب : ع ك ، فى : ح د .

و متى تساوى السطحان علمنا انا قد اصبنا : ع ك ، المأخوذ مقداره بالتخمين ، و اذا اختلفا زدنا فى مقدار نقصان : ك ع ، عن ثلث : ه ع ، اوزدنا فيه بحسب مايوجبه الحال حتى يتساويا او ينحط ضرر اختلافهما الى الاجزاء التى تدق عن التى تستعملها ،



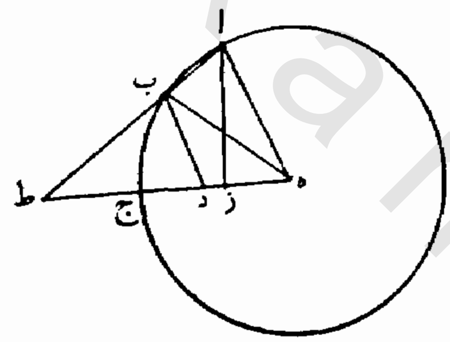
(١٣)

ثم اذا عرف مقدار : ك ، كان عمود : ز س : النازل على : ح ه ، مساويا لنصف : ه ك ، و هذا العمود مساو لنصف وتر : د ب ، الذى هو ثلثا القوس المفروضة ثلاثة اجزاء ، فوتر نصفه هو المطلوب ، اعنى وتر: ا ز ، ثلثها ، و ذلك ما اردنا ان نحصل .

و قد خرج لنا : ه ع ، نصف وتر ضعف : ا ب ، ٠ ، ج ، ح ، كد ، لد ، ولما اخذنا ما هو اقل من ثلثه و هو : (٠ ، ا ب ، مه ، ز ، لز ، ه ،) وفعلنا ما تقدم خرج كل واحد من السطحين المتولدين من الضرب : (٠ ، ج ، ح ، ى ، مز ، از ، يج) ، متفقين الى السوادس ، ثم اختلفا بعد ذلك فى الاجزاء التى لاينتهى الاستعمال اليها ، فنصف : ه ع ، يكون على ذلك : (٠ ، ا ب ، مط ، مج ، يا ، يد) ، و به يخرج وتر : ا ز ، الجزء الواحد : (٠ ، ا ب ، مط ، نا ، مح) ، غير مخالف لما كان خرج بوتر التسع الآ فى الخوامس.

واما

(١) و اما بطلميوس فطريقه فى التمحل له انه قدم عليه ايضاح حال ما بين القوسين المختلفين وحال ما بين وتريهما فى التناسب فيما نحن نحكيه بطريق سارنيوس له لسهولته ، و هو ان : ه ، مركز الدائرة و : ه ج ط ، من احد اقطاره و قوسا : ا ج ، ب ج ، فيها مفروضتان ، و نخرج عمودى : ا ز ، ب د ، على : ه ج ، و نصل : ه ا ، ه ب ، ا ب ، و نخرج : ا ب ، على استقامته الى : ط ، فاقول ان نسبة قوس : ا ج ، العظمى الى قوس : ب ج ، الصغرى اعظم من نسبة : ا ز ، الى : ب د ، و ذلك ان نسبة قوس : ا ب ، الى قوس : ب ج ، كنسبة زاوية : ا ه ب ، الى زاوية : ب ه ج ، التى هى نسبة القطاع الى القطاع ، و نسبة قطاع : ا ه ب ، الى قطاع : ا ه ج ، اعظم من نسبة

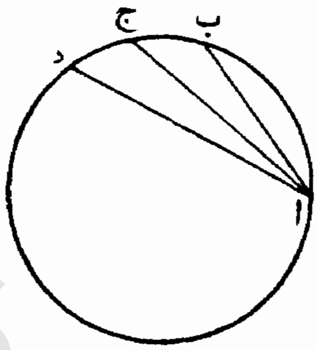


(١٤)

مثلث : ا ه ب ، الانقص من القطاع الى مثلث : ه ب ط ، الأزيد على القطاع ، فبالتركيب نسبة قطاع : ا ه ج ، الى قطاع : ب ه ج ، اعظم من نسبة : ا ط ، الى : ط ب ، لكن نسبة : ا ط ، الى : ط ب ، هى نسبة : ا ز ، الى : ب د ، و نسبة الاضعاف و الانصاف واحدة ، فنسبة ضعف قوس : ا ج ، العظمى الى ضعف قوس : ب د ، الصغرى اعظم من نسبة ضعف : ا ز ، و تر العظمى الى ضعف : ب د ، وتر الصغرى كما قصده .

(٢) فلما تقرر عند بطلميوس هذه القضية جعل : ا ج ، فى الدائرة جزءا

(١) ابتداء شكل : ١٤ (٢) ابتداء شكل : ١٥



(١٥)

واحدا و : ا د ، جزء و نصف ، و : ا ب ، نصف : ا د ، اعنى : ثلاثة ارباع جزء ، وقد علم وترى : ا ب ، ا د ، و اراد منهما وتر : ا ج ، و نسبة قوس : ا ج ، ا ب ، اعظم من نسبة وتر : ا ج ، الى وتر : ا ب ، و قوس : ا ج ، مثل و ثلث مثل قوس : ا ب ، فوتر : ا ج ، اذن اصغر من مثل و ثلث : ا ب ، و وتر : ا ب ، عنده : (٠ ، مز ، ح) ، ومع ثلثه : ا ب[1] ، فوتر : ا ج اقل من ذلك .

و ايضا فنسبة قوس : ا ج ، الى قوس : ا د ، اصغر من نسبة وتر : ا ج ، الى وتر : ا د ، و قوس : ا ج ، ثلثا قوس : ا د ، فوتر : ا ج ، اعظم من ثلثى وتر : ا د ، و وتر : ا د ، عنده : ا ، لد ، يه ، و ثلثاه : ا ب ن[2] ، و وتر : ا ج ، اكثر من ذلك ، و اذا وجب لمقدار واحد ان يكون اقل من شئ مفروض و ان يكون اكثر من شئ آخر مفروض ثم يتساوى ذانك الشيئان لزم للمقدار ان يساوى احدهما ، فالذى وجده اذا هو مطلوبه و فيه شريطة ، و ذلك ان هذا التساوى غير كائن بالحقيقة الّا ان تفرض لها اجزاء يهمل ما دونها ، فحينئذ يوجد و ذلك مثل الثوانى فى عمل بطلميوس فانه جعلها ادقّ ما استعمل فى الاوتار و الغى ما دونها فحصل له التساوى فيها .

و متى استعملنا الثوالث لم نجد التساوى الّا فيما دون هذا فى التنصيف ، و ذلك ان وتر الجزء و النصف الجزء يكون فى عمله : ا ، لد ، يد ،

(١) من ا ، ج وفى و : ا ب ن (٢) كذا فى جميع الاصول .

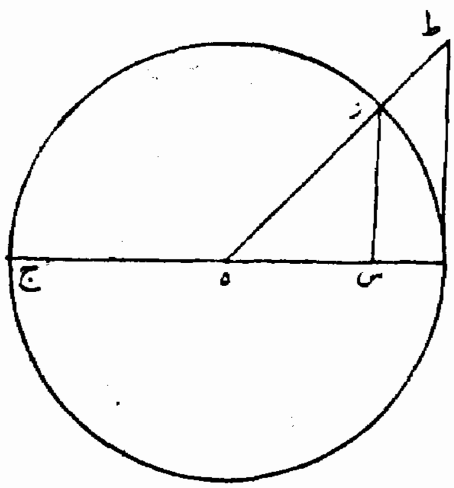
مب ، يط ، ا ، نز ، يا ، فاذا نقصنا منه ثلثه بقى : اب ، مط ، مح ، يب ، ما ، يح ، ز ، ك ، و وتر ثلاثة ارباع الجزء : (٠ ، مز ، ز ، كد ، مز ، لا ، لو ، لج) ، فاذا زدنا عليه ثلثه اجتمع : اب ، مط ، نح ، ج ، كب ، ح ، مد ، فلن يقع التساوى بالاطلاق ، و لكنه حصل فى الثوانى كما ذكرنا ، فان اردنا فى الثوالث انحططنا فى العمل و نقصنا من وتر ثلثه ارباع الجزء ثلثه ، فبقى : (٠ ، لا ، كد نو ، لب) ، فكأنه وتر النصف الجزء و وتر ربع و ثمن الجزء : (٠ ، كج ، لج مب ، نا) ، فاذا زدنا عليه ثلثه بلغ : (٠ ، لا ، كد ، نز ، ح) ، و قد قارب الاتفاق فى الثوالث لوتر نصف الجزء فاذا نقصنا هذا الثلاث بدل زيادته بقى : (٠ ، يه ، مب ، كح ، لد) ، و وتر ثمن ونصف ثمن الجزء : (٠ ، يا ، مو ، نا ، كح) و بزيادة ثلثه عليه : (٠ ، يه ، مب ، كح ، لز) ، فقد حصل الاتفاق فى الثوالث عند ربع الجزء .

و اما يعقوب السجزى فانه ركّب ثلاثة ارباع الجزء على ثلاثة اجزاء فكانت الجملة معلومة الوتر ، و اذا استخرجناه كان : ج ، نه ، لد ، يح ، لز ، و ربعها : (٠ ، نو ، يه) ، و ذلك خمسة عشر جزءا من ستة عشر للجزء الواحد ، و وتر هذا الربع : (٠ ، نح ، ند ، يه ، ز) ، و كما أنه بقى الى تمام الجزء ثلاث خمسه كذلك امر ان يزاد على وتره ثلاث خمسه ليصير : اب ، مط ، نب ، و ذلك وتر الجزء الواحد من غير حاجة ما زعم الى تطويل بطلميوس فيه ، و ما احسن تلطف يعقوب لمرامه لولا افساده الخاتمة ، فان من لا يحيف يعلم ان الامر بين النفرين ، سواء لا ينفصلان فيه سوى ان بطلميوس فعله عن بصيرة و يعقوب من غير معرفة .

الباب الخامس فى النسبة التى بين القطر وبين الدور

الوحدة و ان سرت فى المعدودات فان الواحد فى ذوات المواد غير حقيق الذات، و انما هو بالوضع و الاصطلاح كالاقسام التى اتفق اهل هذه الصناعة عليها فى محيطات الدوائر بأنها ثلاث مائة و ستون، وكل واحد منها مجزّءا بالاجزاء الستينية والاصل فيها توسط هذا العدد فيما بين ايام سنتى الشمس والقمر من غير اضطرار اليه و لمحيط الدائرة الى قطرها نسبة ما، فلعدده الى عدده كذلك نسبة وان كانت صما .

(١) و لتقريب المعرفة منها نعيد من الشكل المتقدم ما يحتاج اليه ونقيم فيه على قطر : ا ه ج ، عمود: ا ط ، ونخرج: ه ز ، على استقامته حتى يلقاه على: ط ، ولأن : ز س ، نصف وتر عشر السدس اعنى: جزءين من ثلاث مائة و ستين جزءا من المحيط، فان ضعفه يكون : (٠، ب ، ه ، ل ، لط ، ج ، لو) ، و ذلك وتر الجزءين و فيه يحصل داخل الدائرة مضلع ذو مائة و ثمانين ضلعا تحيط الدائرة به ، و مجموع اضلاعه بهذا التقدير : و، يو، نط ى ، ح ، و قد فرضنا القطر اثنين فنسبته الى هذا المجموع نسبة الواحد الى ثلاثة تتبعها من الكسور الستينية: ح ، كط ، له ، كد ، والدائرة أعظم من هذا المضلع لاحاطتها به، فنسبة القطر الى الدور اصغر من هذه النسبة، ولأن نسبة : ز س، الى : س ه ، كنسبة :



(١٦)

(١) ابتداء شكل : ١٦

ط ا ، الى : ا د ، فان : ا ط ، يكون : (٠ ، ا ب ، مط ، مج ، يا) ، و ضعفه : (٠ ، ب ه ، م ، لط ، كو) ، و ذلك ضلـــع مضلع ذى مائة و ثمانين ضلعـا يحيط با لدائرة و مجموع اضلاعه : و ، يز ، نح ، يط ، و ، فنسبة القطر اليها نسبة الواحد الى ثلاثة معها من الكسور : ح ، ل ، نط ، ــ ، و الدائرة اصغر من هذا المضلع لاحاطته بها ، فنسبة القطر الى الدور الأعظم من هـــذه النسبة فقد حصل المحيط فيما بين عددين لايتفاوتان الّا بثانية وخمسها[1] ، و الاولى بمن لايتعسف ان يأخذ الدائرة فيما بين المضلعين فيعمل بهما ما عمل بطلميوس فى المقالة السادسة من المجسطى من اخذ نصف مجموعهما حتى تصير نسبة القطر الى الدور نسبة الواحد الى : ج ، ح ، ل ، يز ، يو ، مو ، ل ، و هـــذه الـكسور تقصر عن سبع الواحـــد تقريب من جزء من مائة و تسعة و عشرين جزءا من سبـع الواحد ، و عليهـا يكون نسبة القطر الى الدور نسبة : (٥١٨٤٠٠٠٠٠) الى : (١٦٢٨٦٨١٤٧) ، فاذا كان الدور ثلاث مائة و ستين جزءا كما اجمعوا عليه كان القطر قيد و كسر هو : (٩٥٤٣١٢٣٠٦) من : (١٦٢٨٦٨١٤٧١) .

اما بطلميوس فانه اسقط الـكسر اولا ثم اراد ازالته عن عقود الحساب ايضـا فوقف بين عقدى : ق ى ، ق ك ، لـكن العقد ينكسر فى احدهمـا لنصف القطر و يصح فى الآخر ، فآثره ونحن نقتفيـــه لمثله و لأ ن نصفه موافق للمخرج الستينى الذى لم يستعمل فى هـــذه الصناعة غيره .

(١) ا ، ب ، ج : خمسيها .

الباب السادس فى اختيار عدد القطر يكون تقطيع الاوتار بحسبه

ان النسبة بين القطر و الدور و ان اتضحت على قدر ما احتملت فانا فى امر الاوتار غير محتاجين اليها ، لانا انما نحتاج الى النسب التى بين الاوتار و هى ثابتة فيها على اختلاف اعداد القطر ، و لانا نريد استعمال انصاف اوتار اضعاف القسى المسماة جيوبا لسهولة الاستعمال و خفة الاسم وهو هندى لاوتار قسيهم ، فانا نؤثر فى القطر ان يكون جزءين ليكون نصفه الذى يسمى جيبا اعظم ، و ربما سمى الجيب كله واحدا لتسقط عن اعمالنا مؤنة ذكر الضرب فيه و القسمة عليه و تكلف الامر بتصييره دقائق كله او حطه مرتبة اذا كان ستين جزءا ، فعلى الجزء الواحد للجيب الأعظم قطعنا سائر الجيوب فى الجداول .

(١) و اما السبب الداعى الى تعدّى الاقسام الصحاح من المحيط فانا نجعل لتقديره دائرة : ا ب ج ، على قطر : ا جَ ، و ليكن : ا ب ، قوسا مفروضة منها ، ولأن جيب القوس هو العمود النازل من احد طرفيها على القطر الخارج من طرفها الآخر ، فان عمود : ب د ، يكون جيب قوس : ا ب .

و معلوم من العمل بالجداول انا نبنى فيه على ان تفاضل المأخوذات منها متساو ، فما نعمله من ذلك اذن واقع بمعزل عن التحقيق ، لان فضول الجيوب لاتتناسب كتناسب قسيها ، و لنفرض قوس : ا ب ، هى التى حصل

(١) ابتداء شكل : ١٧ .

عليها

عليها التقطيع سواء كانت درجة اوكدرجة اقل منها او اكثر، و نقمسها أثلاثا متساوية على نقطتى : ه ح ، و نخرج جيبى : ه ز ، ح ط ، فعلى موجب العمل المشهور فى التعديل بفضل ما بين السطرين نخرج : ه ز ، ح ل ، ب ے ، متساوية لتساوى فضول قسى : ا ه ، ا ح ، ا ب ، و نصل اوتار : ا ه ، ه ح ، ح ب[1] ، ح ا ، ه ب ، و ننزل عمود : ه ك ، على : ح ا ، فلتساوى زاويتى ا ه ز ، ه ح ا ، الكائنتين على قوسين متساويتين ، فتساوى مثلثا : ا ه ز ، ه ح ك ، لكن : ح م ، بعض : ح ك ، فـ : ح م ، اصغر من : ه ز ، و : ح ل ، اصغر من : ح م ، فـ : ح ل ، اصغر بكثير من : ه ز .

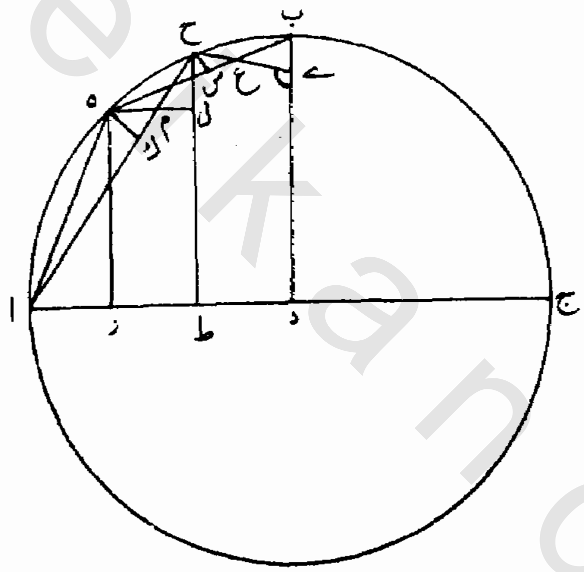
وايضا فان : ه م ، اعظم من : ه ك ، المساوى لـ : ا د ، و : ه م ، بعض : ه ل ، فـ : ه ل ، اعظم بكثير من : ا ز ، و اذا انزلنا عمود : ح س ، على وتر : ب ه ، كان مثلث : ب س ح ، مساويا لكل واحد من مثلثى : ك ه ح ، و : ز ا ه ، فاستبان بمثل التدبير المتقدم ان : ب ے ، اصغر من : ح ل ، و : ے ح ، اعظم من : ه ل ، و اتضح به ان تفاضل جيوب : ه ز ، ح ط ، ب د ، مختلف ، و ان ما كان منها اقرب من مبدأ القسى فهو اعظم و بالعكس ، و استبان ان تفاضل سهام هذه القسى اعنى سهام : از ، ا ط ، ا د ، كذلك مختلف و ان ما كان فى ربع الدائرة اقرب الى مبدأ القسى فهو اصغر ، اعنى ان : ا د ، اصغر من : ز ط ، و : ز ط ، اصغر من : ط د ، و بالعكس ، فلهذا لو لم يتعذر تدقيق العمل لطوله لكان تحليل الجيوب الى دقائق اجزاء القسى اصوب لينتقل التساهل من اجزاء الاجزاء الى التى

(١) من ج ، ب وفى و : ح ز .

لم نستعملها .

وكان الاولى بنا ان نفعله لأن مدار امور هذه الصناعة عليها ومرجع اعمال الزيجات اليها ، ولذلك سميت بها ، وقد استبان مقدار وتر الجزء الواحد وجيبه .

واقتصرنا من تنصيف الواحد على المرتين من اجل انا تطرقنا ايضا الى معرفة وتر ثلث القوس المعلومة الوتر ، وكان وتر ثلثه ارباع الجزء من جهة تكرير التنصيف فى الثلاثة الاجزاء المعلومة الوتر معلوما ، فوتر ثلثها وهو ربع الجزء وهو



(١٧)

الذى وقفنا عليه فى المبدأ وفى التفاضل ، ووضعنا الجيوب على تفاضل ربع جزء ، وربع جزء فى قسمتها فى هذا الجدول .

جداول الجيوب

درج	دقائق	الجيوب				التعاديل				الفضول		
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.	يه	.	يه	مب	كح	ا	ب	مط	نب	يه	مب	كح
.	ل	.	لا	كد	نو	ا	ب	مط	م	يه	مب	كه
.	مه	.	مز	ز	كا	ا	ب	مط	كح[1]	يه	مب	كب
ا	.	ا	ب	مط	مج	ا	ب	مط	يب	يه	مب	يح
ا	يه	ا	يح	لب	ا	ا	ب	مح	مح	يه	مب	يب
ا	ل	ا	لد	يد	يج	ا	ب	مح	كد	يه	مب	و
ا	مه	ا	مط	نو	يط	ا	ب	مز	نب	يه	ما	نح
ب	.	ب	ه	لح	يز	ا	ب	مز	ك	يه	ما	ن
ب	يه	ب	كا	ك	ز	ا	ب	مو	م	يه	ما	م
ب	ل	ب	لز	ا	مز	ا	ب	مو	.	يه	ما	ل
ب	مه	ب	نب	مج	يز	ا	ب	مه	ح	يه	ما	يز
ج	.	ج	ح	ك	لد	ا	ب	مد	ك	يه	ما	ه
ج	يه	ج	كد	ه	لط	ا	ب	مج	ك	يه	م	ن
ج	ل	ج	لط	مو	كط	ا	ب	مب	كد	يه	م	لو
ج	مه	ج[2]	نه	كز	ه	ا	ب	ما	يو	يه	م	يط
د	.	-	يا	ز	كد	ا	ب	م	ح	يه	م	ب

(١) من ا ، ب ج وفى و : مط (٢) من ا ـ ب ، ج وفى و : لط .

د	يه	د	كو	مز	كو	ا	ب	لح	نو	يه	لط	مد
د	ل	د	مب	كز	ى	ا	ب	از	م	يه	لط	كه
د	مه	د	نح	و	له	ا	ب	لو	يب	يه	لط	ج
ه	٠	ه	يج	مه	لح	ا	ب	لد	نب	يه	لح	مج[1]
ه	يه	ه	كط	كد	كا	ا	ب	لج	ك	يه	لح	ك
ه	ل	ه	مه	ب	ما	ا	ب	لا	مد	يه	از	نو
ه	مه	و	٠	م	از	ا	ب	ل	ح	يه	لز	لب
و	٠	و	يو	يح	ط	ا	ب	كح	كد	يه	لز	و
و	يه	و	لا	نه	يه	ا	ب	كو	لو	يه	لو	لط
و	ل	و	مز	لا	ند	ا	ب	كد	مد	يه	لو	يا
و	مه	ز	ج	ح	ه	ا	ب	كب	مح	يه	له	مب
ز	٠	ز	يج	مج	مز	ا	ب	ك	مح	يه	له	يب
ز	يه	ز	اد	يح	نط	ا	ب	يح	م	يه	لد	م
ز	ل	ز	مط	نج	لط	ا	ب	يو	لو	يه	لد	ط
ز	مه	ح	ه	كز	مح	ا	ب	يد	ك	يه	لج	له
ح	٠	ح	كا	ا	كج	ا	ب	يب	د	يه	لج	ا
ح	يه	ح	لو	لد	كد	ا	ب	ط	مد	يه	لب	كو[2]
ح	ل	ح	نب	و	ن	ا	ب	ز	نو	يه	لا	مط
ح	مه	ط	ز	لح	لط	ا	ب	د	مح	يه	لا	يب
ط	٠	ط	كج	ط	نا	ا	ب	ب	يب	يه	ل	لج
ط	يه	ط	لح	م	كد	ا	ا	نط	لب	يه	كط	نج

(١) من ا، ب، ج وفى و: مح (٢) من ا، ب، ج وفى و: كز.

ط	ل	ط	ند	ى	يز	ا	ا	نو	نب	يه	كط	يج
ط	مه	ى	ط	لط	ل	ا	ا	ند	٠	يه	كح	ل
ى	٠	ى	كه	ح	٠	ا	ا	نا	يب	يه	كز[1]	مح
ى	يه	ى	م	له	مح	ا	ا	مح	يو	يه	كز	د
ى	ل	ى	نو	ب	نب	ا	ا	مه	ك	يه	كو	ك
ى	مه	يا	يا	لط	يب	ا	ا	مب	يب	يه	كه	لج
يا	٠	يا	كو	ند	مه	ا	ا	لط	د	يه	كد	مو
يا	يه	يا	مب	يط	لا	ا	ا	له	مح	يه	كج	نز
يا	ل	يا	نز	مج	كح	ا	ا	لب	لو	يه	كج	ط
يا	مه	يب	يج	و	لز	ا	ا	كط	يو	يه	كب	يط
يب	٠	يب	كح	كح	نو	ا	ا	كه	مح	يه	كا	كز
يب	يه	يب	مج	ن	كج	ا	ا	كب	ك	يه	ك	له
يب	ل	يب	نط	ى	نح	ا	ا	يج	مد	يه	يط	ما
يب	مه	يج	يد	ل	لط	ا	ا	يه	ح	يه	يح	مز[2]
يج	٠	يج	كط	مط	كو	ا	ا	يا	كد	يه	يز	نا
يج	يه	يج	مه	ز	يز	ا	ا	ز	م	يه	يو	نه
يج	ل	يد	٠	كد	يب	ا	ا	ج	مح	يه	يه	نز
يج	مه	يد	يه	م	ط	ا	٠	نط	نو	يه	يد	نط
يد	٠	يد	ل	نه	ح	ا	٠	نه	نو	يه	يج	نط
يد	يه	يد	مو	ط	ز	ا	٠	نا	نب	يه	يب	نح
يد	ل	يه	ا	كب	ه	ا	٠	مز	مح	يه	يا	نز

(١) من ا ، ب ، ج وفى و : كو (٢) زيد هذا السطر من ا ، ب ، ج وليس فى و .

يد	مه	يه	يو	لد	ب	ا	٠	مج	لب	يه	ى	نج
يه	٠	يه	لا	مد	نه	ا	٠	لط	ك	يه	ط	ن
يه	يه	يه	مو	نب	مه	ا	٠	لد	نو	يه	ح	مد
يه	ل	يو	ب	ج	كط	ا	٠	ل	لو	يه	ز	لط
يه	مه	يو	يز	يا	ح	ا	٠	كو	ح	يه	و	لب
يو	٠	يو	لب	يز	م	ا	٠	كا	لو	يه	ه	كد
يو	يه	يو	مز	كج	د	ا	٠	يز	٠	يه	د	يه
يو	ل	يز	ب	كز	يط	ا	٠	يب	ك	يه	ج	ه
يو	مه	يز	يز	ل	كد[1]	ا	٠	ز	لب	يه	ا	نج
يز	٠	يز	لب	لب	يز	ا	٠	ب	مح	يه	٠	مب
يز	يه	يز	مز	لب	نط	٠	نط	نز	نب	يد	نط	كح
يز	ل	يح	ب	لب	كز	٠	نط	نب	نو	يد	نح	يد
يز	مه	يح	يز	ل	ما	٠	نط	مز	نو	يد	نو	نط
يح	٠	يح	لب	كز	م	٠	نط	مب	مح	يد	نه	مب
يح	يه	يح	مز	كج	كب	٠	نط	لز	مد	يد	ند	كو
يح	ل	يط	ب	يز	مح	٠	نط	لب	لب	يد	نج	ح
يح	مه	يط	يز	ى	نو	٠	نط	كز	يب	يد	نا	مح
يط	٠	يط	لب	ب	مد	٠	نط	كا	مح	يد	ن	كز
يط	يه	يط	مو	نج	يا	٠	نط	يو	كد	يد	مط	و
يط	ل	ك	ا	مب	يز	٠	نط	ى	نو	يد	مز	مد
يط	مه	ك	يو[2]	ل	ا	٠	نط	ه	ك	يد	مو	ك

(١) من ا ، ب ، ج وفى و : كه (٢) من ا ، ب ، ج ، وفى و : لو .

ك

ك	.	ك	لا	يو	كا	.	نح	نط	مد	يد	مد	نو
ك	يه	ك	مو	ا	يز	.	نح	ند	د	يد	مج	لا
ك	ل	كا	.	مد	مح	.	نح	مح	يو	يد	مب	د
ك	مه	كا	يه	كو	نب	.	نح	مب	كح	يد	م	لز
كا	.	كا	ل	ز	كط	.	نح	لو	لب	يد	لط	ح
كا	يه	كا	مد	مو	لز	.	نح	ل	لب	يد	لز	لح
كا	ل	كا	نط	كد	يه	.	نح	كد	لو	يد	لو	ط
كا	مه	كب	يد	.	كد	.	نح	يح	لب	يد	لد	لح
كب	.	كب	كح	له	ب	.	نح	يب	يو	يد	لج	د
كب	يه	كب	مج	ح	و	.	نح	و	د	يد	لا	لا
كب	ل	كب	نز	لط	لز	.	نز	نط	مح	يد	كط	نز
كب	مه	كج	يب	ط	لد	.	نز	نج	كد	يد	كح	كا
كج	.	كج	كو	لز	نه	.	نز	مز	.	يد	كو	مه
كج	يه	كج	ما	د	م	.	نز	م	لب	يد	كه	ح
كج	ل	كج	نه	كط	مح	.	نز	لج	نو	يد	كح	كط
كج	مه	كد	ط	نج	يز	.	نز	كز	ك	يد	كا	ن
كد	.	كد	كد	يه	ز	.	نز	ك	لب	يد	ك	ح
كد	يه	كد	لح	له	يه	.	نز	يج	نو	يد	يج	كط
كد	ل	كد	نب	نج	مد	.	نز	ز	د	يد	يو	مو
كد	مه	كه	ز	ى	ل	.	نز	.	ح	يد	يه	ب
كه	.	كه	كا	كه	لب	.	نو	نج	يو	يد	يج	يط

كه	يه	كه	له	لح	نا	·	نو	مو	يب	يد	يا	لج
كه	ل	كه	مط	ن	كد	·	نو	لط	د	يد	ط	مو
كه	مه	كو	د	·	ى	·	نو	لب	·	يد	ح	·
كو	·	كو	يح	ح	ى	·	نو	كد	مد	يد	و	يا
كو	يه	كو	لب	يد	كا	·	نو	يز	لب	يد	د	كج
كو	ل	كو	مو	يح	مد	·	نو	ى	ح	يد	ب	لب
كو	مه	كز	·	كا	يو	·	نو	ب	مد	يد	·	ما
كز	·	كز	يد	كا	نز	·	نه	نه	·	يج	نح	مه
كز	يه	كز	كح	ك	مب	·	نه	مح	·	يج	نز	·
كز	ل	كز	مب	يز	مب	·	نه	م	د	يج	نه	ا
كز	مه	كز	نو	يب	مج	·	نه	لب	لب	يج	نج	ح
كح	·	كح	ى	ه	نا	·	نه	كد	مح	يج	نا	يب
كح	يه	كح	كج	نز	ج	·	نه	يز	·	يج	مط	يه
كح	ل	كح	لز	مو	يح	·	نه	ط	د	يج	مز	يو
كح	مه	كح	نا	لج	لد	·	نه	ا	يو	يج	مه	يط
كط	·	كط	ه	يح	نج	·	ند	نج	يب	يج	مج	يح
كط	يه	كط	يط	ب	يا	·	ند	مه	يب	يج	ما	يح
كط	ل	كط	لب	مج	كط	·	ند	لز	د	يج	لط	يو
كط	مه	كط	مو	كب	مه	·	ند	كط	·	يج	لز	يه
ل	·	ل	·	·	·	·	ند	ك	مد	يج	له	يا
ل	يه	ل	نج	له	يا	·	ند	يب	كد	يج	لج	و
												ل

ل	ل	ل	كز	ح	يز	٠	ند	د	د	يج	لا	ا
ل	مه	ل	م	لط	يج	٠	نج	نه	م	يج	كح	نه
لا	٠	ل	ند	ح	يج	٠	نج	مز	يب	يج	كو	مح
لا	يه	لا	ز	له	ا	٠	نج	لح	م	يج	كد	م
لا	ل	لا	ك	نط	ما	٠	نج	ل	ح	يج	كب	لب
لا	مه	لا	لد	كب	يج	٠	نج	كا	كد	يج	ك	كا
لب	٠	لا	مز	مب	لد	٠	نج	يب	مد	يج	يج	يا
لب	يه	لب	ا	٠	مه	٠	نج	ج	نب	يج	يه	نح
لب	ل	لب	يد	يو	مج	٠	نب	نه	د	يج	يج	مو
لب	مه	لب	كز	ل	كط	٠	نب	مو	يب	يج	يا	لج
لج	٠	لب	م	مب	ب	٠	نب	لز	يو	يج	ط	يط
لج	يه	لب	نج	نا	كا	٠	نب	كح	ح	يج	ز	ب
لج	ل	لج	و	نح	كج	٠	نب	يط	ح	يج	د	مز
لج	مه	لج	ك	ج	ى	٠	نب	ى	٠	يج	ب	ل
لد	٠	لج	لج	ه	م	٠	نب	٠	مح	يج	٠	يب
لد	يه	لج	مو	ه	نب	٠	نا	نا	لب	يب	نز	نج
لد	ل	لج	نط	ج	مه	٠	نا	مب	يب	يب	نه	لج
لد	مه	لد	يا	نط	يج	٠	نا	لب	مح	يب	نج	يب
له	٠	لد	كد	نب	ل	٠	نا	كج	كح	يب	ن	نب
له	يه	لد	لز	مج	كب	٠	نا	يج	نب	يب	مح	كح
له	ل	لد	ن	لا	ن	٠	نا	د	كد	يب	مو	و

له	مه	له	ج	يز	نو	.	ن	ند	مد	يب	مج	ما
لو	.	له	يو	ا	لز	.	ن	مه	د	يب	ما	يو
لو	يه	له	كح	مب	نج	.	ن	له	ك	يب	لح	ن
لو	ل	له	ما	كا	مج	.	ن	كه	لو	يب	لو	كد
لو	مه	له	نج	نح	ز	.	ن	يه	مد	يب	لج	نو
لز	.	لو	و	اب	ج	.	ن	ه	مح	يب	لا	كز
لز	يه	لو	يط	ج	ل	.	مط	نه	نب	يب	كح	نح
لز	ل	لو	لا	لب	كح	.	مط	مه	نب	يب	كو	كح
لز	مه	لو	مج	نح	نو	.	مط	له	مح	يب	كج	نز
لح	.	لو	نو	كب	نج	.	مط	كه	م	يب	كا	كه
لح	يه	لز	ح	مه	يح	.	مط	يه	كح	يب	يح	نب
لح	ل	لز	كا	ج	ى	.	مط	ه	يب	يب	يو	يح
لح	مه	لز	لج	يط	كح	.	مح	ند	نو	يب	يج	مد
لط	.	لز	مه	لج	يب	.	مح	مد	لو	يب	يا	ط
لط	يه	لز	نز	مد	كا	.	مح	اد	يب	يب	ح	لج
لط	ل	لح	ط	نب	ند	.	مح	كج	مد	يب	ه	نو
لط	مه	لح	كا	نح	ن	.	مح	يج	ح	يب	ج	يز
م	.	لح	لد	ب	ز	.	مح	ب	م	يب	.	م
م	يه	لح	مو	ب	مز	.	مز	نب	.	يا	نح	.
م	ل	لح	نح	.	مز	.	مز	ما	يو	يا	نه	يط
م	مه	لط	ط	نو	و	.	مز	ل	لو	يا	نب	لط

ما	٠	لط	كا	مح	مه	٠	مز	يط	مح	يا	مط	نز
ما	يه	لط	لج	لح	مب	٠	مز	ط	٠	يا	مز	يه
ما	ل	لط	مه	كه	نز	٠	مو	نح	٠	يا	مد	ل
ما	مه	لط	نز	ى	كز	٠	مو	مز	د	يا	ما	مو
مب	٠	م	ح	نب	يج	٠	مو	لو	د	يا	لط	ا
مب	يه	م	ك	لا	يد	٠	مو	كه	٠	يا	لو	يه
مب	ل	م	لب	ز	كط	٠	مو	يج	نو	يا	لج	كط
مب	مه	م	مج	م[1]	نح	٠	مو	ب	مد	يا	ل	ما
مج	٠	م	نه	يا	لط	٠	مه	نا	لب	يا	كز	نج
مج	يه	ما	و	لط	لب	٠	مه	م	يب	يا	كه	ج
مج	ل	ما	يج	د	له	٠	مه	كح	نو	يا	كب	يد[2]
مج	مه	ما	كط	كو	ط	٠	مه	يز	لو	يا	يط	كد
مد	٠	ما	مو	م	يج	٠	مه	و	د	يا	يو	لا
مد	يه	ما	نب	ب	مد	٠	مد	ند	م	يا	يج	م
مد	ل	مب	ج	يو	كد	٠	مد	مج	ح	يا	ى	مز
مد	مه	مب	يد	كز	يا	٠	مد	لا	لب	يا	ز	نج
مه	٠	مب	كه	له	د	٠	مد	يط	نب	يا	د	نح
مه	يه	مب	لو	م	ب	٠	مد	ح	يو	يا	ب	د
مه	ل	مب	مز	مب	و	٠	مج	نو	كح	ى	نط	ز
مه	مه	مب	نح	ما	يج	٠	مج	مد	مد	ى	نو	يا
مو	٠	مج	ط	لز	كد	٠	مج	لب	نب	ى	نج	يج

(١) من ا ، ب ، ج وفي و : يب (٢) ج : يب .

مو	يه	مج	ك	ل	لز	٠	مج	كا	٠	ى	ن	يه
مو	ل	مج	لا	ك	نب	٠	مج	ط	د	ى	مز	يو
مو	مه	مج	مب	ح	ح	٠	مب	نو	د	ى	مد	يو
مز	٠	مج	نب	نب	كد[1]	٠	مب	مه	د	ى	ما	يو
مز	يه	مد	ج	لج	م	٠	مب	لج	٠	ى	لح	يه
مز	ل	مد	يد	يا	نه	٠	مب	ك	مح	ى	له	يب
مز	مه	مد	كد	مز	ز	٠	مب	ح	م	ى	لب	ى
مح	٠	مد	له	يط	يز	٠	ما	نو	كح	ى	كط	ز
مح	يه	مد	مه	مح	كد	٠	ما	مد	ح	ى	كو	ب
مح	ل	مد	نو	يد	كو	٠	ما	لا	نب	ى	كب	نح
مح	مه	مه	و	لز[2]	كد	٠	ما	يط	كح	ى	يط	نب
مط	٠	مه	يو	نز	يو	٠	ما	ز	د	ى	يو	مو
مط	يه	مه	كز	يد	ب	٠	م	ند	لو	ى	يج	لط
مط	ل	مه	لز	كز	ما	٠	م	مب	ح	ى	ى	لب
مط	مه	مه	مز	لح	يج	٠	م	كط	لب	ى	ز	كج
ن	٠	مه	نز	مه	لو	٠	م	يو	نو	ى	د	يد
ن	يه	مو	ز	مط	ن	٠	م	د	ك	ى	ا	ه
ن	ل	مو	يز	ن	نه	٠	لط	نا	لو	ط	نز	ند
ن	مه	مو	كز	مح	مط	٠	لط	لح	نب	ط	ند	مج
نا	٠	مو	لز	مج	لب	٠	لط	كو	د	ط	نا	لا
نا	يه	مو	مز	له	ج	٠	لط	يج	يو	ط	مح	يط

(١) من ا، ب، ج وفى د: كه (٢) من ا، ج وفى و: لد.

نا

نا	ل	مو	نز	كج	كب	٠	لط	٠	ك	ط	مه	ه
نا	مه	مز	ز	ح	كز	٠	لح	مز	كح	ط	ما	نب
نب	٠	مز	يو[1]	ن	يط	٠	لح	لد	لب	ط	لح	لح
نب	يه	مز	كو	كح	نز	٠	لح	كا	كح	ط	له	كب
نب	ل	مز	لو	د	يط	٠	لح	ح	كح	ط	لب	ز
نب	مه	مز	مه	لو	كو	٠	لز	نه	ك	ط	لح	ن
نج	٠	مز	نه	ه	يو	٠	لز	مب	يب	ط	كه	لج
نج	يه	مح	د	ل	مط	٠	لز	كط	ح	ط	كب	يز
نج	ل	مح	يج	نج	و	٠	لز	يه	مد	ط	يج	نو
نج	مه	مح	كج	يب	ب	٠	لز	ب	لب	ط	يه	لح
ند	٠	مح	لب	كز	م	٠	لو	مط	يو	ط	يب	يط
ند	يه	مح	ما	لط	نط	٠	لو	له	نب	ط	ح	نح
ند	ل	مح	ن	مح	نز[2]	٠	لو	كب	لب	ط	ه	لح
ند	مه	مح	نط	ند	له	٠	لو	ط	٠	ط	ب	يه
نه	٠	مط	ح	نو	ن	٠	له	نه	لو	ح	نح	ند
نه	يه	مط	يز	نه	مد	٠	له	مب	د	ح	نه	لا
نه	ل	مط	كو	نا	يه	٠	له	كح	كد	ح	نب	و
نه	مه	مط	له	مج	كا	٠	له	يه	٠	ح	مح	مه
نو	٠	مط	مد	لب	و	٠	له	ا	ك	ح	مه	ك
نو	يه	مط	نج	يز	كو	٠	لد	مز	لو	ح	ما	ند
نو	ل	ن	ا	نط	ك	٠	لد	لج	نو	ح	لح	كط

(١) من ا، ب ج. وفى و: يز (٢) ا، ج: نب.

نو	مه	ن	ى	لز	مط	.	لد	ك	ح	ح	له	ب
نز	.	ن	يط	يب	نا	.	لد	و	ك	ح	لا	له
نز	يه	ن	كز	مد	كو	.	لج	نب	كح	ح	كح	ز
نز	ل	ن	لو	يب	لج	.	لج	لح	م	ح	كد	م
نز	مه	ن	مد	لز	يج	.	لج	كد	م	ح	كا	ى
نح	.	ن	نب	نح	كج	.	لج	ى	م	ح	يز	م
نح	يه	نا	ا	يو	ج	.	لب	نو[1]	نو	ح	يد	يد
نح	ل	نا	ط	ل	يز	.	لب	مب	مد	ح	ى	ما
نح	مه	نا	يز	م	نح	.	لب	كح	م	ح	ز	ى
نط	.	نا	كه	مح	ح	.	لب	يد	لو	ح	ج	لط
نط	يه	نا	لج	نا	مز	.	لب	.	كح	ح	.	ز
نط	ل	نا	ما	نا	ند	.	لا	مو	يو	ز	نو	لد
نط	مه	نا	مط	مح	كح	.	لا	لب	د	ز	نج	ا
س	.	نا	نز	ما	كط	.	لا	يز	نو	ز	مط	كط
س	يه	نب	ه	ل	نج	.	لا	ج	لو	ز	مه	ند
س	ل	نب	يج	يو	نب	.	له	مط	د	ز	مب	يو
س	مه	نب	ك	نط	ج	.	ل	لد	نب	ز	لح	مج
سا	.	نب	كح	لز	نا	.	ل	ك	لب	ز	له	ح
سا	يه	نب	لو	يب	نط	.	ل	و	د	ز	لا	لا
سا	ل	نب	مج	مد	ل	.	كط	نا	لو[2]	ز	كز	ند
سا	مه	نب	نا	يب	كد	.	كط	لز	ح	ز	كد	يز

(١) من ا ، ج وفى و : نز (٢) من ا ، ب ، ج وفى و : لز .

سب

سب	٠	نب	نح	لو	ما	٠	كط	كب	لو	ز	ك	لط
سب	يه	نج	ه	نز	ك	٠	كط	ح	٠	ز	يز	٠
سب	ل	نج	يج	يد	ك	٠	كح	نج	كح	ز	يج	كب
سب	مه	نج	ك	كز[1]	مب	٠	كح	لح	نب	ز	ط	مج
سج	٠	نج	كز	لز	كه	٠	كح	كد	ح	ز	و	ب
سج	يه	نج	لد	مج	كز	٠	كح	ط	كح	ز	ب	كب
سج	ل	نج	ما	مه	مط	٠	كز	ند	مح	و	نح	مب
سج	مه	نج	مح	مد	لا	٠	كز	م	٠	و	نه	٠
سد	٠	نج	نه	لط	لا	٠	كز	كه	يب	و	نا	يح
سد	يه	ند	ب	ل	مط	٠	كز	ى	كد	و	مز	لو
سد	ل	ند	ط	يح	كه	٠	كو	نه	لو	و	مج	ند
سد	مه	ند	يو	ب	يط	٠	كو	م	م	و	م	ى
سه	٠	ند	كب	مب	كط	٠	كو	كه	مح	و	او	كز
سه	يه	ند	كط	يح	نو	٠	كو	ى	نب	و	لب	مج
سه	ل	ند	له	نا	لط	٠	كه	نه	نب	و	كح	نح
سه	مه	ند	مب	ك	لز	٠	كه	م	مح	و	كه	يب
سو	٠	ند	مح	مه	مط	٠	كه	كه	نب	و	كا	كح
سو	يه	ند	نه	ز	يز	٠	كه	ى	مح	و	يز	مب
سو	ل	نه	ا	كد	نط	٠	كد	نه	م	و	يج	نه
سو	مه	نه	ز	لح[2]	ند	٠	كد	م	لو	و	ى	ط
سز	٠	نه	يج	مط	ج	٠	كد	كه	كح	و	و	كب

(١) من ا، ب، ج وف و: كو (٢) من ا، ب، ج وف و: له .

سز	يه	نه	يط	نه	كه	•	كد	ى	يو	و	ب	لد
سز	ل	نه	كه	نز	نط	•	كج	نه	د	ه	نح	مو
سز	مه	نه	لا	نو	مه	•	كج[1]	لط	نب	ه	ند	نح
سح	•	نه	لز	نا	مج	•	كج	كد	لو	ه	نا	ط
سح	•	نه	مج	مب	نب	•	كج	ط	يو	ه	مز	يط
سح	ل	نه	مط	ل	يا	•	كب	ند	د	ه	مح	لا
سح	مه	نه	نه	يح	مب	•	كب	لح	م	ه	لط	م
سط	•	نو	•	نح	كب	•	كب	كج	ك	ه	له	ن
سط	يه	نو	و	كط	يب	•	كب	ح	•	ه	لب	•
سط	ل	نو	يب	ا	يب	•	كا	نب	لب	ه	كح	ح
سط	مه	نو	يز	كط	ك	•	كا	لز	د	ه	كد	يو
ع	•	نو	كب	نح	لو	•	كا	كا	م	ه	ك	كه
ع	يه	نو	كح	يد	ا	•	كا	و	يب	ه	يو	لج
ع	ل	نو	لج	ل	لد	•	ك	ن	م	ه	يب	م
ع	مه	نو	لح	مج	يد	•	ك	له	ح	ه	ح	مز
عا	•	نو	مج	نب	ا	•	ك	يط	لو	ه	د	ند
عا	يه	نو	مح	نو	نه	•	ك	د	•	ه	ا	•
عا	ل	نو	نج	نز	نه	•	يط	مح	كد[2]	د	نز	و
عا	مه	نو	نح	نه	ا	•	يط	لب	مد	د	نج	يا
عب	•	نز	ج	مح	يب	•	يط	يز	يب	د	مط	يح
عب	يه	نز	ح	لز	ل	•	يط	ا	كح	د	مه	كب

(١) من ا، ب، ج وفى و: كح (٢) من ا، ب، ج وفى و: كه.

عب

عب	ل	نز	يح	كب	نب	٠	يح	مه	مد	د	ما	كو
عب	مه	نز	يح	د	يح	٠	يح	ل	ح	د	لز	لب
عج	٠	نز	كب	ما	ن	٠	يح	يد	ك	د	لج	له
عج	يه	نز	كز	يه	كه	٠	يز[1]	نح	لو	د	كط	لط
عج	ل	نز	لا	مه	د	٠	يز	مب	مح	د	كه	مب
عج	مه	نز	لو	ى	مو	٠	يز	كز	د	د	كا	مو
عد	٠	نز	م	لب	لب	٠	يز	يا	يب	د	يز	مح
عد	يه	نز	مد	ن	ك	٠	يو	نه	كد	د	يج	نا
عد	ل	نز	مط	د	يا	٠	يو	لط	لب	د	ط	نج
عد	مه	نز	نج	يد	د	٠	يو	كج	م	د	ه	نه
عه	٠	نز	نز[2]	يط	نط	٠	يو	ز	مح	د	ا	نز
عه	يه	نح	ا	كا	نو	٠	يه	نا	مح	ج	نز	نز
عه	ل	نح	ه	يط	نج	٠	يه	لو	٠	ج	ند	٠
عه	مه	نح	ط	يج	نح	٠	يه	ك	٠	ج	ن	٠
عو	٠	نح	يج	ج	نج	٠	يه	د	٠	ج	مو	٠
عو	يه	نح	يو	مط	نج	٠	يد	مح	ح	ج	مب	ب
عو	ل	نح	ك	لا	نه	٠	يد	لب	د	ج	لح	ا
عو	مه	نح	كد	ط	نو	٠	يد	يو	٠	ج	لد	٠
عز	٠	نح	كز	مج	نو	٠	يد	٠	٠	ج	ل	٠
عز	يه	نح	لا	يج	نو	٠	يج	مد	٠	ج	كو	٠
عز	ل	نح	لد	لط	نو	٠	يج	كز	نو	ج	كا	نط

(١) من ا، ج وفى و: يح (٢) من ا، ب، ج وفى و: نب.

عز	مه	نح	لح	ا	نه	٠	يج	يا	مح	ج	يز	نز
عح	٠	نح	ما	يط	نب	٠	يب	نه	مح	ج	يج	نز
عح	يه	نح	مد	لج	مط	٠	يب	لط	م[1]	ج	ط	نه
عح	ل	نح	مز	مج	مد	٠	يب	كج	لب	ج	ه	نج
عح	مه	نح	ن	مط	ل	٠	يب	ز	كد	ج	ا	نا
عط	٠	نح	نج	نا	كح	٠	يا	ا	يو	ب	نز	مط
عط	يه	نح	نو	مط	يز	٠	يا	لط	ح	ب	ند	مز
عط	ل	نح	نط	مد	د	٠	يا	يد	نب	ب	مح	مج
عط	مه	نط	ب	لب	مز	٠	يا	ب	مح	ب	مه	مب
ف	٠	نط	ه	نح	كط	٠	ى	مو	لب	ب	ما	لح
ف	يه	نط	ح	٠	ز	٠	ى	ل	يو	ب	لز	لد
ف	ل	نط	ى	لز	ما	٠	ى	يد	ح	ب	لج	لب
ف	مه	نط	يج	يا	يج	٠	ط	نز	نب	ب	كط	كح
فا	٠	نط	يه	م	ما	٠	ط	ما	لو	ب	كه	كد
فا	يه	نط	يج	و	ه	٠	ط	كه	كد	ب	كا	كا
فا	ل	نط	ك	كز	كو	٠	ط	ط	د	ب	يز	يو
فا	مه	نط	كب	مد	مب	٠	ح	نب	مح	ب	يج	يب
فب	٠	نط	لد	نز	ند	٠	ح	او	لب	ب	ط	ح
فب	يه	نط	كز	ز	ب	٠	ح	ك	يب	ب	ه[2]	ج
فب	ل	نط	كط	يب	ه	٠	ح	ج	نو	ب	٠	نط
فب	مه	نط	لا	يج	د	٠	ز	مز	او	ا	نو	ند

(١) منه ا ، ب ، ج وفى و : مز (٢) من ا ، ب ، ج وفى و : (٠) .

فج	٠	نط	لج	ط	نج	٠	ز	لا	يو	ا	نب	مط
فج	يه	نط	له	ب	مز	٠	ز	يد	نو	ا	مح[1]	مد
فج	ل	نط	لو	نا	لا	٠	و	نج	لو	ا	مد	لط
فج	مه	نط	لح	لو	ى	٠	و	مب	يو	ا	م	لد
فد	٠	نط	م	يو	مد	٠	و	كه	نب	ا	لو	كح
فد	يه	نط	ما	نج	يب	٠	و	ط	لب	ا	لب	كج
فد	ل	نط	مج	كه	له	٠	ه	نج	د	ا	كح	يو
فد	مه	نط	مد	نج	نا	٠	ه	لو	مح	ا	كد	يب
فه	٠	نط	مو	يج	ج	٠	ه	ك	كد	ا	ك	و
فه	يه	نط	مز	لح	ط	٠	ه	د	٠	ا	يو	٠
فه	ل	نط	مح	ند	ط	٠	د	مز	لب	ا	يا	نج
فه	مه	نط	ن	و	ب	٠	د	لا	يب	ا	ز	مح
فو	٠	نط	نا	يج	ن	٠	د	يد	مح	ا	ج	مب
فو	يه	نط	نب	يز	لب	٠	ج	نج	ك	٠	نط	له
فو	ل	نط	نج	يز	ز	٠	ج	ما	نو	٠	نه	كط
فو	مه	نط	ند	يب	لز	٠	ج	كه	لب	٠	نا	كج
فز	٠	نط	نه	ج	نط	٠	ج	ط	د	٠	مز	يو
فز	يه	نط	نه	نا	يه	٠	ب	نب	م	٠	مج	ى
فز	ل	نط	نو	لد[2]	كه	٠	ب	لو	يب	٠	لط	ج
فز	مه	نط	نز	يج	كح	٠	ب	يط	مح	٠	لد	نز
فح	٠	نط	نز	مح	كه	٠	ب	ج	ك	٠	ل	ن

(١) من ا، ب، ج و في و : يج (٢) من ا، ب، ج و في و : لط.

فح	يه	نط	نخ	يط	يه	٠	ا	مو	نو[1]	٠	كو	مد
فح	ل	نط	نخ	مه	نط	٠	ا	ل	كح	٠	كب	لز
فح	مه	نط	نط	ح	لو	٠	ا	يد	٠	٠	يح	ل
فط	٠	نط	نط	كز[2]	و	٠	٠	نز	لو	٠	يد	لد
فط	يه	نط	نط	ما	ل	٠	٠	ما	ح	٠	ى	يز
فط	ل	نط	نط	نا	مز	٠	٠	كد	م	٠	و	ى
فط	مه	نط	نط	نز	نز	٠	٠	ح	يب	٠	ب	ج
ص	٠	س	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

(١) من ا، ب، ج وفى و: نز (٢) من ا، ب، ج وفى و: كو.

الباب

الباب السابع فى التجييب و التقويس

الجداول تتضمن حصص قسى متساوية موضوعة فى سطر العدد، ربما كانت تلك الحصص خطوطا مستقيمة و ربما كانت زوايا او قسيا توترها، و العمل فى الجداول يكون اما لطلب حصة القوس و اما لطلب قوس الحصة، و قد جرت العادة فى الاخير بتسميته تقويسا فى جميع الجداول، و عطف بعضهم الاول عليه فسمّاه تجييبا و ان لم يكن المطلوب جيبا، و لذلك لانطلقه نحن بل نسميه فى كل موضع من اللقب بما يستحقه.

تنقيح القوس

و متى فرض لنا قوس و اريد جيبها نقّحناها اولا بأن نستعملها كما هى ان كانت اقل من تسعين جزءا، فان كانت اكثر منها و اقل من مائتى و سبعين استعملنا فضل ما بينها و بين المائة و الثمانين، و ان كانت اكثر من مائتين و سبعين استعملنا ما بينها و بين الثلاث مائة و الستين، و بحسب ذلك فلنسم[1] قصور القوس عن ربع الدور تماما لها وقصورها عن نصف الدور تتمة لها، و عن كل الدور تكملة لها تحريا للايجاز وتنكبا[2] للاشتباه[3].

تجييب القوس على الرسم المعهود

اذا اردنا ذلك ادخلنا القوس المنقّحة فى سطر العدد للقسى وطلبنا فيه مثلها و اخذنا ما بازائها فى جدول الجيوب فيكون جيبها المطلوب، فان لم نجد فى سطر عدد القسى مثل القوس التى معنا بعينها طلبنا فيه ما

(١) ل : فليسم (٢) ا : تنكيبا (٣) كذا ولعله : عن الاشتباه .

هو اقرب اليها مما هو اقل منها، و القيناه من القوس و حفظنا ما بازاء الموجود فى جدولى[1] الجيوب و التعاديل، ثم ضربنا البقية من القوس فى التعديل و زدنا المبلغ على الجيب المحفوظ فيجتمع جيب القوس التى معنا و هو المطلوب .

تدقيق التجييب

متى اخذنا الجيب الذى بحيال اقرب قوس فى سطر العدد الى ما معنا و حفظناه اخذنا الفضل الذى يقابل الموجود فى جدول الفضول و الفضل الذى فوقه ايضا و هو السابق، ثم ضربنا الفضل بين هذين الفضلين المأخوذين فيما بقى معنا من القوس، ثم فى اربع دقائق و نقصنا ما اجتمع من السابق و ضربنا ما بقى فى بقية القوس ايضا، ثم فى اربع دقائق ابدا، و زدنا المبلغ على الجيب المأخوذ الذى حفظناه، فيكون المجتمع حينئذ هو الجيب المدقق المطلوب للقوس .

تقويس الجيب على الرسم المعهود

اذا كان معنا جيب و اردنا قوسه ادخلناه فى جدول الجيوب، فان وجدنا فيه ما يساويه كان ما بحياله فى سطر العدد قوسه المطلوبة، و ان لم نجده بعينه طلبنا فيه ما هو اقرب اليه مما هو اقل منه، فاذا وجدناه حفظنا ما بحياله من القوس و من التعديل و القينا الموجود مما معنا، فتبقى بقية الجيب نقسمها على ما اخذناه من التعديل، فما خرج نزيده على ما حفظناه من القوس، فيجتمع قوس ذلك الجيب .

(١) من ا، ب، ج، ل وفى و : جدول.

تدقيق التقويس

و اذا و جدنا الاقرب الى الجيب الذى معنا و حفظنا قوسه اخذنا ايضا ما بحياله من الفضل و السابق للفضل الذى يحاذيه، ثم القينا الموجود فى الجيوب مما معنا و ضربنا ما يبقى و هو بقية الجيب فى فضل ما بين الفضلين المأخوذين، و قسمنا ما بلغ على الفضل المحاذى و نقصنا ما يخرج من السابق للمحاذى، ثم قسمنا مضروب بقية الجيب فى خمس عشرة دقيقة على ما يبقى من السابق ، فما خرج نزيده على القوس المحفوظة ، فيجتمع قوس ذلك الجيب .

تسهيم القوس

ان سهم ضعف القوس يسمى جيبا منكوسا ، و لكنا نؤثر فيه اسم السهم للتخفيف و لنطلق الجيب على التقييد[1] بلفظة الاستواء ، و السهم لايكون لقوس اكثر من مائة و ثمانين جزءا حتى تحوج الى التنقيح .

فاما معرفة سهم القوس فبأن تأخذ جيب فضل ما بينها و بين التسعين ، فان كانت القوس ناقصة عن التسعين نقصنا ذلك الجيب من واحد اعنى الجيب كله الذى هو نصف القطر ، و ان كانت القوس زائدة على التسعين زدنا ذلك الجيب على واحد ، فما حصل بعد الزيادة او النقصان فهو سهم تلك القوس .

تقويس السهم

و ان اعطينا سهما و اريد قوسه اخذنا فضل ما بين السهم و بين

(١) ا : التقيد - ل : المقيد .

الواحد الذى هو اعظم الجيوب و قوّسناه فى جدول الجيوب و حفظنا قوسه، فان كان السهم زائدا على الواحد زدنا القوس المحفوظة على تسعين، و ان كان السهم ناقصا عن الواحد نقصناها من تسعين، فيحصل بعد الزيادة او النقصان قوس ذلك السهم .

(١) و نعود على هذه الاعمال بالتعليل و نعيد[٢] من الصورة المتقدمة ما نحتاج اليه ثم نقول : ان من البيّن ان نهاية القوس ما دامت فيما بين نقطتى : ا، ه، فان العمل المشهور فى تعديل مابين السطرين يكون بفضل : ه ز، و اذا صارت فيما بين نقطتى : ه، ح، صار العمل بفضل[٣] : ح ل، و قد استبان اختلاف هذين الفضلين و ان : ح ل، اصغرهما، و واجب ان لاينتقل العمل من احد المقدارين الى الآخر دفعة بل بالتدريج، فيأخذ : ه ز، من عند : ا، فى التناقص قليلا حتى اذا بلغ : ه، كان بمقدار : ح ل، ثم يأخذ : ل ح، ايضا فى التناقص من عند : ه، حتى اذا بلغ : ح، كان بمقدار : ى ب .

فلنهب ان نهاية القوس وقعت على : ع، فيما بين : ه، ح، فاما مبنى العمل المشهور فهو على ان نسبة : ع ك، الى : ح ل، كنسبة: ه ع، الى : ه ح، و لهذا نضرب بقية القوس فى التعديل الذى هو فى الاصل ثلث خمس الفضل الآ انا لم نضعه كذلك بل مضروبا فى ستين، لأنه يجب ان يضاعف بعدد البقية و البقية الدقائق، فلايطرد ذلك فيها الآ بعد الاحتساب بها اجزاء، لأن مرتبتها تحط التعديل عن الواجب

(١) ابتداء شكل : ١٨ (٢) ا، ج، ل : لنعد (٣) من ا، ب، ج وفى و : يفصل .

الى

الى اسفل، فلما رفعناه مرتبة لم يقدح فيه رتبة البقية و ذهب الارتفاع بالانحطاط قصاصا .

و اما الذى هو اقرب الى الحقيقة و ادقّ فلنفصل عند نهاية : ع، من جيب قوس : اع ، مقدارا اصغر من : ه ز، السابق، و اعظم من : ح ل ، المحاذى و هو : ع م ، و نسبة بعد نهاية : ع ، من : ه ، الى : ه ح، كنسبة ما لحقه من النقصان عن : ه ز، بسبب موضعه الى مايلحقه عند : ح ، و ذلك فضل ما بين : ح ل ، ه ز، كله، فاذا ضربنا البقية فى الفضل بين فضلى : ح ل، ه ز، و قسمنا ما بلغ على خمسة عشر خرج مقدار نقصان: ع م ، عن : ه ز، السابق، فاذا نقصناه منه حصل : ع م ، اعنى التفاضل بمقتضى نهاية : ع ، فعند ذلك نستعمله بحسب العمل المشهور فى تعديل البقايا بفضل مابين السطرين، وهو ان نضرب مابين : ه ، و بين نهاية : ع ، فى : ع م ، و نقسم المجتمع على ربع الجزء الذى فرضناه : ه ح ، ليخرج[1] : ع ك ، مناسبا لـ : ع م ، على نسبة : ه ع ، الى : ه ج ، كما يخرج فى ذلك العمل مناسبا لـ : ح ل ، لكن الضرب فى اربع دقائق يقوم مقام القسمة على الخمس عشرة دقيقة التى لربع الجزء .

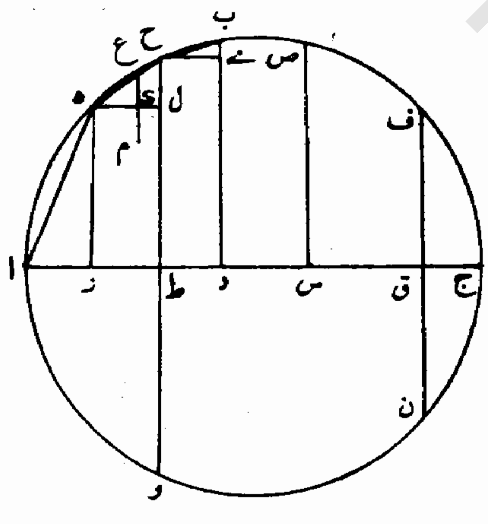
و كذلك فى التقويس اذا بقى من الجيب : ع ك ، و القوس المأخوذة المحفوظة : ا ه .

اما على الوجه المقرب من الحقيقة فانه يحتاج الى مقدار : ع م ، ليستعمل وهو زائد على : ل ح ، الأنقص من : ه ز، و نسبة نقصانه عن :

(١) ل : فيخرج .

ه ز، الى فضل ما بين : ح ل، ه ز، كنسبة : ع ك، بقية الجيب الى : ح ل، المحاذى، فاذا حصل : ع م، فان نسبة البقية على نسبة حصتها من القوس وهى : ه ع، الى : ه ح، المفروض ربعا، و فى الطريق المشهور نسبة : ع ك، الى : ح ل، كنسبة : ه ع، الى: ه ح، فان زادت القوس على : ا ص، ربع الدائرة حتى كانت : ا ف، كانت تتمتها : ف ج، و جيب : ق ف، مشترك لقوسى : ا ف، ف ج، فلذلك تنقح القوس لأن الجيوب موضوعة لربع دائرة، وكذلك اذا كانت : ا ج ن، كان جيبها و جيب زيادتها على نصف الدور : ن ق، فان كانت : ا ج و، كان جيبها وجيب تكملتها : و ط .

و اما فى التسهيم فان القوس اذا كانت : ا ح، كان نقصانها عن س ط، نقصان سهم : ا ط، عن: ا س، نصف القطر، و ان كانت القوس : ا ص، تساوى: ص س، جيبها و : س ا، سهمها، و ان كانت : ا ف، كانت زيادتها على الربع : ص ف، و جيبها المساوى الربع: ح ص، و جيبه المساوى لـ : س ق، زيادة سهم : ا ق، على : ا س، نصف القطر، و لا يذكر سهم على هذا الوجه لما جاوز نصف الدائرة، و ذلك ان قوس: ف ا ن، و ان كانت تفضل على نصف الدور



(١٨)

و سهمها على التحقيق : ا ق ، لأن وترها : ف ن ، فان سهم : ا ق ، بحسب استعمال الجيوب هو سهم قوس : ا ف ، فقط .

و لأنّا ذكرنا السبب الداعى الى اختيار بطلميوس لنصف القطر عدد الستين و سبب اختيارنا له الواحد، فان من المعلوم ان نقله من احد المقدارين الى الآخر لايكون الاّ بالرفع او الحطّ مرتبة .

فاما اذا اردنا الجيب الذى استعمله بعض الهند و هو الذى به نصف القطر مائة و خمسون دقيقة اخذنا الجيب من جداولنا و ضربناه فى اثنين و نصف و بالعكس .

و آرآء الهند فى هذا المعنى كثيرة و لا فائدة فى الاشتغال بذكرها، و يكفى منها هذا المشهور .

الباب الثامن فى اظلال الاشخاص فى الضياء و تعريف انواع الظل و استعماله

قد تقرّر فى المبادى انه ليس لنصف قطر الارض عند فلك الشمس بحسب ما يدرك من النهار و الليل فى مداراتها قدر محسوس، فكذلك ليس لسطح الارض فى القدر الذى تقاس فيه اظلال الاشخاص الناتئة منه خلاف محسوس به فيما بين الانحداب و الاستقامة لنزارة ذلك القدر عند وجه الارض كله ، و هكذا تكون اقسام الدوائر اذا دقّت لا تخالف اوتارها بالقدر الاّ فيما صغر جدا من اجزآء الاجزآء .

(١) فلتكن دائرة الارتفاع فى فلك الشمس : ا ب ج ، على مركز : ه ،

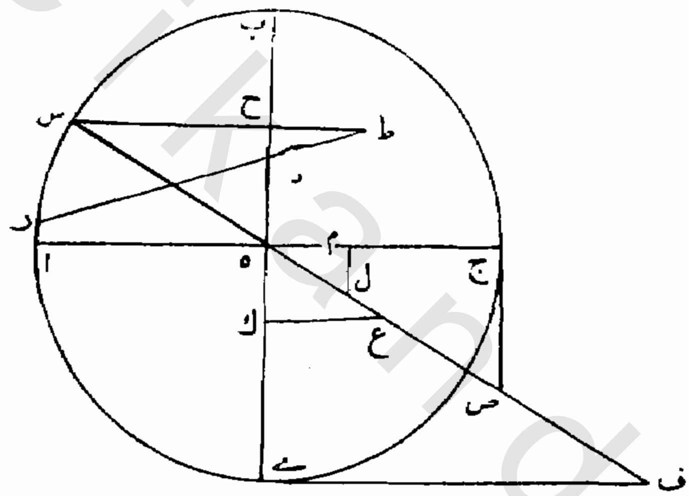
(١) ابتداء شكل : ١٩ .

وقطر : ا ه ج ، فى الافق الحقيقى و : ب ، قطب الافق و : ه د ، نصف قطر الارض، ونخرج : د ر ، موازيا لـ : ه ا، فيكون فى الافق الحسى، ولكن لما تبين ان لا فرق بينهما فى هذه الكرة لم يكن مقدار قوس : ا ر ، محسوسا به ونفرض الشمس على نقطة : س ، فيكون : ب س ، بعدها عن سمت الرأس ويسمى تمام الارتفاع، فاما الارتفاع نفسه فانه : ا س ، بالحساب و : ر س ، بالرؤية، وليس بينهما فرق فيما يحس، ونفرض المقياس : د ح ، فيكون : د ط ، ظله فى هذا الارتفاع ولا تفاوت بين : د ط ، وبين ظله على تحديب الارض ولئن لم يكن لـ : د ه ، فى الحس قدر لم يكن لـ : ح ه ، ايضا فما زاد فى : ه د ، غير مقياس يفوت مقدار الحس بجنبه .

فلنجعل لتسهيل العملى رأس المقياس : ه ، اعنى مركز العالم، ونفرض المقياس : ه ك ، القائم على افق : ا ج ، ونخرج : ك ع ، موازيا للافق فيكون : ك ع ، الظل على بسيط الارض وقت ارتفاع : ا س ، و : ه ع ، قطر هذا الظل وللظل من بين انواعه التى لا تنضبط الا بالتحديد والشروط نوع مضبوط وهو الواقع على خط الانتصاب للمقياس الذى يوازى وضعه سطح الافق، ولأنا جعلنا : ه ، رأس المقياس فليكن : ه م ، فى سطح دائرة الارتفاع على موازاة الافق و : م ل ، مواز لخط الانتصاب، فيكون : م ل ، ظله ويسمى معكوسا، لأن : ل ، رأسه نحو السفل، فاما ظل : ك ع ، فانه يطلق اذا ذكر

(١) من ل ، ا و ى و : مطلق .

مالم يستعمل غيره، فان استعمل : م ل ، اضطر الى التفصيل فوسم : ك ع ، بالمستوى و لقب : م ل ، بالمعكوس، و هكذا اذا استعمل : م ل ، وحده اطلق ذكره و لا يزال الظل مقدرا باقسام المقياس، فان كان مستويا كانت اقسام مقياسه اثنا عشر و سميت اصابع عظمت ام صغرت، وهذه عادة مستعملية كالهند فان قياساتهم عليه، و ربما استعملت اقداما و اصحابها على اختلاف فى عدد مقياسها، فمنهم من يجعله سبعة و منهم من يجعله ستة و ثلثين و منهم من يجعله ستة ونصفا، و ذلك لأن مأخذه



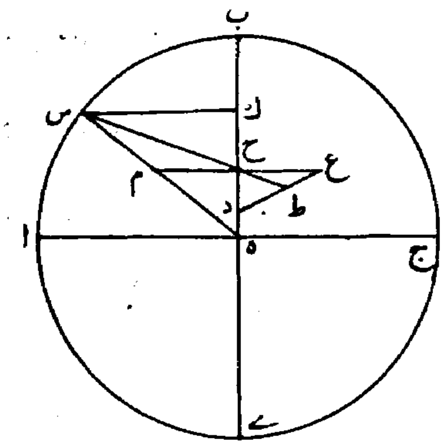
(١٩)

بالاستقراء و اصحابه هم القوّام بوقت نصف النهار دون الصناعة .

و متى عرف الظل باحد المقادير امكن تحويله الى مقدار آخر بضربه فى مقياس المحول اليه، و قسمة المبلغ على مقياس المحول عنه، و اذا اخرجنا : ى ف ، على موازاة : ه ج ، و : ج ص ، على موازاة : ه ى، نابا على ظلى : ك ع ، م ل ، و ذلك لأن الظل المعكوس لا يكاد يستعمل الا فى الحسابات النجومية للايجاز و التسهيل، فانا نجعل اجزاء مقياسه اجزاء نصف القطر زيادة فى ذلك، و لأجله يكون المقياس : ه ج، ليكون الظل المعكوس : ج ص ، باجزائه و قلما يستعمل فيه اصابع

او اقدام، و اما المستوى فنجعل مقياسه : ه ى ، ليعم النوعين امر واحد، ثم لا يضرنا ان نحتسب به اصابع اثنتا عشرة او اقداما بحسب ما يراد وليس الحال فى قسمة مقياس المعكوس باجزاء نصف القطر ضروريا، و الدليل على ذلك ظل السلّم، فان كلى ظله المستوى و المعكوس يستعمل اصابع من جنس واحد، و لتعلم ان ما ذكرناه ليس فى القمر كما هو فى الشمس .

(١) و لنعد من الصورة ما نحتاج اليه و نصل : ه س[٢] ، و ننزل للمثال : ب س، ثمن دور فيكون: س ك ، جيبه :(٠،مب،كو)، و: ك ه ، يساويه، لكن نسبة : ه د ، نصف قطر الارض الى : ه س ، بعد الشمس عن مركز العالم نسبة الواحد الى ما يقارب الالف و المائتين فـ : ه د ، الذى لا فرق بينه و بين : ه ح ، بمقدار الجيب انقص من ثلاث ثوان، فيكون : ك ح ،٠،مب كج ، و نسبة : ك ح ، الى : س ك ، كنسبة : ح د ، الى : د ط ، فاذا قسمنا مضروب : س ك ، فى اثنى عشر على : ك ح ، خرج ظل : د ط ، يب،٠،نا ، و قد كان يخرج مساويا للمقياس ان لم نجعل : ك ح ، انقص من : س ك ، بثلاث ثوان، و هذا هو القدر الذى قدح به نصف قطر الارض فى الظل من جهة الشمس .



(٢٠)

و اما القمر فنضعه من خط : ه س[٢] ، على نقطة : م، و نخرج : م ح ع،

(١) ابتداء شكل : ٢٠ (٢) من لى وفى و : دس .

فيكون

فيكون الظل : د ع ، و نسبة : ه د ، الى : ه م ، فى اقرب ابعاد القمر نسبة الواحد الى ثلاثة و ثلثين، فيكون : ه د ، بمقدار الجيب: (٠،١، مط)، و: ك ح ، على ذلك : (٠،م، لز)، لأن نسبة : ه س، الى: س ك ، و نسبة : ه م، الى العمود النازل من : م ، الى : ب ه، واحدة، فيكون ظل : د ع، يب ، لب، و قد زاد على المقياس بما اثّر فى الحس، و سيتضاعف فيما كان عن سمت الرأس ابعد .

و اذا تقرّر هـذا قد علم معه انّ تغيّر الظلّ فى الطول و القصر متعلق بعلو الشمس على الافق، و لذلك قرن الظل بارتفاعها لما بينه و بين جيب الارتفاع من التناسب، فلنذكر استعماله .

معرفة قطر الظلّ

اما المستوى بالاصابع فانا نضربه فى مثله و نزيد على ما اجتمع مائة و اربعة و اربعين ابدا، و نأخذ جذر المبلغ فيكون قطر الظل، و اما بالاقدام و قلما نحتاج اليه فانا نزيد على مضروب الظل فى مثله بدل المائة و الاربعة الاربعين ان كانت اقدام المقياس ستة و نصفا فاثنين و اربعين و نصفا، و ان كانت ستة و ثلاثين فاربعة و اربعين و اربعة اتساع، و ان كانت سبعة فتسعة و اربعين، و نأخذ جذر الجملة كما تقدّم .

و اما الظلّ المعكوس فانا نزيد على مضروبه فى مثله واحدا ابدا و نأخذ جذر ما بلغ[1] فيكون قطره .

(١) ل: المبلغ .

معرفة الارتفاع من الظلّ المستوى

نقسم مقدار المقياس سواء كان اصابع او اقداما على قطر هذا الظل فيخرج جيب الارتفاع، واذا كان كل واحد من الجيب وقوسه معلوما من الجداول كما تقدم وضعه استغنينا كل وقت عن الامر بتقويس جيب المطلوب مهما علم .

معرفة الظلّ المستوى من الارتفاع

نضرب جيب تمام الارتفاع فى مقدار المقياس ونقسم المجتمع على جيب الارتفاع فيخرج ظلّه .

معرفة الارتفاع من الظلّ المعكوس

نقسم واحدا ابدا على قطر هذا الظل فيخرج جيب تمام الارتفاع، واذا عرف تمام قوس الى التسعين كانت القوس به معلومة .

معرفة الظلّ المعكوس من الارتفاع

نقسم جيب الارتفاع على جيب تمام الارتفاع فيخرج ظلّه المعكوس .

معرفة الظلّ المستوى من ظلّ السلّم

اذا ادير فى سطح الافق على مغرز المقياس و ببعده دائرة و نصب مقياس ثان على تقاطعها مع ظل المقياس الاول اضاء من المقياس الثانى بعضه و اظل بعض، و ذلك اذا اربى الظلّ على مقدار المقياس، و ما اظل من اقسامه يسمى ظل السلّم لانه قبل نصف النهار ينزل الى اسفل

نزول رأس السلّم على الحائط اذا جذب[١] اصله، و بعد نصف النهار يعتلى كذلك فيصعد صعوده اذا رفع نحو اصله، و متى طلب الظلّ المستوى من ظل السلّم عرف ما اضاء من المقياس للثانى عند طرفه وهو ان يلقى ما اظلم منه عند اصله من اثنى عشر، ثم نقسم على الباقى مضروب ظل السلّم فى المقياس و يزاد على ما يخرج اثنا عشر فيجتمع الظل المطلوب، و ان شئنا قسمنا على ما اضاء منه مائة و اربعة و اربعين ابدا فيخرج الظلّ، و قد وضعنا الظل المعكوس فى الجداول بازاء كل ارتفاع .

معرفة الظلّ من قبل الارتفاع بالجدول

فمتى رمنا[٢] تظليل القوس مستويا نقصنا القوس من تسعين وادخلنا الباقى فى سطر العدد و اخذنا ما يقابله من الظل و ضربناه فى اثنى عشر فتجتمع اصابع الظل، و ان بقى معنا من القوس بقية ضربناها فيما يحاذى الظل المأخوذ من الفضل، ثم فى اثنى عشر و زدنا ما اجتمع على ما كان حصل عندنا من الظل، فيكون ظل تلك القوس المستوى .

تدقيق الظل

نحفظ الظل المأخوذ بصحاح اجزاء القوس الباقية من التسعين كما تقدم، ثم نأخذ ما يقابله من التعديل والفضل السابق للفضل المحاذى للمأخوذ، ثم نضرب ما بلغ فى بقية القوس فى التعديل، و نزيد المجتمع على السابق ثم نضرب ما بلغ فى بقية القوس ايضا و نزيد ما اجتمع على الظل المأخوذ و نضرب الجملة فى اثنى عشر، فتجتمع اصابع الظلّ

(١) من ا، ب، ج، ل وفى و: اخذت (٢) ج، ل: اردنا .

المستوى مقربة من التحقيق ما امكن .

و ان اردنا تظليل القوس معكوسا ادخلناها كما هى فى سطر العدد و اخذنا ما يقابلها من الظل، فان بقيت من القوس بقية ضربناها فى الفضل المحاذى للوجود و زدنا المبلغ على الظل المأخوذ، ثم ننظر فان كان فيه شئ من الاجزاء الصحاح حططناه الى الدقائق بالضرب فى ستين و زيادة المجتمع على دقائقه، فيحصل الظل المعكوس المطلوب .

تدقيقه

ندخل القوس المعطاة فى سطر العدد و نأخذ ما بازائها من الظل و نحفظه، و نأخذ ايضا ما بحذائها من التعديل و الفضل السابق للفضل المحاذى، ثم نضرب بقية القوس فى التعديل و نزيد ما اجتمع على السابق و نضرب بقية القوس ايضا فى المبلغ، و نزيد المجتمع على الظلّ المحفوظ و نحطّ اجزاءه الى دقائقه فيحصل الظل المعكوس المقرب .

معرفة الارتفاع من قبل الظلّ بالجدول

اذا اردنا تقويس الظل المستوى ضربناه فى خمس دقائق لينقسم بذلك على اثنى عشر و رفعنا دقائقه بستين الى الاجزاء ان امكن ذلك فيها، ثم ادخلناه فى جدول الظل و اخذنا ما بازائه فى سطر العدد و نقصناه من تسعين فيبقى الارتفاع، و ان بقى من الظل بقية قسمناها على الفضل المحاذى لما وجدناه و زدنا ما يخرج على القوس المأخوذة، ثم القينا الجملة من تسعين فيبقى الارتفاع و هو قوس ذلك الظل .

تدقيقها

نحفظ القوس المأخوذة فى جدول الظل و نأخذ ما يحاذيها من التعديل و الفضل السابق للفضل المحاذى، ثم نضرب بقية الظل فى التعديل و نزيد ما اجتمع على السابق، ثم نقسم ما بلغ بقية الظل ايضا، فما خرج نزيده على القوس المحفوظة و نلقيها من تسعين فيبقى الارتفاع .

و اذا اردنا تقويس الظل المعكوس رفعنا دقائقه الى الاجزاء و ادخلناه فى جدول الظل و اخذنا ما بازائه من القوس فى سطر العدد، فان بقيت من الظل بقية قسمناها على الفضل المحاذى للمأخوذ و زدنا ما يخرج على القوس المأخوذة من السطر، فتكون قوس هذا الظل المعكوس.

تدقيقها

نحفظ القوس المأخوذة ونضرب بقية الظل فى التعديل الذى يحاذيه، و نزيد المبلغ على الفضل السابق للمحاذى و نقسم على الجملة بقية الظل ايضا و نزيد ما خرج على القوس المحفوظة، فتجتمع القوس المطلوبة .

و هذا هو الجداول

جدول الاظلال

سطر العدد	الاظلال: اجزاء	الاظلال: دقائق	الاظلال: ثوانى	الاظلال: ثوالث	الاظلال: روابع	الفضول: اجزاء	الفضول: دقائق	الفضول: ثوانى	الفضول: ثوالث	الفضول: روابع	التعاديل: اجزاء	التعاديل: دقائق	التعاديل: ثوانى	التعاديل: ثوالث	التعاديل: روابع
ا	٠	ا	ب	ن	يز	٠	ا	ب	نب	لو	٠	٠	٠	ب	يط
ب	٠	ب	ه	مب	يح	٠	ا	ب	نز	يب[1]	٠	٠	٠	د	لو
ج	٠	ج	ح	م	ه	٠	ا	ج	د	ز	٠	٠	٠	و	نه
د	٠	د	يا	مد	يب	٠	ا	ج	يج	كا	٠	٠	٠	ط	يد
ه	٠	ه	يد	نز	لج	٠	ا	ج	كد	نح	٠	٠	٠	يا	لز
و	٠	و	يح	كب	لا	٠	ا	ج	لح	نز	٠	٠	٠	يج	نط
ز	٠	ز	كب	ا	كح	٠	ا	ج	نه	كا	٠	٠	٠	يو	كد
ح	٠	ح	كه	نو	مط	٠	ا	د	يد	يد	٠	٠	٠	يح	نح
ط	٠	ط	ل	يا	ج	٠	ا	د	له	لز	٠	٠	٠	كا	كج
ى	٠	ى	لد	مو	م	٠	ا	د	نط	كط	٠	٠	٠	كج	نب
يا	٠	يا	لط	مو	ط	٠	ا	ه	كو	ه	٠	٠	٠	كو	لو
يب	٠	يب	مه	يب	يد	٠	ا	ه	نه	يح	٠	٠	٠	كط	يج
يج	٠	يج	نا	ز	لب[2]	٠	ا	و	كز	يط	٠	٠	٠	لب	ا
يد	٠	يد	نز	لد	نا	٠	ا	ز	ب	يا	٠	٠	٠	لد	نب
يه	٠	يو	د	لز	ب	٠	ا	ز	لط	نح	٠	٠	٠	لز	مز
يو	٠	يز	يب	يز	٠	٠	ا	ح	ك	ن	٠	٠	٠	م	نب
يز	٠	يح	ك	لز	ن	٠	ا	ط	د	ن	٠	٠	٠	مد	٠

(١) من ا، ج وفى و: لب (٢) من ا، ب، ج وفى و: ب.

يح	.	يط	كط	مب	م	.	ا	ط	نب	ز	.	.	.	مز
يط	.	ك	لط	لد	مز	.	ا	ى	مب	مز	.	.	.	ن
ك	.	كا	ن	يز	لد	.	ا	يا	لز	د	.	.	.	ند
كا	.	كج	ا	ند[1]	لح	.	ا	يب	له	ب	.	.	.	نز
كب	.	كد	يد	كط	م	.	ا	يح	لو	نح	.	.	ا	ا
كج	.	كه	كح	و	لج	.	ا	يد	مب	نا	.	.	ا	ه
كد	.	كو	مب	مط	كد	.	ا	يه	نج	ب	.	.	ا	ى
كه	.	كز	نح	مب	كو	.	ا	يز	ز	مح	.	.	ا	يد
كو	.	كط	يه	ن	يد	.	ا	يح	كز	يو	.	.	ا	يط
كز	.	ل	لد	يز	ل	.	ا	يط	نا	مد	.	.	ا	كد
كح	.	لا	ند	ط	يد	.	ا	كا	كا	لب	.	.	ا	كط
كط	.	لج	يه	ل	مو	.	ا	كب	نو	ند	.	.	ا	له
ل	.	لد	لح	كز	م	.	ا	كد	لح	يح	.	.	ا	ما
لا	.	لو	ج	ه	نح	.	ا	كو	كه	ند	.	.	ا	مز
لب	.	لز	كط	لا	مز	.	ا	كح	ك	كه	.	.	ا	ند
لج	.	لح	نز	نب	يب	.	ا	ل	كا	لط	.	.	ب	ا
لد	.	م	كح	يج	نا	.	ا	لب	ل	نح	.	.	ب	ط
له	.	مب	.	مد	مط	.	ا	لد	مح	كج	.	.	ب	يز
لو	.	مج	له	لج[2]	يب	.	ا	لز	يد	كط	.	.	ب	كو
لز	.	مه	يب	مز	ما	.	ا	لط	ن	ا	.	.	ب	له
لح	.	مو	نب	لز	مب	.	ا	مب	له	لح	.	.	ب	مه

(١) من ا، ب، ج، وفى و: لد (٢) من ا، ب، ج وفى و: نج.

لط	٠	مح	له	يج	ك	٠	ا	مه	لب	يا	٠	٠	ب	نو
م	٠	ن	ك	كه	لا	٠	ا	مح	م	كد	٠	٠	ج	ح
ما	٠	نب	ط	كه	نه	٠	ا	نب	ا	كب	٠	٠	ج	ك
مب	٠	ند	ا	كز	يز	٠	ا	نه	له	نط	٠	٠	ج	لد
مج	٠	نه	نز	ج	يو	٠	ا	نط	كه	لا	٠	٠	ج	مط
مد	٠	نز	نو	كح (١)	مز	٠	ب	ج	لا	يج	٠	٠	د	ه
مه	ا	٠	٠	٠	٠	٠	ب	ز	ند	لب	٠	٠	د	كج
مو	ا	ب	ز	ند	لب	٠	ب	يب	لز	و	٠	٠	د	مب
مز	ا	د	ك	لا	لح	٠	ب	يز	م	م	٠	٠	ه	ج
مح	ا	و	لح	يب	يح	٠	ب	كج	ز	يو	٠	٠	ه	كو
مط	ا	ط	ا	يط	لد	٠	ب	كح	نط	يد	٠	٠	ه	نا
ن	ا	يا	ل	يح	مح	٠	ب	له	يط	٠	٠	٠	و	يط
نا	ا	يد	ه	لز	مح	٠	ب	مب	ط	لد	٠	٠	و	ن
نب	ا	يو	مز	مز	كب	٠	ب	مط	لد	يح	٠	٠	ز	كد
نج	ا	يط	لز	كا	م	٠	ب	نز	لو	مط	٠	٠	ح	ب
ند	ا	كب	لد	نح	كط	٠	ج	و	كا	ل	٠	٠	ح	مد
نه	ا	كه	ما	يط	نط	٠	ج	يه	نج	ى	٠	٠	ط	لا
نو	ا	كح	نز	يج	ط	٠	ج	كو	يز	مب	٠	٠	ى	كد
نز	ا	لب	كج	ل	نا	٠	ج	لز	ما	كج	٠	٠	يا	كج
نح	ا	لو	ا	يب	يد	٠	ج	ن	يب	ط	٠	٠	يب	ل
نط	ا	لط	نا	كد	كج	٠	د	ج	نح	له	٠	٠	يج	مو

(١) من ا ، ب ، ج وفى و : لا (٢) من ا ، ب ، ج وفى و : كز .

س	ا	يج	نه	كب	نح	٠	د	يط	يا	يط	٠	٠	يه	يب
سا	ا	مح	يد	لد	يز	٠	د	لو	ب	لط	٠	٠	يو	نا
سب	ا	نب	ن	لو	نو [1]	٠	د	ند	مو	نو	٠	٠	يح	مد
سج	ا	نز	مه	كج	نب	٠	ه	يه	ما	مو	٠	٠	ك	ند
سد	ب	ج	ا	ه	لح	٠	ه	لط	كز	نه	٠	٠	كج	مو
سه	ب	ح	م	لج	لج	٠	و	ه	ى	كا	٠	٠	كه	مب
سو	ب	يد	مه	مج	ند	٠	و	له	ك	كز	٠	٠	ل	ى
سز	ب	كا	كا	د	كا	٠	ز	ط	يد	كا	٠	٠	لج	نج
سح	ب	كح	ل	يح	مب	٠	ز	مح	٠	كح	٠	٠	لح	مو
سط	ب	لو	يح	يط	ى	٠	ح	لب	له	نو	٠	٠	مد	له
ع	ب	مد	ن	نه	و	٠	ط	كد	يد	كا	٠	٠	نا	لح
عا	ب	ند	يه	ط	كز	٠	ى	كد	ل	يج	٠	ا	٠	يه
عب	ج	د	لط	لط	م	٠	يا	له	كد	له	٠	ا	ى	ند
عج	ج	يو	يه	د	يه	٠	يب	نط	لز	يط	٠	ا	كد	يب
عد	ج	كط	يد	ما	لد	٠	يد	م	ما	كج	٠	ا	ما	د
عه	ج	مج	نه	كب	نز	٠	يو	مج	كه	مب	٠	ب	ب [2]	مد
عو	د	٠	لح	مح	لط	٠	يط	يد	ل	ب	٠	ب	لا	د
عز	د	يط	نج	يح	ما	٠	كب	لج	كا	ط	٠	ج	يح	نا
عح	د	مب	كو	لط	ن	٠	كو	يج	مج	لز	٠	د	م	كب
عط	ه	ح	م	كج	كز	٠	لا	لو	يج	ما	٠	ه	كب	ل
ف	ه	م	يو	لز	ح	٠	لح	لب	نب	نح	٠	و	نو	لط

(١) من ا ، ب د ى و : نز (٢) من ا ، ج د ى و : كب .

فا	و	يح	مط	ل	و	.	يح	ه	ن	د	.	ط	لب	نز	و
ب	ز	و	نه	ك	ى	ا	ا	مد	يح	يح	.	يج	لح	كح	يد
ج	ح	ح	لط	لح	كح	ا	كب	يب	د	ز	.	ك	كز	مه	مط
د	ط	ل	نا	مب	له	ا	ند	نو	كط	لو[1]	.	لب	مد	كه	كط
ه	يا	كه	مح	يب	يا	ب	نب	يد	يا	كب	.	نز	يز	ما	مو
و	يد	يح	ب	كج	لج	د	مو	مط	مب	ا	ا	ند	له	ل	لط
ز	يط	د	نب	ه	لد	ط	لج	يح[2]	لا	لز	د	مو	كح	مط	لو
ح	كح	لح	ى	لز	يا	كح	لط	يج	كد	م	يط	ه	ند	نج	ج
ط	نز	يز	كد	ا	نا	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
س	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

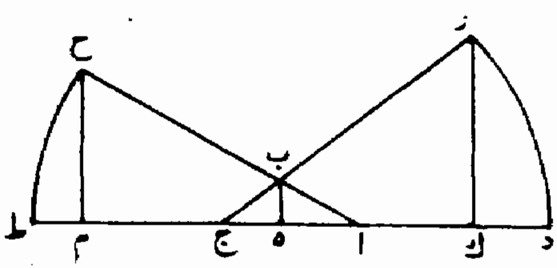
(١) من ا، ب وفى و: ز (٢) من ا، ب، ج وفى و: ح.

و لنقدم

و لنقدم لايضاح ما ذكرنا من الاعمال مقدمة و ان لم تكن الحاجة اليها فى هذا الموضع فى غاية الاضطرار، فانها نافعة فى ابواب أخر بعده، و هى : ان اضلاع المثلث المستقيم الخطوط تتناسب على نسب ما بين جيوب الزوايا التى تقابلها كل واحدة و نظيرها .

(١) فليكن مثلث : ا ب ج ، مستقيم الاضلاع، اقول ان نسبة ضلع : ا ب ، الى ضلع : ب ج ، كنسبة جيب زاوية : ا ج ب ، الى جيب زاوية : ب ا ج .

فلنخرج اضلاع المثلث على استقاماتها و ندير على مركز : ا ، و ببعد الواحد الذى فرضناه لنصف القطر فى الجيوب ما يقع بين خطى : ا ب ، ا ج ، من الدائرة، و ذلك قوس : ح ط ، فمعلوم انها بمقدار زاوية : ب ا ج ، و جيبها : ح م ، جيب هذه الزاوية، ثم ندير على مركز : ج ، و ببعد الواحد ايضا قوس : ز د ، فيكون : ز ك ، جيبها جيب زاوية : ب ج ا ، ثم ننزل على : ا ج ، عمود : ب ه ، فلتشابه مثلثى : ا ب ه ، ا ح م ، نسبة : ا ب ، الاول الى : ب ه ، الثانى كنسبة : ا ح ، الخامس



(٢١)

الى : ح م ، السادس، و ايضا فلتشابه مثلثى : ج ب ه ، ج ز ك ، نسبة : ب ه ، الثانى الى : ب ج ، الثالث كنسبة : ز ك ، الرابع الى : ز ج ، المساوى لـ : ا ح ، الخامس، فبالمساواة فى النسبة المضطربة نسبة : ا ب ،

(١) ابتداء شكل : ٢١ .

الاول الى : ب ج ، الثالث كنسبة : ز ك ، الرابع الى : ح م ، السادس و ذلك ما اردنا تقديمه .

(١) ثم لنعد من الشكل المتقدم ما يحتاج اليه و نقول فى قطر الظل انه فى المستوى : ه ع ، القوى على : ه ك ، ك ع ، و الاعداد المزيدة على مربع ظل : ك ع ، هى لمربع مقياس : ه ك ، قد اختلفت باختلاف تقسيمه .

و اذا كان الظل معطى و المطلوب ارتفاعه الذى هو : ا س ، كانت نسبة : ع ه ، الى : ه ك ، كنسبة جيب زاوية : ه ك ع ، القائمة وجيبها نصف القطر الى جيب زاوية : ك ع ه ، المساوية لزاوية : س ه ا ، الخارجة ، و زاوية : س ه ا ، بقدر قوس : ا س ، فهى معلومة ، و ان شئنا انزلنا جيب : س ط ، فكانت نسبة : ع ه ، الى : ه ك ، كنسبة : ه س ، الى : س ط .

و فى عكسه اذا كان المعطى ارتفاع : ا س ، و المطلوب : ك ع ، ظله كانت نسبة : ه ك ، الى : ك ع كنسبة جيب زاوية : ك ع ه ، الى جيب زاوية : ع ه ك ، اعنى نسبة : س ط ، الى : ط ه .

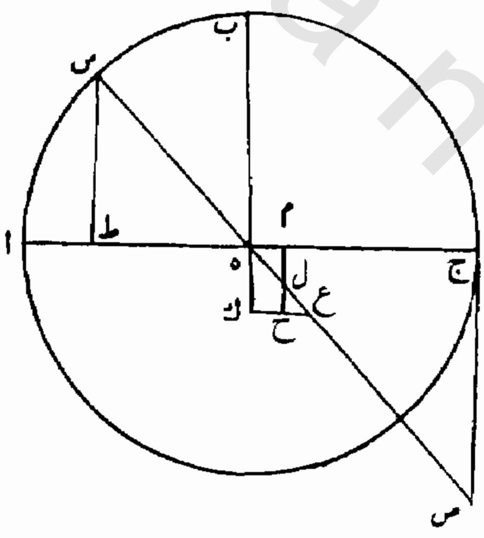
فان كان المعطى ظلا معكوسا و ليكن : م ل ، و اريد ارتفاعه فاما ان يحول الى المقدار الذى به : ه م ، واحد و اما ان يكون : ج ص ، و ذلك سواء و نسبة : ص ه ، قطر الظل الى : ه ج ، المقياس اعنى نسبة : ل ه ، الى : ه م ، كنسبة جيب زاوية : ه ج ص ، القائمة الى جيب زاوية :

(١) ابتداء شكل : ٢٢ .

ه ص ج ، اعنى نسبة : س ه ، الى : ه ط ، جيب تمام الارتفاع ، و ايضا فان نسبة : ه ص ، الى ظل : ص ج ، كنسبة : ه س ، الى : س ط ، جيب الارتفاع .

و فى عكسه اذا اعطينا ارتفاع : ا س ، و اريد ظله المعكوس كانت نسبة : س ط ، الى : ط ه ، كنسبة : ص ج ، الى : ج ه ، فكان : ص ج ، بها معلوما .

و لظلّ السلّم نخرج : م ل ، على استقامة حتى يحصل منه و من : ك ع ، مربع : م ه ، ك ح[1] ، و هو الذى يعمل على ظهور الاسطرلابات ، و : ه ك ، هو المقياس المركوز فى وسط الدائرة ، و : م ح ، المقياس الثانى المنصوب على محيطها و : ح ل ، منه شطره المظلم ، و : م ل ، باقيه المضىء ، و معلوم ان ظلّ السلّم معدوم ما دام : ل[2] ، فيما بين نقطتى : ك ح ، على الارض فاذا حصلت



(٢٢)

على جدار : ح م ، كان ظلّ السلّم حينئذ : ح ل ، و لتشابه مثلثات : ه ك ع ، ه م ل ، ل ح ع ، نسبة : ه م ، الى : م ل ، كنسبة : ح ع ، الى : ل ح ، فاذا صار : ع ح ، معلوما زيد عليه : ك ح ، المساوى للمقياس ، فاجتمع ظلّ : ك ع ، و ايضا فان نسبة : ل م ، الى : م ه ، كنسبة : ه ك ،

(١) ا ، ب ، ج : ك ع (٢) من ا ، ب ، ج د فى و : د ل .

الى : ك ع ، فالمقياس اذن واسطة فيما بين : ل م ، باقى ظلّ السلّم و بين ظل : ك ع ، المطلوب، و لهذا يثبت مربع المقياس على ظهر الاسطرلاب فى وسط اللبنة المربعة ليقسم على : م ل ، فيخرج ظل : ك ع .

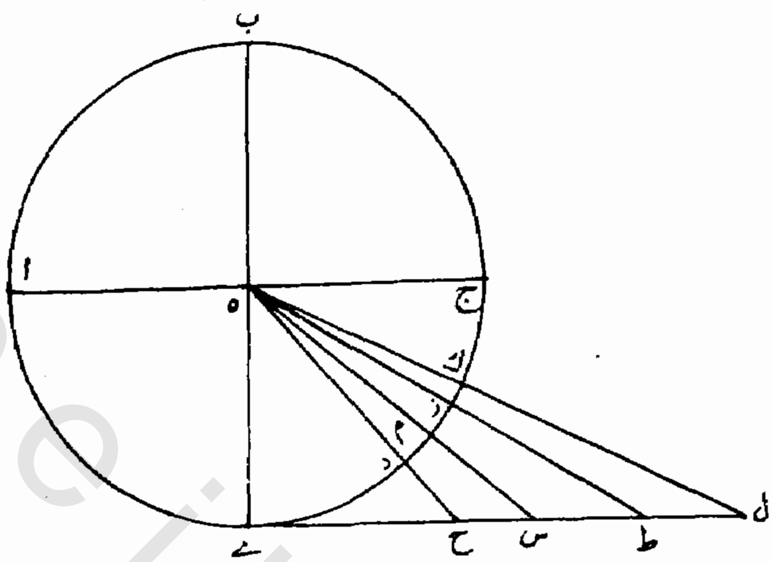
(١) ثم لنفرض قسيّ : ى د ، ى ز ، ى ك ، و هى نظائر تمامات الارتفاع متساوية التفاضل لتكون الارتفاعات كذلك، و يكون : ى ح ، ح ط ، ط ل ، فضول اظلال : ى ح ، ى ط ، ى ل ، التى لها ، فاقول انها مختلفة .

برهانه : ان : ه ح ، يقوى على : ه ى ، ى ح ، فهو أعظم من : ه ى ، و : ه ط ، يقوى على مايقوى عليه : ه ح ، وزيادة مربع : ط ح ، مع ضعف ضرب : ط ح ، فى : ح ى ، فـ : ه ط ، اعظم من : ه ح ، و لمثله يكون : ل ه ، اعظم من : ط ه ، وفى مثلث : ى ه ط ، قسمت زاوية : ط ه ى ، بنصفين ، فنسبة : ى ح ، الى : ح ط ، على نسبة : ى ه ، الى : ه ط ، الاعظم منه ، فـ : ح ط ، اذن أعظم من : ح ى ، وكذلك فى مثلث : ح ه ل ، ينصف : ه ط ، زاوية : ح ه ل ، فيصير : ل ط ، أعظم من : ط ح .

و على هذا القياس فيما بعده اختلاف فضول اظلال القسيّ المتساوية التفاضل و هو يعظم جدا فيما طال من اظلال ، و لأجله كره استعمال المستوى من نوعه فيما قصر قوسه عن ثمن الدور و المعكوس فيما زاد عليه ، و لكن من الواجب ان نقيّد هذه الكراهة بالجدول دون

(١) ابتداء شكل : ٢٣ .

الحساب



(٢٣)

الحساب المؤدّى الى الجيوب وان لا يطلق هذا الاطلاق، ولأن الاظلال تابعة للجيوب فى افتقار الصناعة اليها فانا سلكنا فى استعمالها المسلك المتقدم فى تدقيق الجيوب وان كان مثله فى جميع الجداول واجبا، ولكنه فوّضناه الى العامل العالم بان الفضول هى فضل ما بين كل موضوعين بحيال قوسين فى سطر العدد من المطلوبات، وان التعديل هو فضل ما بين الفضل المحاذى وبين الفضل السابق، فاذا استعمله فى جميع الجداول وخاصّة فيما عظم التفاوت بين فضولها جرى على ما قدّمناه اذا تولّاه .

ولأن الظلّ الواحد بعينه فى القدر يكون مستويا لقوس ثم معكوسا لتمامها اعنى ان : ى ط ، مثلا ظل مستو لتمام قوس : ى ز ، وذاك هو الارتفاع اذا كان : ب ، سمت الرأس، و: ى ل ، موازيا للافق، و: ى ط ، بعينه ظل معكوس لقوس : ى ز ، وهى الارتفاع اذا كان : ا ، سمت الرأس، و: ى ل ، قائما على سطح الافق . واذا كان ذلك كذلك علم ان سطر العدد هو للقسىّ المبتدئة من عند : ى، نحو : ج ، وليكن للمثال فيه قوس : ى ز ، فالظل الموضوع بازائها

هو : ى ط ، فهو مستو لقوس : ج ز ، و معكوس لقوس : ى ز .

و لتظليل نفرض نهاية القوس : م ، و نخرج : ه م س ، فيكون: ى س ، ظل هذه النهاية ان كان مستويا، فلقوس : ج م ، لكن الموضوع فى الجدول هو الاظلال المعكوسة، فاذا القينا : ج م ، من التسعين بقى: ى م ، و ظلها المعكوس: ى س ، فالموجود بحيال قوس : ى د ، هو ظل : ى ح ، ثم تحتها بحيال قوس : ى ز ، ظل : ط ى ، و نحتاج الى استخراج ظل : س ى ، منهما فبالعمل المشهور توجد نسبة : د م ، بقية القوس الى: د ز ، كنسبة : ح س ، الى : ط ح ، فضل مابين الظلّين، فلهذا نضرب : دم ، فى : ط ح ، الفضل الموضوع حذاء : ى د ، و نستغنى عن القسمة على: د ز ، لأنه بالفرض واحد، و اذا زيد : ح س ، على : ى ح ، اجتمع : س ى ، المطلوب لو كان ما خرج هو: ح س ، لكنا قلنا ان فضول الاظلال لاتناسب فضول القسى لما بيّنّا اختلافها فليس ما خرج به .

فان اردنا التدقيق احتجنا الى مقدار يزيد على : ى ح ، السابق و ينقص عن : ط ح ، المحاذى، و نسبة : د م ، الى : د ز ، كنسبة حصّة: د م ، من الزيادة الى جميعه وهو التعديل الموضوع بازاء : ى د ، لأنه فضل ما بين فضلى : ى ح ، ط ح ، فاذا حصل ذلك المقدار بهذه النسبة ضرب فيه : د م ، بقية القوس، و استغنى ايضا عن القسمة على : ز د ، فكان ذلك الخارج اقرب الى حقيقة : ح س ، مما كان خرج اوّلا بالعمل المشهور .

ثم الاجزاء فى الظل هى تضاعيف المقياس فاذا ضربت فى اثنى عشر صارت

صارت من جنس اصابع الظل .

و تقويس هذا الظل المستوى بعد تحويله الى جنس المعكوس نأخذ نصف سدسه اعنى بالضرب فى خمس دقائق، و ليكن ما حصل مقداره فى المثال : س ى ، فاذا ادخلناه فى جدول الظل لم نجد فيه الآ مقدار : ى ح ، بازاء قوس : ى د ، المأخوذة من سطر العدد و تكون بقية الظلّ : ح س .

فبالعمل المشهور نسبة : ح س ، الى : ح ط ، كنسبة : م د ، الى : ز د ، فاذا زيد : م د ، على قوس : ى د ، حصل قوس : ى م .

فان قصدنا طريق التدقيق احتجنا الى مقدار يتوسط فضلى : ح ى ، ح ط ، لأن : ح س ، اقرب الى : ى ح ، الاقرب مما معنا بما هو اقل منه ، و هو الملتقى و القوس المحفوظة هى : ى د ، و بازائها فضل : ط ح ، المحاذى و سابقه : ى ح ، و فى جدول التعديل فضل ما بينهما و نسبة : ح س ، بقية الظل الى : ط ح ، كنسبة حصة النقصان الى التعديل ثم بحصول المقدار المتوسط تستخرج قوس : د م ، و نزيدها على المحفوظة فتجتمع قوس : ى م ، لكن الظل مستو ، و اذا انعكس كان لتمام القوس فضل : ى س ، المستوى هو لقوس : ج م ، فلذلك وجب القاء قوس : ى م ، الحاصلة من تسعين ليبقى تمامها .

فاما تظليل القوس معكوسا فان القوس هى : ى م ، الموضوعة فى سطر العدد فالذى نجده بازاء صحاحها هو ظل : ى د .

فعلى الطريق المشهور توجد نسبة : د م ، بقية القوس الى : د ز ،

كنسبة : ح س ، الى : ط ح ، فـ : ط ح ، موضوع بازاء : ى د .

و عند قصد التدقيق نحتاج الى المقدار المتوسط فيما بين : ى ح ، ح ط ، لكن الموضوع بازاء قوس : ى د ، هو فضل : ح ط ، وسابقه : ى ح ، و التعديل بحياله هو فضل ما بين : ى ح ، ح ط ، ثم استخراج المتوسط و : ح س ، منه على مثل ما تقدّم معلوم .

و اما تقويس هذا الظل المعكوس اعنى : س ى ، فانا نأخذ بظل : ى ح ، قوس : ى د ، من سطر العدد و هى المحفوظة و يبقى من الظل : ح س .

و العمل المشهور فيه توجد نسبة الى : ح ط ، كنسبة : د م ، الى : د ز ، و يزاد : د م ، على : ى د ، فتجتمع قوس : ى م .

فان قصدنا للتدقيق المقدار المتوسط بين : ى ح ، ح ط ، كان السابق : ى ح ، و التعديل فضل ما بين : ى ح ، ح ط ، فمنهما يستخرج المتوسط و منه : د م ، فاذا زيد على القوس المحفوظة اجتمع قوس : ى م ، التى لظل : ى س ، المعكوس .

تعميم العمل المدقق فى جميع الجداول

و لكى يكون هذا التدقيق فى جميع الجداول ممكنا بالعموم نأخذ مما عندنا من الحصة ما بحيالها فى الجدول المقصود و نحفظه ، ثم نأخذ ما بحذاء ما ينقص عن الحصة بجزء واحد و نأخذ فضل ما بينه و بين المحفوظ و هو السابق ، و نأخذ ايضا ما بحذاء ما يزيد على الحصة بجزء

و احد

واحد و نأخذ فضل ما بينه و بين المحفوظ فيكون الفضل، ثم نضرب كسور الحصة التى بقيت معنا فى الفضل بين السابق و بين الفضل و ننظر فان كان السابق اقل من ذلك الفضل زدنا المجتمع على السابق، و ان كان السابق اكثر من الفضل نقصنا المجتمع من السابق، فيحصل السابق المعدل، و حينئذ نضرب فيه كسور الحصة و نزيد المجتمع على المحفوظ ان كان المحاذى للزائد جزءا اكثر من المحفوظ، و ننقصه منه ان كان اقل، فيحصل المأخوذ من الجدول بالتدقيق .

الباب التاسع فى الشكل القطّاع الكرى والنسب الواقعة بين جيوبه

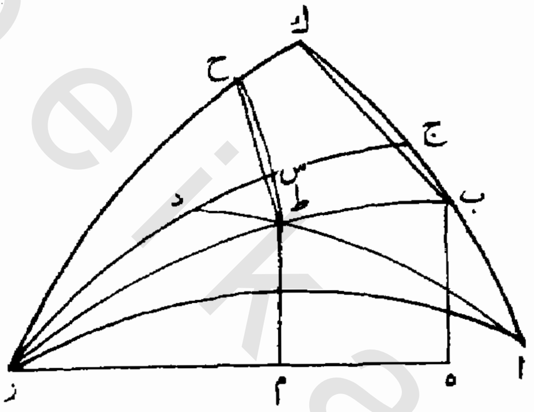
استعمال البسائط اسهل من استعمال المركبات، و لهذا نعدل عن النسب المؤلفة الى التى منهما تألفت، و لا نذكرها فيما نحن فيه الّا بسيطة و ان كان كل واحد من الامرين بالتحقيق راجعا الى الآخر .

(١) فليكن قطاع : ا ج، ز ط، من ارباع دوائر عظام مركبا، فاقول ان نسبة جيب : د ط، فيه الى جيب : ط ز، كنسبة جيب : ج ب، الى جيب : ب ز .

و ليكن للبرهان على ذلك مركز الكرة : ه، و نصل : ب ه، ه ز، و نخرج : ا ب ج، على استدارتها حتى يساوى : ج ك، ب ج، و نخرج ربع دائرة : ز ح ك، و ندير على قطب : ز، و ببعد : ز ط، مدار :

(١) ابتداء شكل : ٢٤ .

ط س ح ، و نصل : ب ك ، ط ح ، و نخرج : ط م ، على موازاة : ب ه ، فيكون : م ، مركز مدار : ط س ح ، ط م ، نصف قطره ، و لتشابه قوسى : ب ج ك ، ط س ح ، تكون نسبة : ه ب ، الى نصف وتر : ب ك ، كنسبة : م ط ، الى نصف وتر : ط ح ، لكن نصف وتر : ب ك ، هو جيب : ب ج ، و نصف وتر : ط ح ، جيب قوس : ط د ، و نصف قطر المدار يكون جيب تمام بعده عن الدائرة العظمى التى توازيه ، و بعد هذا المدار : ب ط ، فـ : ط م ، اذن جيب : ز ط ، فنسبة : م ط ، جيب : ز ط ، الى نصف : ط ح ، جيب : ط د ، كنسبة : ه ب ، جيب : ز ب ، الربع الى نصف : ب ك ، جيب : ب ج ، و ذلك ما اردناه .



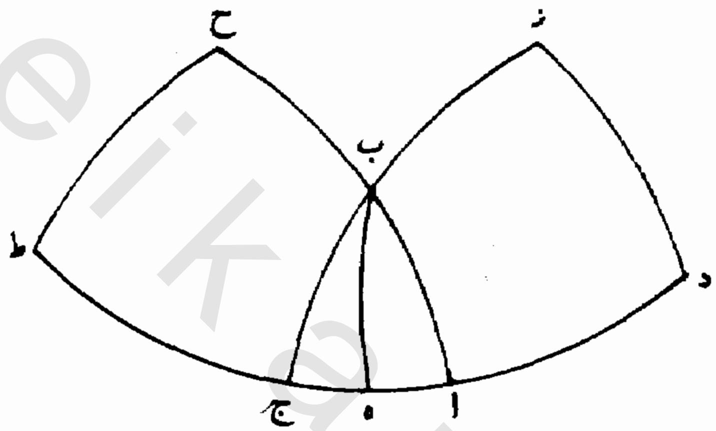
(٢٤)

ثم نقول ان الامر فى المثلثات الكائنة من قسىّ دوائر عظام مشاكل لما قدّمناه فى المثلثات المستقيمة الأضلاع ، و ذلك ان جيوب أضلاع هذه القسىّ تتناسب كتناسب جيوب الزوايا التى تقابلها كل واحد لنظيره .

(١) مثاله فى مثلث : ا ب ج ، و أضلاعه من دوائر عظم ان نسبة جيب : ا ب ، الى جيب : ب ج ، كنسبة جيب زاوية : ج ، الى جيب زاوية : ا .

(١) ابتداء شكل : ٢٥ .

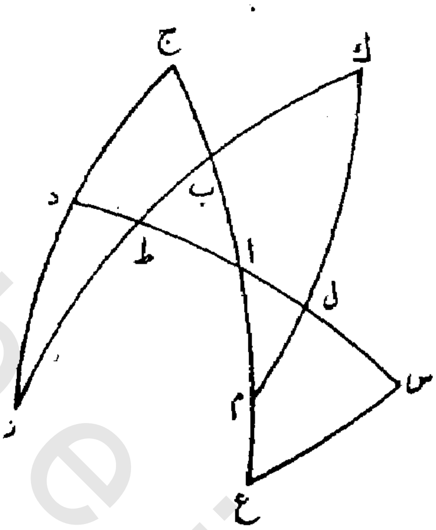
برهانه : انا نتم كل واحد من : ا ح ، ا ط ، ج د ، ج ز ، ربع دائرة و ندير على قطبى : ا ، ج ، و ببعد ضلع المربع قوسى : ح ط ، ز د ، فتكونا بقدر الزاويتين المذكورتين، و ننزل : ب ه ، من دائرة عظيمة قائمة على : ا ج ، فبحسب ما تقدّم تكون نسبة جيب : ا ب ، الى جيب : ب ه ، كنسبة جيب : ا ح ، الربع الى جيب : ح ط ، و نسبة جيب : ب ه ، الى جيب: ب ج ، كنسبة جيب : د ز ، الى جيب : ز ج ، الربع ، فبالمساواة فى النسبة المضطربة نسبة جيب : ا ب ، الى جيب : ب ج ، كنسبة جيب : د ز ، مقدار زاوية : ج ، الى جيب : ح ط ، مقدار زاوية : ا .



(٢٥)

(١) و لنعد قطاع : ا ج ز ط ، و مداره على أضلاع مثلث : ا ب ط ، و زواياه ، و ذلك أن : ب ج ، تمام ضلع : ا ب ، و : ط د [٢] ، تمام ضلع : ا ط ، و : ط ز ، تمام ضلع : ب ط ، و : ج د ، مقدار زاوية : ا ، و : د ز ، تمامه ، و نخرج قسىّ القطاع على استداراتها و ندير على قطب : ط ، و ببعد ضلع المربع قوس : ك ل م ، و على قطب : ا ، كذلك قوس : س ع ، فتساوى : ج د ، و قد تقرّر ان نسبة جيب : ا ط ، الى جيب : ط ب ،

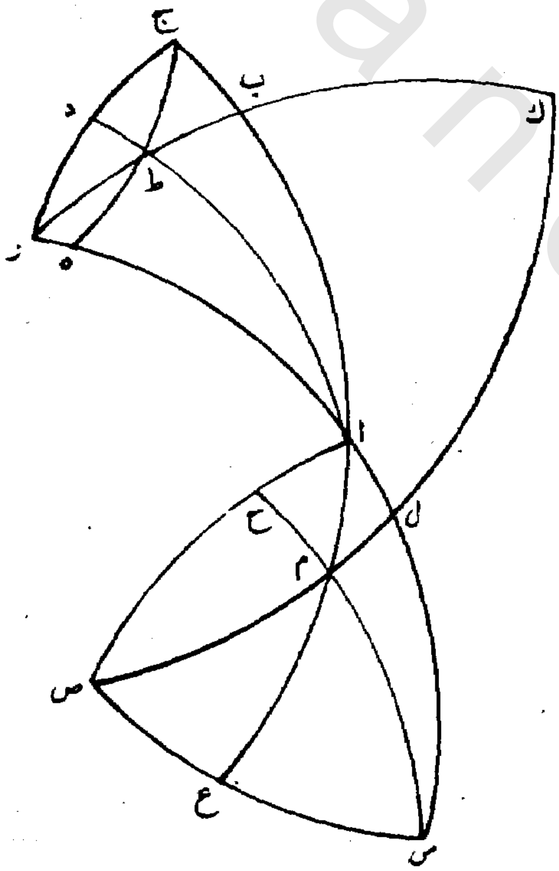
(١) ابتداء شكل : ٢٦ (٢) ج : ط ك .



(٢٦)

كنسبة جيب : ا د ، الى جيب : دج ، وكذلك نسبة جيب : ا م ، الى جيب : م ل ، كنسبة جيب : اع ، الى جيب : ع س ، التى هى النسبة الاولى ، فنسبة جيب : ا ط ، اذن الى جيب : ط ب ، كنسبة جيب : ا م ، الى جيب : م ل .

(١) واذا نقل هذا الحكم الى القطّاع الاول كانت نسبة جيب : ا ط ، الى جيب : ا ب ، كنسبة جيب : ط ز ، الى جيب : ز د ، اعنى كنسبة جيب تمام الضلع الثالث الى جيب تمام الزاوية التى تقابله ، وايضا فان نسبة جيب تمام اصغرهما وهو : اب ، الى جيب تمام أعظمهما وهو : اط ، كنسبة جيب الربع الى جيب تمام الضلع الثالث ،



(٢٧)

(١) ابتداء شكل : ٢٧ .

و ذلك

وذلك لأن نسبة جيب : ب ج ، الى جيب : ط د [١] كنسبة جيب : ب ز ، الربع الى جيب : ط ز ، وفى قطاع : اج ز ط ، اذا ادرنا على قطب : ج ، وبعد ضلع المربع ربع دائرة : ا ز [٢] ، وانزلنا : ج ط ه ، من دائرة عظيمة كانت نسبة جيب : اب ، الى جيب : ب ج ، كنسبة جيب : ط ه ، ويسمى موسطا الى جيب : ط د ، لأن كل واحدة من نسبتى جيب : اب ، الى جيب : ط ه ، وجيب : ب ج ، الى جيب : ط ه ، هى نسبة جيب : ب ز ، الى جيب : ط ز ، فلتساوى النسبتين اذا بدّلنا تحصل النسبة التى ذكرنا .

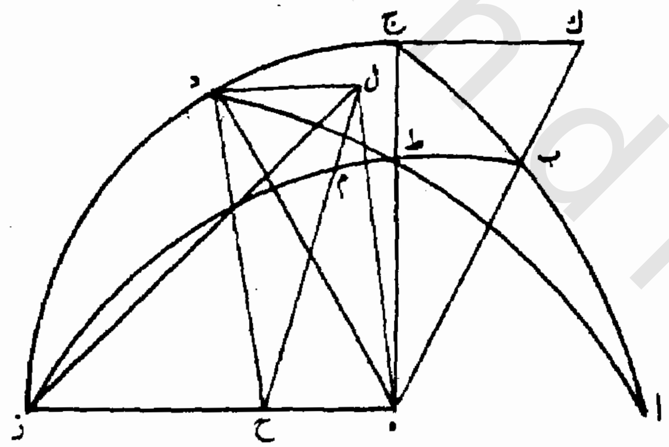
فاما ان رمنا نسبة جيب : اط ، الى جيب : ط د [٣] ، فانا نتم لها القطاع الثالث ، وهو : اس ، ص م ، وندير على قطب : س ، وببعد ضلع المربع ربع : اص ، ونخرج : س م ح ، فلما تقدّم تكون نسبة جيب : س ل ، الى جيب : ل ا ، كنسبة جيب : ع م ، الى جيب : م ج ، لكن كل قوسين فى هذه القطّاعات على طرفى ثالثة ، وجميعها من دائرة واحدة فانهما متساويتان ، وكل واحدة منها تمام للمتوسطة بينهما ، فقوس : س ل ، لذلك مساوية لقوس : اط ، وقوس : ل ا ، مساوية لقوس : ط د ، كما أنَ قوس : م ع ، مساوية لقوس : اب ، فنسبة جيب : اط اذاً الى جيب : ط د ، كنسبة جيب : اب ، الى جيب موسط : م ح ، وذلك ما اردناه .

---

(١) ا ، ج ، ل : ط ك (٢) من ا وفى و ، ج : اد (٣) ج ، ل : ط ه .

الباب العاشر فى النسب الواقعة فى القطّاع بين الجيوب و الأظلال

(١) نعيد قطّاع : ا ج ز ط ، و نقول ان نسبة جيب : ز د[٢] ، فيه الى جيب : ز ج ، الربع كنسبة ظل : د ط ، الى ظل : ب ج ، المعكوسين ، و ليكن مركز الكرة : ه ، و نصل : ج ه ، د ه ، فهما فى سطح دائرة : ز د ج ، و سطحا دائرتى : ا ج ، ا د ، قائمان عليه ، فنقيم عمودى : ج ك ، د ل ، على سطح دائرة : ز د ج ، و نخرج : ه ب ك ، ه ط ل[٣] ، فمعلوم ان : ج ك ، يكون ظلّ : ب ج ، المعكوس و ان : ل د ، ظلّ : د ط ، كذلك معكوسا ، و هما بالضرورة متوازيان ، فنخرج : د ح ، موازيا لـ : ج ه ، ولامحالة انه يقوم على : ه ز ، مقام : د ه ، عليه ويكون لذلك جيب القوس : ز د ، ولتوازى ضلعى : ه ج ، ح د ، يتوازى



(٢٨)

سطحا المثلثين ، و قد قطعهما سطح دائرة : ز ط ب ، على : ل ح ، ك ه ، و هما متوازيان والمثلثان لذلك متشابهان ، فنسبة : د ح ، جيب قوس : د ز ، الى : ه ج ، جيب قوس : ز ج ، كنسبة : ل د ، ظل قوس : د ط ، الى ك ج ظل قوس : ج ب ، و ذلك ما اردناه .

(١) ابتدا. شكل : ٢٨ (٢) ا ، ب ، ج ، ل : ب ج (٣) كذا فى جميع الاصول .

و مقادير

(١) و مقادير: ز د، ز ج، ط د، ب ج، تكون فى القطاع الثالث: ص ع، ص س، ا ل، ا م، و تكون نسبة جيب: ص ع، الى جيب: ص س، كنسبة ظلّ: ا ل، الى ظلّ: ا م، و هذا الظل هو المعكوس، و نطلق ذكره لأنا لا نستعمل فى الحسابات غيره و ان كان المستوى لتمامات تلك القسىّ يقوم مقامه الآ ان المقصور على القسى انفسها دون تماماتها اولى .

و اذا نقلنا هذا الحكم الى القطاع الاول كانت نسبة جيب: ز د، الى جيب: ز ج، كنسبة ظلّ: ا ب، الى ظلّ: ا ط، و ان اتممنا القطاع الرابع اوجيب هذه المقادير فيه قضية: اذا نقلت الى الاول كانت فيه نسبة جيب: د ز، الى جيب: ط ز، اعنى نسبة جيب: ا ب، الى جيب: ا ط، كنسبة ظل: ا ز[2]، الى جيب الربع[3] .

و اما فى المثلث القوسى بالاطلاق فيلزم فيه من شكله المتقدم ان نسبة جيب: ا ه، الى جيب: ه ج، كنسبة: ظل زاوية: ا، الى ظلّ زاوية: ج، و ذلك ما اردنا الابانة عنه .

تمت المقالة الثالثة من القانون المسعودى[4]

---

(١) راجع شكل: ٢٧ (٢) ا، ل: الرابع (٣) من ل، وفى و: اد (٤) زيادة فى د، ا: بحمدالله و عونه و صلى الله على محمد وآله و سلم لثلاث بقين لربيع الاول سنة خمس و سبعين و اربع مائة للهجرة، و الحمد لله حمدا كثيرا بلا نهاية ولا غاية .