تعیین بُعد بین المرکزین و الأوج

ابوالفضائل علامه حسن‌زاده آملی

عنوان کتاب: تعیین بعد بین المرکزین و الأوج

پدیدآور[ان]: حسن زاده آملی، حسن

نام ناشر: الف . لام . میم

جلد[ها]: 1

نام و نام خانوادگی کاربر: شهاب شیرزهی

منبع: noorlib.ir کتابخانه دیجیتالی نور

تاریخ دانلود: 1402/6/22

تعداد صفحات دانلود شده: 124

بسم الله الرحمن الرحیم

مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی

تعیین بُعد بین المرکزین و الأوج

مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی

ابوالفضائل علامه حسن زاده آملی

سر شناسه: حسن زاده آملی ، حسن ، ۱۳۰۷ ـ
عنوان و نام پدیدآور: تعیین بعد بین المرکزین و الاوج / حسن حسن‌زاده آملی.
مشخصات نشر: قم: الف.لام.میم، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری: ۱۲۸ ص. : مصور ، جدول
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۸۹۴-۰۳-۱
وضعیت فهرست نویسی: بر اساس اطلاعات فیپا
یادداشت: به ضمیمه چاپ عکسی از فصل پنجم و ششم
از «تذکره» خواجه نصیر الدین طوسی با شرح خفری و عبدالعلی بیرجندی
یادداشت: اثر حاضر شرحی است بر فصل چهارم از مقاله سوم از «تحریر مجسطی»
نوشته کلاودیوس بطلمیوس
یادداشت: واژه‌نامه
یادداشت: نمایه
موضوع: نجوم اسلامی
موضوع: بطلمیوس ، کلاودیوس ، ش . قرن ۲ م. المجسطی ـ نقد و تفسیر
شناسه افزون: بطلمیوس ، کلاودیوس ، ش . قرن ۲ م. المجسطی ـ برگزیده . شرح
شناسه افزون: نصیر الدین طوسی ، محمد بن محمد ، ۵۹۷ ـ ۶۷۲ ق. التذکره
شناسه افزون: خفری ، محمد بن احمد ، ـ ۹۵۷ ق. شارح
شناسه افزون: بیرجندی ، عبدالعلی بن محمد ، ـ ۹۳۴ ق. شارح
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۴ ۷ت ۵ ح / ۸ / ۲۳ BP
رده‌بندی دیویی: ۵۲۰
شماره کتاب‌شناسی ملی: ۳۸۶۲۴۲۷

تعیین بُعد بین المرکزین و الاوج

مؤلف: ابوالفضائل علامه حسن‌زاده آملی
ناشر: الف.لام.میم
قطع: رقعی
تاریخ چاپ: ۱۳۹۴
نوبت چاپ: اول
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۱۰۰۰۰ تومان
حقوق چاپ و نشر محفوظ است.
نقل بخش‌هایی از متن با ذکر منبع بلامانع است.

الف.لام.میم
تلفن: ۰۹۱۹۶۹۱۷۷۴۸
Email: RR.۰۹۱۹۶۹۱۷۷۴۸@Gmail.com

آثار مکتوب اندیشمندان و بزرگان عرصه‌ی علم و دین، میراث جاودانی است تا جان‌های آماده و پذیرا از این خوان گسترده بهره گیرند.

اینک آن‌چه پیش روی فرهیختگان است، رساله‌ی گران‌قدر «تعیین بُعد بین المرکزین و الأوج» حضرت علامه حسن‌زاده‌ی آملی *مدظله العالی* است.

برای آن‌که همگان از این مأدبه‌ی الهی بهره‌مند شوند، هر جا نیاز به ترجمه بود، به پارسی برگردانده شد تا فائده‌ی آن تام و بهره از آن عام بوده باشد.

ارجاعاتی که حضرت علامه در تعلیقات آوردند و همچنین مطالبی که با شرح و توضیح بیش‌تر در دیگر آثار علامه آمده، تحت عنوان ملحقات در پایان رساله آمده تا دانشوران را بهره‌مندی، وافر و بلیغ گردد.

از سعی، کوشش و همّت بلیغ همکاران و عزیزان نشر الف. لام.میم. درآماده سازی این اثر سترگ، کمال تشکر و امتنان دارم و از خداوند *تبارک و تعالی* توفیق روز افزون‌شان را خواهانم!

ناشر

بسم الله الرّحمن الرّحيم

١ و الحمد لله ربّ العالمين و الصلوة و السلام على خاتم الأنبياء محمّد و آله الطاهرين.

٢ أمّا بعد فلمّا كانت معرفة مقدار بعد مابين المركزين* أعني مركزي العالم و الخارج، و كذا معرفة موضع الأوج بالبراهين الهندسية من أهمّ المسائل في الهيئة، و كان الفصل الرابع من المقالة الثالثة من «تحرير المجسطي» حاوياً لهما في فلك الشمس* فيعلم منها في سائر السيّارات أيضاً، أحببت أن أحرّر في ذلك رسالة تكون كالشرح لذلك الفصل و أستعين الله في ذلك أنّه خير معين.(١)

قال:

٣ «الفصل الرابع في اختلاف المرئي للشمس و هو المسمى بتعديل الشمس* عندالمتأخرين، لما كان اختلاف الشمس نوعاً واحداً و كان ما بين سيريهما الأبطأ و الأوسط أكثر مما بين الأوسط و الأسرع أمكن أن يسند ذلك إلى كلّ واحد من الأصلين بشرط أن يكون في الأصل الثاني حركتها في أعلى التدوير* إلى المغرب لكن الأولى إسنادها إلى الأصل الأوّل لأنّه أبسط إذ يتمّ بحركة واحدة.»(٢)

---

* اصطلاحاتی که با علامت (*) مشخص شده‌اند در آخر رساله به بیان مختصر آن‌ها پرداخته‌ایم.

(١) به نام خداوند مهرگستر مهربان. ستایش خدای راست پروردگار جهانیان. و درود و سلام بر خاتم پیامبران محمّد ﷺ و بر آل پاکش.

چون شناخت مقدار بُعد بین دو مرکز ـ مرکز عالم و خارج مرکز ـ و همچنین شناخت جایگاه اوج به براهین هندسی از مهم‌ترین مسائل در هیئت است، و فصل چهارم از مقاله‌ی سوم از «تحریر مجسطی» دربردارنده‌ی این دو در مورد فلک آفتاب است، که در نتیجه از همین مطالب، به همین صورت در مورد افلاک دیگر سیارات هم دانسته می‌شود، لذا دوست داشتم رساله‌ای را در این مورد به رشته‌ی تحریر درآورم که به منزله‌ی شرحی برای آن فصل از تحریر مجسطی باشد. از خداوند تعالی در این امر استعانت می‌جویم که او بهترین کمک‌کار است.

(٢) صاحب مجسطی (بطلیموس) گفت: «فصل چهارم در اختلاف مرئی برای آفتاب است که در نزد

۴ أقول: إذا وجدت حركة كوكب بالقياس مختلفة فلابدّ أن تسند إلى فلكين أو أكثر لأنّ الحركة المختلفة لاتصدر عن فلك واحد كما برهن في محله و وجدوا أيضاً جرم الشمس في أواسط زمان البطؤ أصغر قليلاً منه في أواسط زمان السرعة كما في الفصل السادس من الباب الثاني من «التذكرة» للخواجة ﷺ.(۳)

۵ فاستدلّوا من ذلك على كون الشمس في البطؤ أبعد من مركز العالم و في السرعة أقرب فلذلك حكم بعضهم بأنّ للشمس ثلاثة أفلاك: التدوير و خارج المركز* و الممثّل*، و بعضهم بأنّ لها فلكين خارج المركز و الممثّل و هذا هو مختار بطليموس و جلّ المحققين لعدم الضرورة إلى التدوير و قالوا إنّا لانثبت فضلاً في الفلكيات.

۶ و المراد بالأصلين أصل الخارج و أصل التدوير. و الفرق بينهما بشيئين أحدهما أنّ أصل الخارج يتم بحركة واحدة و أصل التدوير بحركتين.(۴)

متأخرین به «تعدیل آفتاب» تعبیر شده است. چون اختلاف آفتاب یک نوع است و مقداری که بین سیر آهسته و متوسط آفتاب است بیش‌تر از مقداری است که بین سیر متوسط و سریع آفتاب است. امکان دارد این اختلاف سرعت اسناد داده شود به هر یک از دو اصل؛ منتها به شرط این که در اصل دوم، حرکت آفتاب در طرف بالای تدویر به سوی مغرب باشد؛ لکن سزاوار آن است که این حرکت به اصل اوّل اسناد داده شود؛ زیرا که اصل اول بسیط‌تر است و به یک حرکت به اتمام می‌رسد.»

(۳) گویم: اگر حرکت ستاره‌ای را به قیاس مختلف یافتید، باید آن را به دو فلک یا بیش از دو فلک اسناد دهید؛ چون حرکت مختلف از یک فلک صادر نمی‌شود ـبنابر برهانی که در جایش مطرح است ـ هَیَویون جرم آفتاب را چنین یافتند که در اواسط زمان کُندی، کمی کوچک‌تر از آن موقعی است که در اواسط زمان سریع است، چنان‌که در فصل ششم از باب دوم «تذکره»ی خواجه ﷺ چنین آمده است.

(۴) آقایان از این مطلب استدلال کردند بر این‌که آفتاب در کُندی از مرکز عالم دورتر و در زمان سرعت خود به مرکز عالم نزدیک‌تر است، بنابراین بعضی‌ها حکم کردند به این که برای آفتاب سه فلک است: فلک تدویر، فلک خارج مرکز و فلک مُمَثّل.

بعضی هم برای آفتاب دو فلک خارج مرکز و مُمَثّل را قائل شده‌اند که مختار بطلیموس و بیش‌تر محققین است؛ چون ضرورتی برای داشتن فلک تدویر ندیدند و گفته‌اند که در فلکیات بیش از حدّ نیاز اثبات نمی‌کنیم (که در آفتاب دو تا فلک کفایت کند).

٧ و الثاني أنّ الكوكب على أصل التدوير يستلزم مدار الخارج المركز دون العكس و لذلک قال بطليموس: «لكن الأولى إسنادها إلى الأصل الأوّل» يعني به أصل الخارج لأنّه أبسط إذ يتمّ بحركة واحدة و أخرج هذين المطلبين أعني بعد مابين المركزين و موضع الأوج على هذا الأصل دون التدوير.(٥)

٨ و إن شئت تفصيل الكلام في هذا الموضع و برهانه فعليک بالفصل الأوّل و الثاني و الثالث من المقالة الثالثة من «المجسطي»، أو إلى الفصل الخامس و السادس من «التذكرة» و شرحها للفاضلين الخفري و البرجندي (١).(٦)

قال:

٩ «و بعد ذلک فالأقدم فيما نطلبه معرفة نسبة مابين مركزي البروج و الخارج المركز إلى نصف قطر الخارج و معرفة موضع البعد الأبعد من دائرة البروج و لمّا وجد أبرخس زمان الربيع «**صدل**» و زمان الصيف «**صبل**» بيّن بهما أنّ بين المركزين جزء من أربعة و عشرين جزءاً من نصف قطر الخارج بالتقريب و أنّ البعد الأبعد يتقدم النقطة الصيفية بأربعة و عشرين جزء و نصف بالتقريب و نحن أيضاً وجدنا في سنة ٤٦٣ لممات الإسكندر كما مرّ مبدء الخريف في تاسع آثور* بعد طلوع الشمس، و مبدء الربيع في سابع ماخور* بعد انتصاف النهار، و مبدء الصيف في ليلة يتلوها ثاني عشر ماسوري* بعد انتصاف الليل و كانت الأزمنة و النسب كما وجده فظهر لنا

مراد از دو اصل، اصل خارج و اصل تدویر است. فرق‌شان به دو چیز است: نخست این‌که اصل خارج به یک حرکت، و اصل تدویر به دو حرکت تمام می‌شود.

(۵) دوم این‌که ستاره علاوه بر اصل تدویر، مدار خارج مرکز را هم لازم دارد؛ ولی عکس در آن راه ندارد. لذا بطلیموس گفت: «لکن سزاوار آن است که این حرکت به اصل اوّل اسناد داده شود»؛ یعنی همان اصل خارج؛ چون اصل خارج بسیط‌تر است و به یک حرکت تمام می‌شود. لذا بطلیموس بُعد بین دو مرکز و موضع اوج را بر همین اصل خارج بنا نهاد نه بر اصل تدویر.

(۶) اگر تفصیل سخن و برهان آن را خواهانی به فصل اول، دوم و سوم از مقاله‌ی سوم مجسطی، یا به فصل پنجم و ششم از «تذکره» و شرح آن از فاضل خفری و فاضل بیرجندی مراجعه کن.

من ذلک أنّ خارج مرکز الشمس حافظ لوضعه من فلک البروج دائماً.»[۷]

۱۰ أقول: یعني بالبعد الأبعد، الأوج لأنّه لا نقطة من فلک البروج أبعد إلی مرکز العالم من الأوج، و «الأوج» هو معرّب أوک کلمة هندیة معناها العلو کما صرّح به البرجندي في آخر الفصل الخامس من الباب الثاني من «شرح التذکرة».

۱۱ قوله: «و لما وجد أبرخس زمان الربیع»، هذا شروع لإثبات المطلب الأوّل و معرفته أعني مقدار مابین المرکزین.

۱۲ قوله: «زمان الربیع **صدل**»، أي ۹٤ یوماً و نصف.

۱۳ قوله: «و زمان الصیف **صبل**»، أي ۹۲ یوماً و نصف.

۱۴ قوله: «بالتقریب»، و سیتّضح لک وجهه في کلا المطلبین عن قریب.[۸]

---

(۷) صاحب مجسطی گفت: «در ابتدا، آن‌چه خواهان آنیم، شناخت نسبت بین «دو مرکز بروج و خارج مرکز به نصف قطر خارج»، و «موضع بُعد دورتر از دائره‌ی بروج» است. از آن‌جا که ابرخس زمان بهار را «صد ل= نود و چهار روز و نصف»، و زمان تابستان را «صب ل= ۹۲ روز و نصف» به دست آورد، بر همین اساس گفت که بین دو مرکز، به تقریب، جزئی از بیست و چهار جزء از نصف قطر خارج است. همچنین بیان کرد که بُعد دورتر مقدم می‌شود بر نقطه‌ی تابستانی به بیست و چهار جزء و نصف؛ البته به تقریب. ما هم در سال ۴۶۳ بعد از مرگ اسکندر ـ چنان که گذشت ـ آغاز پاییز را در نهم آثور بعد از طلوع آفتاب و آغاز بهار را در هفتم ماخور بعد از وسط روز، و آغاز تابستان را در شبی که به دنبال آن دوازدهم ماسوری بعد از نصف شب هست یافتیم. زمان‌ها و نسبت‌ها همان‌گونه بود که ابرخس یافت پس برای ما روشن شد که خارج مرکز آفتاب همیشه محافظ وضع خودش نسبت به فلک بروج است.»

(۸) گویم: مراد از بُعد دورتر، همان نقطه‌ی اوج است؛ چون نقطه‌ای دورتر از نقطه‌ی اوج فلک بروج به مرکز عالم، نداریم. «اوج» معرّب کلمه‌ی «اوک» است که کلمه‌ای هندی است و معنایش همان علو و بالا بودن است، چنان‌که بیرجندی در آخر فصل پنجم از باب اول از «شرح تذکره» تصریح کرده است.

قول بطلیموس که گفت: «و چون ابرخس یافت زمان بهار را»، این فرمایش او آغاز برای اثبات و شناخت مطلب اول یعنی مقدار بین دو مرکز است.

فرمایش او: «زمان بهار صد ل است»، یعنی ۹۴ روز و نصف است.

١٥ و للفاضل النيسابوري في شرحه على المجسطي في هذا المقام بيان يبين فيه ثلاثة أمور:
١٦ الأوّل مطلوب بطليموس من قوله: «فيما نطلبه»؛ الثاني جملة الأمر و خلاصة الكلام في تحصيل المطلبين الذي نحن بصددهما؛ الثالث الانتقاد على بطليموس و هذا كلامه:(٩)

١٧ «المطلوب ممّا قصده معرفة حقيقة موضع الشمس من فلك البروج في كلّ وقت يراد و لايتأتى ذلک إلّا بمعرفة اختلافها الأعظم و الاختلاف الأعظم لايعرف إلّا بمعرفة قدر خروج مركز الفلک الخارج المركز عن مركز الكل حتّى يعلم نسبته إلى نصف قطر الفلک الخارج و بطليموس سلک في ذلک طريقاً غيرموثوق به و ذلک أنّه رصد الزمان الذي من الاعتدال الربيعي* إلى الانقلاب الصيفي* و الذي بعد الانقلاب الصيفي إلى الاعتدال الخريفي* بعد أن حصل زمان السنة فوجد مجموع هذين الزمانين أكثر من نصف زمان السنة ثمّ الزمان الذي لفصل الربيع أطول من الزمان الذي لفصل الصيف.

١٨ فعلم أوّلا أنّ نقطة البعد الأبعد في النصف الشمالي من البروج. و ثانياً أنّه في ربع الربيعي منه أعني الذي من رأس الحمل إلى رأس السرطان و لو أنّه يمكن أن يدرک وقت الانقلاب بالحقيقة لكان يصار بذلک إلى ما أريد ولكن إدراک وقت الانقلاب بالحقيقة عسر و بطليموس نفسه معترف بذلک بل يذكر أنّ مقدار ستّ دقائق لو زالت الحلقة المنصوبة في سطح المعدل عن سطحه يدخل الخطأ على الراصد بربع يوم في رصد زمان الاعتدال فكيف بوقت الانقلاب فالبرهان الذي يريد أن يبينه في هذا الشكل و هو التاسع كان يصح لو أنّ الأصل الذي بنى عليه و هو معرفة وقت الانقلاب

فرمایش او: «و زمان تابستان صب ل است»، یعنی ۹۲ روز و نصف است.

فرمایش او: «به تقریب»، به زودی وجه آن در هر دو مطلب روشن می‌شود.

(٩) فاضل نیشابوری در شرح خود بر مجسطی در این مقام سه امر را بیان می‌دارد:

اوّل: مطلوب بطلیموس از این فرمایش او که گفت: «آن‌چه خواهان آنیم.»

دوم: خلاصه‌ی سخن در تحصیل دو مطلبی که در صدد به دست آوردن آن دو هستیم.

سوم: انتقاد بر بطلیموس.

سخن فاضل نیشابوری در شرح مجسطی:

بالحقیقة کان صحیحاً غیر أنّه بعید عن أن یدرک کذلک، انتهی.»[۱۰]

۱۹ قوله: «فظهر لنا من ذلک أنّ خارج مرکز الشمس حافظ لوضعه من فلک البروج دائماً»، یعني ظهر لنا من اتحاد الأزمنة و ثباتها علی ما رصده أبرخس و نحن من غیر اختلاف و تغییر أنّ خارج مرکز الشمس حافظ لوضعه من فلک البروج دائماً.[۱۱]

۲۰ و مراده من هذا الکلام أنّ أوج الشمس* غیرمتحرک کما في الشرح للنیسابوري

(۱۰) «آنی را که بطلیموس قصد آن کرده همان شناخت حقیقی جایگاه آفتاب است از فلک بروج در هر وقتی که اراده شود. این کار شدنی نیست جز با شناخت اختلاف اعظم آفتاب. اختلاف اعظم هم شناخته نمی‌شود مگر به شناخت مقدار خروج مرکز فلک خارج مرکز از مرکز کلّ، تا این‌که نسبت آن مقدار خروج مرکز فلک خارج مرکز به نصف قطر فلک خارج دانسته شود. و بطلیموس راهی غیر مطمئن در این باب طی کرد؛ چون زمانی را که از اعتدال ربیعی تا به انقلاب صیفی است و زمانی را که بعد از انقلاب صیفی تا به اعتدال خریفی است، البته بعد از آن‌که زمان سال حاصل شد، رصد کرده و مجموع این دو زمان را بیش‌تر از نصف زمان سال یافت، و بعد زمانی را که برای فصل بهار است طولانی‌تر از زمانی یافت که برای فصل تابستان است.

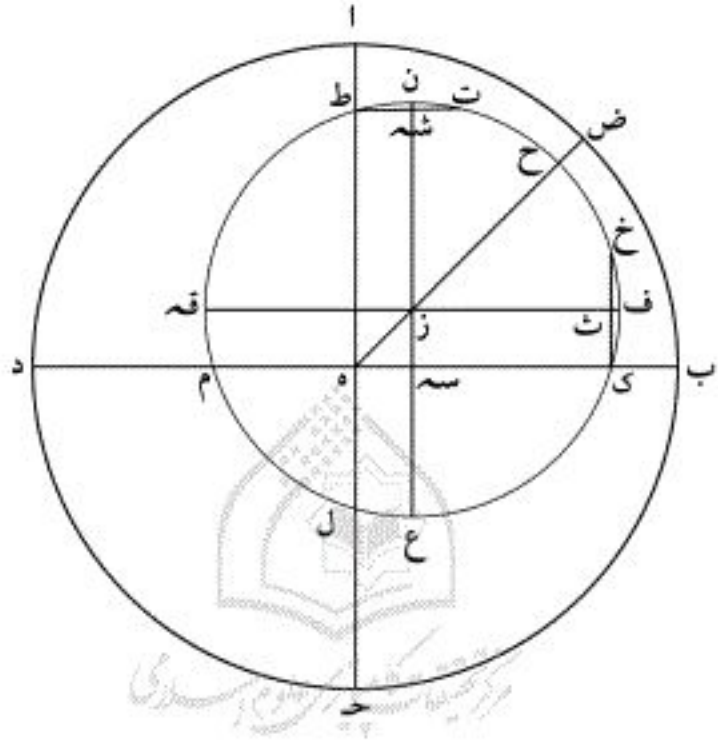
پس اولاً دانسته شد که نقطه‌ی بُعد دورتر در نصف شمالی از بروج است.

و ثانیاً این بُعد در ربع ربیعی از بروج است؛ یعنی ربعی که از اوّل حمل تا به اول سرطان است.

و اگر ادراک بُعد در وقت انقلاب به حقیقت امکان می‌داشت، قطعاً همین نتیجه را می‌داد که به دنبال آنیم؛ ولکن ادراک وقت انقلاب به حقیقت دشوار است، و خود بطلیموس هم بدان دشواری معترف است، بلکه گفته که اگر به مقدار شش دقیقه آن حلقه‌ای که در معدل نصب شده از سطح آن زائل شود، بر رصدگر به یک چهارم روز در رصد زمان اعتدال اشتباه وارد می‌شود. پس ادراک به وقت انقلاب چگونه امکان پذیر باشد. پس برهانی را که در این شکل خواست بیانش کند، که همان شکل نهم است، می‌توانست صحیح باشد اگر آن اصلی که بر او بنا گذاشت صحیح می‌بود، که همان معرفت وقت انقلاب به حقیقت بود؛ جز این‌که معرفت آن در وقت انقلاب بدین نحو بعید به نظر می‌رسد، پایان فرمایش نیشابوری.»

(۱۱) فرمایش خواجه در «تحریر مجسطی»: «پس برای ما روشن شد که خارج مرکز شمس همیشه حافظ وضع خودش است نسبت به فلک بروج»؛ یعنی برای ما از ناحیه‌ی اتحاد زمان‌ها و ثبات آن‌ها؛ بنابر آن‌چه که ابرخس رصد کرد و ما هم رصد کردیم که اختلاف و تغییری نداشت، روشن شد که خارج مرکز آفتاب همیشه حافظ وضع خودش نسبت به فلک بروج است.

و من هنا حكم المحرر المحقق الخواجة﵀ في الفصل السادس من الباب الثاني من «التذكرة» بأن بطليموس لم‌يجد ذلک أي حركة الأوج و أمّا المتأخّرون فوجدوها قريباً من انتقالات الثوابت بالحركة الثانية كما بين الخواجة﵀ في ذلک الفصل أيضاً، فمن شاء فليراجع إليه فإنّ البسط في الكلام أكثر من هذا المقدار ينافي غرض الرسالة.[۱۲]



شکل۱

قال:

۲۱ «فليكن لبيان ذلک «**ا ب حـ د**» فلک البروج على مركز «ه» و «**ا ب حـ د**» النقط الأربع على أنّ الربيعية «ا» و الصيفية «ب» و «**ا حـ**» «**ب د**» قطران يمرّان بهما و لكون الربيع أطول يكون الواقع في ربع «**ا ب**» من الخارج أكثر من

(۱۲) مراد او از این سخن این که اوج آفتاب متحرک نیست ـ‌چنان‌که در شرح نیشابوری هم آمده. و از همین روی محرّر محقق خواجه﵀ در فصل ششم از باب اوّل از «تذکره» حکم کرد به این‌که بطلیموس حرکت اوج را نیافت؛ ولی متأخرین این حرکت اوج را یافته‌اند که نزدیک به انتقالات ثوابت به حرکت ثانیه است، چنان‌که خواجه﵀ در همان فصل نیز بیان کرد. پس هر کس خواست به آن‌جا مراجعه کند که سخن بیش از این در این مقام با غرض این رساله منافات خواهد داشت.

ربع فيكون البعد الأبعد و المركز فيما بين خطي «ه ا» «ه ب» فليكن «ز» مركز الخارج و «ه ز ح» من القطر المارّ بالمركزين و نرسم على «ز» بأي بعد اتفق دائرة «ط ک ل» الخارج المركز و نخرج من «ز» «ن سمـ ع» موازياً لـ«ا حـ» و «ف ز قمـ» موازياً لـ«ب د» و من «ط» عمود «ط شمـ ت» على «ن سمـ ع» و من «ک» عمود «ک ث ح» على «ف ز قمـ» فقطعة «ط ک» هي ما تقطعها الشمس في الربيع بسيرها الأوسط و هي «صحـ ط» و قطعة «ک ل» مايقطعها في الصيف و هي «صا يا» و جميع «ط ک ل» «قفد ک» فقوسا «ط ن»، «ل ع» أعني زيادة «ط ک ل» على نصف الدور «د ک» و قوس «ط ن»، «ب ی» و جيبها و هو خط «ه سمـ» «ب يو» و إذا نقص قوسا «ط ن» «ن ف» الربع من قطعة «ط ک» بقيت قوس «ف ک» «ؤ نط» و جيبها و هو خط «ز سمـ»، «ا ب» فخط «ز ه» القويّ على خطي «ه سمـ» «ز سمـ» «ب کط ل» و ظاهر أنّ «ز ح» أربعة و عشرون ضعفاً له بالتقريب.»[۱۳]

(۱۳) بطلیموس گفت: «پس برای بیان آن باید «ا ب حـ د» فلک بروج باشد بر مرکز «ه» و «ا ب حـ د» چهار نقطه‌اند بدین صورت که ربیعی «ا» و صیفی «ب» و «ا حـ» «ب د» دو قطری باشند که بر آن دو مرور می‌کنند. چون بهار طولانی‌تر است، آن مقدار از خارج مرکز که واقع می‌شود در ربع «ا ب»، بیش‌تر از ربع است. پس بعد دورتر (یعنی نقطه‌ی اوج) و مرکز هم در بین دو خط «ه ا» «ه ب» قرار دارند. پس باید که «ز» مرکز خارج باشد، و «ه ز ح» قطری باشد که به دو مرکز عبور کند، و ما بر «ز»، به هر بُعدی که اتفاق افتد، دائره‌ی «ط ک ل» را ترسیم می‌کنیم که خارج مرکز است، و از «ز» «ن سمـ ع» را به صورت موازی با «ا حـ» خارج می‌کنیم و «ف ز قمـ» را در حالی که موازی با «ب د» باشد، و از «ط» عمود «ط شمـ ت» را بر «ن سمـ ع» و از «ک» عمود «ک ث ح» بر «ف ز قمـ» خارج می‌کنیم. پس قطعه‌ی «ط ک» همانی است که آفتاب این قطعه را در بهار به سیر اوسط طی می‌کند. و آن «صحـ طَ» (۹۳درجه و ۹دقیقه) است و قطعه‌ی «ک ل» همانی است که آفتاب آن را در تابستان طی می‌کند و آن «صاَ یاَ» (۹۱درجه و ۱۱دقیقه) است و همه‌ی «ط ک ل» «قفدْ کَ» (۱۸۴درجه و ۲۰دقیقه) است، پس دو قوس «ط ن» و «ل ع» یعنی زیادی «ط ک ل» بر نصف دور «د ک» یعنی ۴درجه و ۲۰دقیقه است و قوس «ط ن»، که «ب ی» (۲درجه و ۱۰دقیقه) است و جیب (سینوس) آن همان خط «ه‌سمـ»، که «ب یو» (۲درجه و ۱۶دقیقه) است، و وقتی دو قوس «ط ن» «ن ف» که

٢٢ أقول: أتى بهذا الشكل لبيان أنّ نسبة مابين المركزين إلى نصف قطر الخارج نسبة جزء من أربعة و عشرين جزء بالتقريب و هو المطلب الأوّل.

٢٣ و من هذا الشكل أيضاً يعرف موضع البعد الأبعد من مدار الشمس على سطح منطقة البروج و هو المطلب الثاني كما سيتضح لک.(١٤)

٢٤ قوله: «فليكن لبيان ذلک»، أي لبيان المطلبين يعني أنّ ذلک الشكل يكفي في إثبات المطلبين.

٢٥ قوله: «و لكون الربيع أطول، إلخ»، إن كان دائرتان على مركز واحد تكون القسي الواقعة بين قطرين أو شعاعين منهما متشابهة أي متساوية درجة فلمّا كانت قوس الربيع أطول علم أنّ بين مركزي مدار الشمس و العالم بوناً و اختلافاً.(١٥)

٢٦ قوله: «فليكن «ز» مركز الخارج، إلخ»، شروع لإثبات المطلب الأوّل أي مقدار بعد مابين المركزين.

ربع است از قطعه‌ی «ط ک» کم گردد، قوس «ف ک»، که «ا نط» (صفر درجه و ۵۹ دقیقه) است باقی می‌ماند، و جیب آن همان خط «ز سه» است، که «ا ب» (یک درجه و دو دقیقه) است. پس خط «ز ه» که قوی بر دو خط «ه سه»، «ز سه» است که «ب کط ل» (۲درجه و ۲۹دقیقه و ۳۰ثانیه) است. روشن است که «ز ح» به تقریب ۲۴برابر آن است.»

(۱۴) گویم: این شکل را بطلیموس برای بیان این آورده است که نسبت بین دو مرکز به نصف قطر خارج به تقریب نسبت جزئی از ۲۴ جزء است. این بود مطلب اوّل.

از همین شکل نیز موضع بُعد دورتر از مدار شمس بر سطح منطقةالبروج هم دانسته می‌شود. این بود مطلب دوم که به زودی برایت روشن می‌گردد.

(۱۵) فرمایش بطلیموس که گفت: «پس باید که برای بیان آن»؛ یعنی برای بیان آن دو مطلب؛ یعنی که این شکل در اثبات هر دو مطلب کفایت کند.

فرمایش او: «و چون بهار طولانی‌تر است، الخ»؛ اگر دو دائره بر یک مرکز باشند آن قوس‌هایی که بین دو قطر یا بین دو شعاع از آن دو دائره واقع می‌شوند قهراً متشابه خواهند بود؛ یعنی در درجه متساوی‌اند. پس وقتی قوس بهاری بلندتر بود، دانسته می‌شود که بین دو مرکز آفتاب و مرکز عالم یک نحو اختلاف و جدایی است.

۲۷ قوله: «و نرسم على «ز» بأي بعد اتفق، إلخ»، يمكن أن تتفق هذه الدائرة مع الأخرى على سبعة أقسام كما في الشرح للنيسابوري و لما كان في شكل واحد غنى عن الستة الأخرى أعرضنا عنها.(۱۶)

۲۸ قوله: «و هي **صحـ ط**»، أي ۹ ۹۳؛ واعلم أنّ بطليموس صرّح في آخر الفصل الأوّل و أوّل الفصل الثاني من المقالة الثالثة من «المجسطي» أنّ حركة الشمس الوسطي ليوم واحد برصده تكون «**نط ح يز يحـ يب**» لا سادسة بالتقريب فلمّا كان أيّام الربيع «**صدل**» أعني ۹٤ يوماً و نصف فإن أردنا أن نعرف مقدار الحركة الوسطي * للشمس في مدة ۹٤ يوماً و نصف ضربنا تلك الأيّام في مقدار الحركة الوسطي للشمس ليوم واحد فالحاصل هو **صحـ ط** أي ۹ ۹۳.

۲۹ قوله: «ما يقطعها في الصيف و هي «**صا يا**»، أي ۹۱ ۱۱ الحاصل من ضرب «**صب ل**» أي ۹۲ يوماً و نصف في مقدار الحركة الوسطي للشمس ليوم واحد بذلك البيان الذي مرّ كما لا يخفى.(۱۷)

(۱۶) فرمایش او: «پس باید که «ز» مرکز خارج باشد، الخ»؛ آغازی است برای اثبات مطلب اوّل که همان مقدار بُعد بین دو مرکز است.
فرمایش او: «و رسم می‌کنیم بر «ز» به هر بُعدی که اتفاق افتد، الخ»؛ ممکن است که این دائره با دائره‌ی دیگر بر هفت قسم اتفاق افتد ـ چنان‌که در شرح نیشابوری هم آمده. چون در همین یک شکل از آن شش تای دیگر بی‌نیازی بود، لذا ما از آن اَشکال شش‌گانه‌ی دیگر اعراض کرده و به همین یک شکل بسنده کردیم.

(۱۷) فرمایش او: «و این قطعه صحـ ط»، یعنی ۹۳درجه و ۹دقیقه می‌باشد؛ بدان که بطلیموس در آخر فصل اول و اول فصل دوم از مقاله‌ی سوم از «مجسطی» تصریح کرد که حرکت وسطی آفتاب برای یک روز به رصد او به اندازه‌ی «صفر درجه و ۵۹دقیقه و ۸ثانیه و ۱۷ثالثه و ۱۳ رابعه و ۱۲خامسه است» و تقریباً سادسه ندارد. وقتی ایام بهار «صدل» یعنی ۹۴ روز و نصف باشد، اگر خواستیم مقدار حرکت وسطی آفتاب را در مدت ۹۴ روز و نصف بشناسیم، باید آن ایام را در مقدار حرکت وسطی آفتاب در یک روز ضرب کنیم که حاصل آن ۹۳ درجه و ۹دقیقه می‌شود.
فرمایش او: «آن چه را که آفتاب در تابستان سیر می‌کند «صا یا» است»، یعنی ۹۱درجه و ۱۱دقیقه است، که حاصل از ضرب ۹۲ روز و نصف در مقدار حرکت وسطی آفتاب در یک روز است، به همان بیانی که گذشت.

٣٠ قوله: «و جميع «ط ک ل» «قفد ک»، إلخ»؛ أي جميع قوس «ط ک ل» تكون «قفد» درجة و «ک» دقيقة (٢٠َ ١٨٤ْ) لأنّ «صحـ ط» + «صا يا»= «قفد ک»
(٢٠َ ١٨٤ْ = ١١َ ٩١ْ + ٩َ ٩٣ْ).

٣١ قوله: «فقوسا «ط ن» «ل ع»؛ أعني زيادة «ط ک ل» على نصف الدور «د ک». نصف الدور كما في الشكل يكون قوس «ن ک ع» و هي ١٨٠ درجة و لمّا كان مجموع قوسي الربيع و الصيف أعني قوس «ط ک ل» ١٨٤ درجة و ٢٠ دقيقة تكون زيادة ذلک المجموع على نصف الدور «د ک» أي ٤ درجات و ٢٠ دقيقة (٢٠َ ٤ْ = ١٨٠ْ ـ ٢٠َ ١٨٤ْ).[١٨]

٣٢ قوله: «و قوس «ط ن» «ب ی»؛ يعني أنّ قوس «ط ن» في الشكل تكون درجتين و عشر دقائق (١٠َ ٢ْ) و ذلک لأنّ قوس «ط ن ل» منصفة بعمود «ف ز قمـ» و كذلک قوس «ن ف ع» منصفة أيضاً بذلک العمود فتكون قوس «ط ن ف» مساوية لقوس «ف ع ل» و كذلک قوس «ن ف» مساوية لقوس «ف ع» و تكون «ف» نقطة المنتصف في كليهما و عمود «ن ز ع» كان ماراً بقطب الخارج كعمود «ف ز قمـ» و تكون كل واحدة من قوسي «ن ف» «ف ع» ربعاً فلمّا ألقيناهما من «ط ف ل» بقيت قوسا «ن ط» «ع ل» مساوية كل واحدة منهما للآخر فقوس «ن ط» هي نصف مجموع قوسي «ن ط» «ع ل» أي تكون «٢ْ و ١٠َ».[١٩]

---

(١٨) فرمايش او: «و همه‌ی «ط ک ل»، «قفد ک است»، الخ»؛ يعنى همه‌ی قوس «ط ک ل» می‌شود «قفد» درجه و «ک» دقيقه؛ يعنى ١٨۴ درجه و ٢٠دقيقه؛ چون «صحـ ط» به اضافه‌ی + «صايا» می‌شود مساوی «قفدْ کَ»: (٢٠َ ١٨۴ْ = ١١َ ٩١ْ + ٩َ ٩٣ْ).

فرمايش او: «پس دو قوس «ط ن» «ل ع»؛ يعنى زيادی «ط ک ل» بر نصف دور «د ک» است؛ يعنى ۴درجه و ٢٠دقيقه است. نصف دور چنان كه در شكل آمده قوس «ن ک ع» است كه ١٨٠ درجه است. چون مجموع دو قوس بهار و تابستان يعنى قوس «ط ک ل» ١٨۴ درجه و ٢٠ دقيقه است، پس زيادی آن مجموع بر نصف دور «د ک» يعنى ۴ درجه و ٢٠ دقيقه است. (٢٠َ ۴ْ = ١٨٠ْ – ٢٠َ ١٨۴ْ)

(١٩) فرمايش وی: «و قوس «ط ن» «ب ی است»؛ يعنى قوس «ط ن» در شكل می‌شود دو درجه و ده دقيقه. بيانش اين‌كه قوس «ط ن ل» با عمود «ف ز قمـ» تنصيف شده است. همچنين قوس «ن ف ع» هم با همان عمود تنصيف شده است، پس قوس «ط ن ف» مساوی با قوس «ف ع ل» است. همچنين قوس «ن ف» مساوی با قوس «ف ع» است، و «ف» نقطه‌ی وسطی در هر دو تاست، و عمود «ن ز

۳۳ قوله: «و جيبها»، أي جيب قوس «**ط ن**».

۳۴ قوله: «و هو خط «**ه سه**» «**ب يو**»، يعني أنّ جيب قوس «**ط ن**» هو خط «**ه سه**» يكون ١٦ ٢ْ و إنّما قال خط «**ه سه**» جيبها مع أنّ جيبها خط «**شه ط**» لتساويهما حيث أنّهما عمودان واقعان بين المتوازيين و هو ظاهر.(٢٠)

۳۵ واعلم أنّ المتقدمين كانوا يستعملون النسب في أوتار ضعف القسي و أمّا المحدثون فيستعملونه في أنصاف تلك الأوتار و يسمّونها جيوباً كما حرّره و بيّنه أحسن تحرير و تبيين الخواجة﵀ في مفتتح المقالة الثالثة من «أكر مانالاؤوس» و أشار إليه في الشكل العاشر من المقالة الأولى من تحرير «المجسطي» أيضاً.(٢١)

۳۶ و أمّا تعريف الجيب فبعضهم و منهم الخواجة﵀ في «التذكرة» عرّفه بأنّه نصف وتر ضعف القوس.

۳۷ و بعضهم عدل عنه و عرّفه بأنّه العمود الخارج من أحد طرفي القوس الواقع على القطر المارّ بطرفها الآخر.

ع» به قطب خارج مركز عبور می‌کند مثل عمود «ف ز قه»، و هر یک از دو قوس «ن ف» «ف ع» به اندازه‌ی ربع‌اند؛ پس وقتی این دو قوس را از «ط ف ل» اسقاط کنیم قوس «ن ط» «ع ل» می‌ماند که هر کدام‌شان با دیگری مساوی است. سرانجام قوس «ن ط» همان نصف مجموع دو قوس «ن ط» «ع ل» است؛ یعنی دو درجه و ده دقیقه است.

(۲۰) فرمایش او: «و جیب آن»؛ یعنی جیب قوس «ط ن».

فرمایش او: «و آن خط «ه سه» «ب یو است»؛ یعنی این که جیب قوس «ط ن» همان خط «ه سه» دو درجه و شانزده دقیقه است. این‌که گفت خط «ه سه» جیب آن است، با این‌که جیب آن خط «شه ط» است، برای آن که این دو خط مساوی هم‌اند؛ چون که هر دو تای‌شان عمودند و بین دو تا متوازی واقع شده‌اند که روشن است.

(۲۱) بدان‌که متقدمین نسبت‌ها را در وترهای دو برابر قوس استعمال می‌کردند؛ ولی جدیدی‌ها نسبت‌ها را در نصف آن وترها استعمال می‌کنند و نامش را جیب نهاده‌اند. چنان‌که خواجه﵀ به بهترین تحریر و تبیین در ابتدای مقاله‌ی سوم از «اکرمانالاؤوس» آورده است و به همین مطلب در شکل دهم از مقاله‌ی اولای «تحریر مجسطی» هم اشارت کرده است.

۳۸ و سبب عدولهم أنّ تعريفهم أعم و أشمل من الأوّل لأنّ «العمود الخارج، اه»؛ يتحقق في قوس أقلّ من النصف و كذلک في قوس أعظم من النصف، و أمّا نصف وتر ضعف القوس لايتحقق إلّا في أقل النصف كما صرّح به الفاضل البرجندي في الباب الثاني من المقالة الثانية من شرحه على «زيج ألغ بيک».(۲۲)

۳۹ أقول: و من عرّفه بأنّه نصف وتر ضعف القوس أصاب أيضاً لأنّه و إن كان بظاهره لايشمل أعظم من النصف و لايتحقق إلّا في أقل من النصف ولكن على التحقيق جيب قوس أعظم من النصف هو بعينه جيب تمامها إلى الدور و هو أقلّ من النصف و بهذا الاعتبار يصدق هذا التعريف عليه كما صرّح به ذلک الفاضل أيضاً في شرحه على «التذكرة» و هذا قول وجيه و كلام حسن.(۲۳)

---

(۲۲) امّا تعریف جیب، بعضی از آنان‌که خواجه‌ی طوسی در «تذکره» از جمله‌ی آنان است بدین صورت جیب را تعریف کردند که: «جیب نصف وَتَر دو برابر قوس است.»
بعضی دیگر از این تعریف برگشتند و بدین صورت تعریف کردند که: «جیب عمودی است که از یکی از دو طرف قوس خارج می‌شود و بر قطری واقع می‌شودکه عبور می‌کند به طرف دیگر قوس.»
سبب برگشت‌شان از تعریف اوّل آن است که تعریف اینان اعم و فراگیرتر است از تعریف اوّل، چون تعریف دوم که گفته شد: «و عمودی که خارج می‌شود، تا آخر تعریف»، محقق می‌شود در قوسی که کم‌تر از نصف باشد، و همچنین در قوسی تحقق می‌یابد که اعظم از نصف است؛ ولی در تعریف اوّل که گفته شد: «نصف وتر دو برابر قوس است»، این نصف وتر دو برابر قوس محقق نمی‌شود مگر در کم‌تر از نصف، چنان‌که فاضل بیرجندی در باب دوم از مقاله‌ی دوم از شرحش بر «زیج الغ بیک» بدان تصریح کرد.

(۲۳) گویم: کسی که جیب را تعریف کرد به نصف وَتَر دو برابر قوس هم درست گفته است؛ چون این تعریف اگرچه به ظاهرش شامل بزرگ‌تر از نصف نمی‌شود، و تحقق ندارد مگر در کم‌تر از نصف، ولکن بنابر تحقیق جیب قوس بزرگ‌تر از نصف، بعینه همان جیب تمام آن قوس تا دور کامل است و این تمام، قوسی کم‌تر از نصف است و به این اعتبار این تعریف بر جیب قوس بزرگ‌تر از نصف هم صادق است، چنان‌که همان فاضل در شرحش بر «تذکره» بدان تصریح کرد که فرمایشی وجیه و سخنی نیکوست.

٤٠ و الخواجة﵀ في المقالة الثالثة من «تحرير أكرمانالاؤوس» جمع بينهما حيث قال: «و الجيب نصف وتر ضعف القوس و هو العمود الخارج من أحد طرفي القوس الواقع على القطر المارّ بطرفها الأخر»، و لايخفى حسن صنيعته.(٢٤)

٤١ ثمّ إنّ لفظة «الجيب» كلمة هندية و معناه الأصلي الوتر. قال البيروني في المقالة الثالثة من الجزء الأوّل من «القانون المسعودي»(٢٥)، ص ٢٧١:

٤٢ «و سمّوا (يعني أهل هذه الصناعة) أنصاف الأوتار جيوباً و إن كان اسم الوتر بالهندية جيباً و نصفه جيبارد ولكن الهند إذ لم‌يستعملوا غير أنصاف الأوتار أوقعوا اسم الكل على النصف تخفيفاً في اللفظ.»(٢٦)

٤٣ قوله: «و إذا نقص قوسا «**ط ن**» «**ن ف**» الربع، إلخ»، أقول: الربع صفة لقوس «**ن ف**» خاصة فكأنّه قال قوس «**ط ن**» و قوس «**ن ف**» الربع فلاتغفل.

٤٤ قوله: «بقيت قوس «**ف ك**» «**نطَ**»، أقول: يعني بقيت قوس «**ف ك**» ٥٩ و ذلک لأنّ قوس «**ط ن ك**» كانت «**صحٌ طَ**» (٩٠ ٩٣ٔ) و قوس «**ط ن**» كانت «**بْ يَ**» (١٠ ٢ٔ) و «**ن ف**» الربع تكون «**صه**» (٩٠) فإذا نقص مجموع قوسي «**ط ن**» «**ن ف**» الربع من قوس «**ط ن ك**» بقيت «**نطَ**» و هذه صورة العمل:

٥٩ = ١٠ ٢ٔ ٩٢ ـ ٩٠ ٩٣ٔ و ١٠ ٢ٔ ٩٢ = ٩٠ + ١٠ ٢ٔ

٤٥ قوله: «و جيبها و هو خط «**ز سه**» «**ا ب**»، أي جيب قوس «**ف ك**» و هو خط «**ز سه**»

---

(٢٤) و خواجه﵀ در مقاله‌ی سوم از «تحرير أكرمانالاؤوس» بين هر دو تعريف جيب بدين نحو جمع كرد: «جيب نصف وَتَر دو برابر قوس است و همان عمودی است كه از يكی از دو طرف قوس خارج می‌شود و واقع می‌گردد بر قطری كه به طرف ديگر آن قوس می‌گذرد.» و نيكويی كار او در اين تعريف پوشيده نيست.

(٢٥) بيرونی (ابوريحان)، قانون مسعودی، ج١، ص٢٧٥، نشر دارالكتب علميه، چ اوّل ١۴٢٢ه.ق.

(٢۶) لفظ «جيب» كلمه‌ای هندی است و معنای اصلی جيب همان وَتر است. بيرونی در مقاله‌ی سوم از جزء اول «قانون مسعودی» ص ٢٧١ گويد: «اهل اين صناعت، نصف وترها را جيب ناميده‌اند. اگرچه اسم وتر به هندی «جيب» است و نصف وتر «جيبارد»، ولكن هندی‌ها چون غير از نصف وترها را به كار نمی‌برند، اسم كل را بر نصف به سبب راحتی در لفظ آوردند.»

يكون درجة و دقيقتين (٢ َ ١ْ) و إنّما قال جيبها خط «ز سه» مع أنّه خط «ك ث» لتساويهما حيث أنّهما عمودان واقعان في الخطين المتوازيين كما هو ظاهر.[٢٧]

٤٦ قوله: «فخط «ز ه» القوي على خطي «ه سه» «ز سه» «ب كط ل.»

٤٧ أقول: المراد بالخط القوي هو الذي يكون مربعه مساوياً لمربعي خطي «ه سه» «ز سه» كما يستفاد تعريفه من صدر المقالة العاشرة من «أصول أقليدس» و بالشكل العروس أيضاً و يكون ذلک الخط القوي عليهما ب كط ل (٣٠ َ ٢٩ َ ٢ْ).[٢٨]

٤٨ و ذلک لأنّ في مثلث «سه ه ز» يكون ضلعا «ه سه» «سه ز» معلومين كما دريت و «ز ه» و هو بعد ما بين المركزين مجهولاً و المطلوب تعيينه و زاوية «سه» قائمة فبالشكل ٤٧ من المقالة الأولى من «أصول أقليدس» الملقّب بالعروس:

---

(٢٧) فرمایش او: «وقتی دو قوس «ط ن» «ن ف» که ربع است کم گردد، الخ»؛ گویم: ربع صفت برای خصوص قوس «ن ف» است گویا گفته است که: قوس «ط ن»، و قوس «ن ف» که ربع است. پس غافل مباش!

فرمایش او: «قوس «ف ک» به صورت «ا نط» باقی می‌ماند»؛ گویم: یعنی قوس «ف ک» ۵۹ دقیقه می‌گردد؛ بیانش آن که قوس «ط ن ک» «صحّ طَ» (۹۳ درجه و ۹ دقیقه) است، و قوس «ط ن» «بْ یَ» (۲درجه و ۱۰دقیقه) است، و «ن ف» که ربع است صه (۹۰درجه) می‌باشد، پس وقتی مجموع دو قوس «ط ن» «ن ف» که ربع است از قوس «ط نک» کم شود، صفر درجه و ۵۹ دقیقه می‌ماند، که صورت عمل این است:

۵۹َ = ۱۰َ ۹۲ْ ـ ۹َ ۹۳ْ و ۱۰َ ۹۲ْ = ۹۰ْ + ۲ْ ۱۰َ

فرمایش او: «و جیب آن که همان خط «ز سه» است «أ بَ» می‌باشد»، یعنی جیب قوس «ف ک» که همان خط «ز سه» است یک درجه و دو دقیقه است. و این که گفت: جیب آن، خط «ز سه» است با این‌که خط «ک ث» جیبش است، برای آن است که این دو خط با هم مساوی‌اند، چون که هر دو بین دو خط متوازی به صورت عمود واقع شده‌اند، کما این‌که روشن است.

(٢٨) فرمایش او: «پس خط «ز ه» که قوی بر دو خط «ه سه» «ز سه» است، «بْ کطَ لّ» (۲درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه) می‌باشد.»

گویم: مراد از خط قوی همانی است که مربع آن مساوی با دو مربع دو خط «ه سه» «ز سه» است، چنان‌که تعریف آن از صدر مقاله‌ی دهم از «اصول اقلیدس» استفاده می‌شود. البته این تعریف را از شکل عروس هم می‌شود بهره جست. و آن خط قوی بر این دو، ۲درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه است.

٤٩ «كلّ مثلث قائم الزاوية فإنّ مربع وتر زاويته القائمة مساو لمربعي ضلعيها.» فمجموع هذين المربعين هو مربع خط «ه ز» و جذره هو مقدار خط «ه ز» نَصِفُه، و هذه صورة العمل.[٢٩]

٥٠ (١) حولنا ١٦َ ٢ْ ضلع «سه ه» إلى الدقائق لتسهيل العمل

(١) ٢ × ٦٠ = ١٢٠ + ١٦ = ١٣٦

٥١ (٢) حولنا ٢َ ١ْ ضلع «ز سه» إلى الدقائق لتسهيل العمل

(٢) ١ × ٦٠ = ٦٠ + ٢ = ٦٢

٥٢ (٣) مربع ضلع «سه ه»

(٣) ١٣٦ × ١٣٦ = ١٨٤٩٦َ

٥٣ (٤) مربع ضلع «ز سه»

(٤) ٦٢ × ٦٢ = ٣٨٤٤َ

٥٤ (٥) مجموع مربعي الضلعين أعني مقدار مربع ضلع «ز ه»

(٥) ١٨٤٩٦ + ٣٨٤٤ = ٢٢٣٤٠َ

٥٥ (٦) جذر مربع ضلع «ز ه» أعني مقدار ضلع «ز ه» نفسه

(٦) ٢٢٣٤٠ = ١٤٩ $\frac{١٣٩}{٢٩٩}$

٥٦ (٧) حولنا ١٤٩ إلى الدرجات فصارت

(٧) ١٤٩ : ٦٠ = ٢٩َ ٢ْ

(٨) ١٣٩ × ٦٠ = ٨٣٤٠

(٩) ٨٣٤٠ : ٢٩٩ = ٢٧ $\frac{٢٦٧}{٨٣٤٠}$

---

(٢٩) بيانش اين كه در مثلث «سه ه ز» دو ضلع «ه سه» «سه ز» معلوم‌اند كه شناختى، و «ز ه» كه بُعد بين دو مركز است مجهول است كه مطلوب تعيين آن است، و زاويه‌ى «سه» قائمه است. پس بر اساس شكل ۴۷ از مقاله‌ى اولاى «اصول اقليدس» كه ملقّب به عروس است: «هر مثلث قائم‌الزاويه، مربع وتر زاويه‌ى قائمه‌اش مساوى با دو مربع دو ضلع آن است». پس مجموع اين دو مربع همان مربع خطّ «ه ز» است، و جذر (راديكال) آن همان مقدار خط «ه ز» است كه وصفش كرديم، و اين است صورت عمل آن:

٥٧ فصار الحاصل ٢ْ ٢٩َ ٢٧ً ٢٦ٍ/٨٣٤٠ فجعل في الكتاب الكسر ٣٠ تحقيقاً و تقريباً.[٣٠]

٥٨ قوله: «و ظاهر أنّ «زح» أربعة و عشرون ضعفاً له بالتقريب.»

٥٩ أقول: و ذلک لأنّ «زح» هو قطر الخارج يكون ستين درجة و «زه» البعد فيما بين المركزين قريب من اثنين و نصف و معلوم أنّ نسبته إلى ستين نسبة جزء من أربعة و عشرين، و وجه التقريب أنّه لايكون نسبة جزء من أربعة و عشرين حقيقة لأنّ ضرب ٣٠ْ ٢٩َ ٢ْ في ٢٤ يكون ٤٨َ ٥٩ْ و إلى هنا تمّ المطلب الأوّل أعني تحصيل بعد ما بين المركزين.[٣١]

---

(٣٠) (١) برای تسهیل کار ۲ درجه ۱۶دقیقه‌ی ضلع «سه ه» را به دقائق تحویل و تبدیل کردیم

$۲ \times ۶۰ = ۱۲۰ + ۱۶ = ۱۳۶$

(۲) یک درجه و ۲ دقیقه‌ی ضلع «ز سه» را به دقائق برای تسهیل کار تبدیل کردیم

$۱ \times ۶۰ = ۶۰ + ۲ = ۶۲$

(۳) مربع ضلع «سه ه»

$۱۳۶ \times ۱۳۶ = ۱۸۴۹۶$

(۴) مربع ضلع «ز سه»

$۶۲ \times ۶۲ = ۳۸۴۴$

(۵)مجموع دو مربع دو ضلع یعنی مقدار مربع ضلع «ز ه»

$۱۸۴۹۶ + ۳۸۴۴ = ۲۲۳۴۰$

(۶) جذر مربع ضلع «ز ه» یعنی مقدار خود ضلع «ز ه»

$۲۲۳۴۰ = ۱۴۹ \frac{۱۳۹}{۲۹۹}$

(۷) ۱۴۹ را به درجات تحویل بردیم؛ پس شد

$۱۴۹ : ۶۰ = ۲ْ ۲۹َ$

(۸) $۱۳۹ \times ۶۰ = ۸۳۴۰$

(۹) $۸۳۴۰ : ۲۹۹ = ۲۷ \frac{۲۶ٍ}{۸۳۴۰}$

پس حاصل این شد: ۲درجه و ۲۹دقیقه و ۲۷ثانیه و $\frac{۲۶ٍ}{۸۳۴۰}$

منتها در کتاب کسر آن به عنوان ۳۰ ثانیه آمده که به صورت تحقیق و تقریب است.

(۳۱) فرمایش او: «و روشن است که «زح» تقریباً ۲۴برابر آن است.»

۶۰ و لیعلم أنّ الخواجة *قدّس الله سرّه القدوسي* قال في «التذكرة»:

۶۱ «ما بين المركزين عند أصحاب الأرصاد من المتأخرين قريب من «بْ هَ»، انتهى.»(۳۲)

قال:

۶۲ «و أيضاً نسبة «**سه ز**» إلى «**ز ه**» بالمقدارين المذكورين كنسبة جيب زاوية «**ح ه ك**» إلى نصف القطر فجيب زاوية «**ح ه ك**» «**كد نحـ**» قوسه «**كد ل**» و هو مقدار بعد الأوج عن النقطة الصيفية و تمامه من الربع بعده عن الربيعية و يتبين من ذلك أن يكون قوس «**ل م**» «**فو نا**» و زمانه أعني الخريف «**فح**» يوماً و ثمن و قوس «**م ط**» «**فح مط**» و زمان الشتاء «**صـه**» يوماً و ثمن، فهذا ما أردناه.»(۳۳)

گویم: بیانش آن‌که «ز ح» که قطر خارج است شصت درجه می‌باشد، و «ز ه» که بُعد بین دو مرکز است نزدیک به دو و نیم می‌باشد. معلوم است که نسبت آن به شصت نسبت جزئی از بیست و چهار است. وجه تقریب این است که نسبت جزء از بیست و چهار به نحو حقیقی نیست؛ چون ضرب ۲ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه در ۲۴ می شود: ۵۹ درجه و ۴۸ دقیقه. تا این‌جا مطلب اول یعنی تحصیل بُعد بین دو مرکز به اتمام رسید.

(۳۲) خواجه نصیرالدین طوسی، تذکره، باب۲، فصل۶.

باید دانست که خواجه *قدّس الله سرّه القدوسي* در «تذکره» گفت:

«بعد بین دو مرکز در نزد متأخرین اصحاب رصد نزدیک به دو درجه و پنج دقیقه است، پایان.»

(۳۳) صاحب مجسطی (بطلیموس) گفت:

«و نیز نسبت «سه ز» به «ز ه» به دو مقدار مذکور مثل نسبت جیب زاویه‌ی «ح ه ک» به نصف قطر است. پس جیب زاویه‌ی «ح ه ک»، «کد نجـ» یعنی ۲۴درجه و ۵۳دقیقه است، قوس آن «کد ل» یعنی ۲۴درجه و ۳۰دقیقه است که مقدار بُعد اوج از نقطه‌ی تابستانی است. و تمام آن از ربع، بُعد او از نقطه‌ی بهاری است، و از این جا معلوم می‌شود که قوس «ل م»، «فو نا» یعنی ۸۶درجه و ۵۱دقیقه است، و زمان آن یعنی زمان پاییز «فح» یعنی هشتاد و هشت روز و یک هشتم روز است. و قوس «م ط»، «فح مط» یعنی ۸۸درجه و ۴۹دقیقه است، و زمان زمستان «صـه» یعنی نود روز و یک هشتم روز است. این بود آن چه را که ما اراده کرده بودیم.»

۶۳ أقول: هذا شروع لإثبات المطلوب الثاني أعني تعيين موضع الأوج من فلک البروج.

۶۴ قوله: «بالمقدارين المذكورين»؛ كان مقدار «**ز سه**» جيب قوس «**ف ک**» ۲ َ ۱ ْ و مقدار «**ز ه**» الذي كان بعد ما بين المركزين ۲ ْ ۲۹ َ ۳۰ ْ.

۶۵ قوله: «كنسبة جيب زاوية «**ح ه ک**» إلى نصف القطر»؛ واعلم أنّه قد ثبت و تقرر في الشكل العاشر الواقع في الفصل الثاني عشر من المقالة الأولى من «المجسطي»:

۶۶ أنّ نسبة ضلع زاوية من مثلث إلى ضلع آخر من زاوية أخرى فيه كنسبة جيب الزاوية الأولى إلى جيب الزاوية الثانية.(۳۴)

۶۷ و بعبارة أخرى: نسبة وتر زاوية من مثلث إلى وتر زاوية أخرى كنسبة جيب تلک الزاوية الأولى إلى جيب الزاوية الثانية.

۶۸ و ببيان أخصر: نسب الأضلاع كنسب الجيوب.(۳۵)

۶۹ فعلى هذا تكون في مثلث «**ز سه ه**» نسبة ضلع «**سه ز**» إلى ضلع «**ز ه**» كنسبة جيب زاوية «**ز ه سه**» أعني «**ح ه ک**» أعني جيب قوس من دائرة البروج عن موضع الأوج و النقطة الصيفيّة، إلى جيب «**ز سه ه**» أعني جيب الزاوية القائمة أعني نصف القطر لأنّ مقدار القائمة ربع الدور و جيب الربع ستون و هو نصف القطر و أعظم الجيوب و صورة الأربعة المتناسبة هيهنا هكذا.(۳۶)

---

(۳۴) گويم: اين عبارت او آغازى است براى اثبات مطلوب دوم يعنى تعيين موضع اوج از فلک بروج.
فرمايش او: «به دو مقدار مذكور»، مقدار «ز سه» كه جيب قوس «ف ک» مى‌باشد ۱درجه و ۲دقيقه است، و مقدار «زه» كه مقدار بُعد بين دو مركز است ۲ درجه و ۲۹ دقيقه و ۳۰ ثانيه مى‌باشد.
فرمايش او: «مثل نسبت جيب زاويه‌ى «ح ه ک» به نصف قطر»؛ بدان در شكل دهم كه در فصل دوازدهم از مقاله‌ى اولاى«مجسطى» است، ثابت شد كه: همانا نسبت ضلع زاويه‌اى از مثلث به ضلع ديگر از زاويه‌ى ديگر در آن مثلث مثل نسبت جيب زاويه‌ى اول به جيب زاويه‌ى دوم است.

(۳۵) به عبارت ديگر: نسبت وتر زاويه‌اى از مثلث به وتر زاويه‌ى ديگر مثل نسبت جيب آن زاويه‌ى اول به جيب زاويه‌ى دوم است.
به بيانى كوتاه‌تر: نسبت اضلاع مثل نسبت جيب‌هاست.

(۳۶) بنابراين در مثلث «ز سه ه» نسبت ضلع «سه ز» به ضلع «ز ه» مثل نسبت جيب زاويه‌ى «ز ه سه» يعنى «ح ه ک» است؛ يعنى جيب قوسى از دائره‌ى بروج از موضع اوج تا نقطه‌ى تابستانى به جيب

ضلع «سه ز» / ضلع «ز ه» :: جيب زاوية «ز ه سه» أعني جيب «ح ه ك» / جيب زاوية «ز سه ه» أعني جيب القائمة

٧٠ فدريت أنّ مراده من قوله: «إلى نصف القطر»، هو جيب زاوية «**ز سه ه**» القائمة و جيب الزاوية القائمة نصف القطر.

٧١ قوله: «فجيب زاوية «**ح ه ك**»، «**كد نحـ**» قوسه «**كد ل**»؛ أي جيب تلك الزاوية ٢٤° ٥٣′ و قوس ذلك الجيب ٢٤° ٣٠′.(٣٧)

٧٢ و ذلك لأنّ في ذلك المثلث و في تلك الصورة من الأربعة المتناسبة ضلع «**سه ز**» معلوم لنا و هو ١° ٢′ و كذلك ضلع «**ز ه**» و هو ٢° ٢٩′ ٣٠″ و كذلك الجيب الأعظم أعني جيب الزاوية القائمة معلوم و هو ٦٠° و بقيت «**ز ه سه**» مجهولة و في هذا المبحث تعيينه يكون مطلوباً فبالقاعدة الأربعة المتناسبة المبرهنة في الشكلين ١٦ و ١٩ من المقالة السابعة من «أصول أقليدس» نقول في تحصيل ذلك المجهول(٣٨)

«ز سه ه» يعنى جيب زاويه‌ى قائمه كه نصف قطر است؛ چون مقدار قائمه ربع دور است، و جيب ربع شصت است كه نصف قطر است و بزرگ‌ترين جيب‌هاست. و صورت اربعه‌ى متناسبه‌اش در اين‌جا اين‌گونه است:

ضلع «سه ز» / ضلع «ز ه» :: جيب زاويه‌ى «ز ه سه» يعنى جيب «ح ه ك» / جيب زاويه‌ى «ز سه ه» يعنى جيب قائمه

(٣٧) پس متوجه شدى كه مراد او: «تا به نصف قطر»، همان جيب زاويه‌ى «ز سه ه» قائمه است، و جيب زاويه‌ى قائمه نصف قطر است.

قول او: «پس جيب زاويه‌ى «ح ه ك»، «كد نحـ» است، قوس او «كد ل» است»؛ يعنى جيب آن زاويه ٢٤ درجه و ٥٣ دقيقه است، و قوس آن جيب ٢٤ درجه و ٣٠ دقيقه.

(٣٨) بيانش اين كه در آن مثلث و در آن صورت از اربعه‌ى متناسب ضلع «سه ز» براى ما معلوم است كه ١درجه و ٢دقيقه است، و نيز ضلع «ز ه» هم معلوم است كه ٢درجه و ٢٩ دقيقه و ٣٠ ثانيه است، و نيز جيب اعظم يعنى جيب زاويه‌ى قائمه هم معلوم است كه ٦٠ درجه است، باقى مى‌ماند جيب «ز ه سه» كه نامعلوم است؛ و در اين مبحث تعيين اين يكى مطلوب ماست. پس بر اساس قاعده‌ى اربعه‌ى متناسب، كه در دو شكل ١٦و ١٩ از مقاله‌ى هفتم از «اصول اقليدس» مبرهن شده است، در تحصيل آن مجهول مى‌گوييم:

$$\frac{٦٠° \times ١′ \ ٢″}{٢° \ ٢٩′ \ ٣٠″} = ٢٤° \ ٥٣′$$

$$\frac{\text{١ ٢} \times ٦٠}{\text{٢ ٢٩ ٣٠}} = \text{٢٤ ٥٣}$$

۷۳ ثمّ قوّسنا ٥٣ ٢٤ حصلت قوسه ٣٠ ٢٤ و تلك القوس هي مقدار بعد الأوج عن النقطة الصيفية.(۳۹)

۷۴ و ذلك لأنّ «ه» مركز دائرة البروج فمقدار الزاوية الحادثة عنده مثل زاوية «ح ه ك» يكون قوساً من البروج و لمّا كان الضرب في العمل الستيني* ساقاً بالانحطاط فنقسم ٢ ١ على ٣٠ ٢٩ ٢ منحطاً يحصل المطلوب و هذه صورة العمل:(۴۰)

كدْ نحَ

ا	ب			
ها	نط	مح	يب	
ها	ب	يا	مح	
	ب	يا	حـ	ل
	ها	ها	مه	ل
	ب	كط	كط	ل
	كط	ب	ل	

شكل ۲

(۳۹) سپس ۲۴ درجه و ۵۳ دقیقه را تقویس کردیم قوس ۲۴ درجه و ۳۰ دقیقه به دست آمد. آن قوس، همان مقدار بُعد اوج از نقطه‌ی تابستانی است.

(۴۰) بیانش این که: «ه» مرکز دائره‌ی بروج است پس مقدار زاویه‌ی پدید آمده در آن مثل زاویه‌ی «ح ه ک» به عنوان قوسی از بروج است. چون ضرب در عمل ستینی (شصت تا شصت تا) سوق به انحطاط دارد، پس ۱ درجه و ۲ دقیقه را بر ۲ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه به صورت انحطاطی تقسیم می‌کنیم، مطلوب به دست می‌آید.

٧٥ المقسوم إن كان دقيقة و المقسوم عليه درجة كما في هذه الصورة تكون النتيجة مرفوعة* أي «**كد نحـ**» كما قرر في محله و إن شئت فراجع إلى ص٧٢ من «مفتاح الحساب في علم الحساب» لغياث الدين جمشيد (طبع طهران) فلمّا جعلت النتيجة منحطّاً* صار المرفوع درجة أعني **كدْ نحـ** (٥٣ ٢٤) و بعد التقويس* تصير قوسه ٣٠ ٢٤.

٧٦ فعلم أنّ موضع الأوج عند بطليموس مقدم على نقطة الانقلاب بأربعة و عشرين جزء و نصف أي هو في منتصف الدرجة السادسة من الجوزاء.(٤١)

٧٧ و إن استصعب عليك بالستيني فحوّل الأعداد إلى الثانية لأنّ آخر الأعداد في المقسوم عليه ثانية فيصير كل من جنس واحد ثمّ حوّل النتيجة إلى الدقائق ثمّ إلى الدرجات فهذه صورة العمل:(٤٢)

(١) ١ × ٦٠ = ٦٠ + ٢ = ٦٢ × ٦٠ = ٣٧٢٠″

(٢) ٦٠ × ٦٠ = ٣٦٠٠٠ × ٦٠ = ٢١٦٠٠٠″

(٣) ٢ × ٦٠ = ١٢٠ × ٦٠ = ٧٢٠٠″

(٤) ٢٩ × ٦٠ = ١٧٤٠ + ٧٢٠٠ + ٣٠ = ٨٩٧٠″

---

(٤١) اگر مقسوم دقیقه و مقسوم علیه درجه باشد همان‌طور که در این صورت چنین است، نتیجه مرفوعه است؛ یعنی «کد نحـ» است که در جایش تقریر شد. اگر خواستی به ص۷۲ از «مفتاح الحساب در علم حساب» غیاث الدین جمشید، چاپ طهران مراجعه کن.

پس وقتی نتیجه به صورت انحطاطی شد مرفوع به درجه مبدّل می‌گردد؛ یعنی نتیجه «۲۴درجه و۵۳ دقیقه» است و بعد از تقویس قوس آن ۲۴ درجه و ۳۰ دقیقه می‌گردد. پس دانسته شد موضع اوج در نزد بطلیموس، بر نقطه‌ی انقلاب به ۲۴جزء و نصف مقدم است؛ یعنی اوج در منتصف درجه‌ی ششم از جوزاست.

(۴۲) اگر برای شما به ستینی دشوار است، اعداد را به ثانیه در آور؛ چون آخر اعداد در مقسوم علیه ثانیه است، پس همه از یک جنس می‌شود. بعد نتیجه را به دقائق متحوّل بساز، آن‌گاه آن را به درجات درآور. این است صورت عمل:

(۱) ۱ × ۶۰ = ۶۰ + ۲ = ۶۲ × ۶۰ = ۳۷۲۰″

(۲) ۶۰ × ۶۰ = ۳۶۰۰۰ × ۶۰ = ۲۱۶۰۰۰″

(۳) ۲× ۶۰ = ۱۲۰ × ۶۰ = ۷۲۰۰″

(۴) ۲۹ × ۶۰ = ۱۷۴۰ + ۷۲۰۰ + ۳۰ = ۸۹۷۰″

(٥) ٢١٦٠٠٠ × ٣٧٢٠ = ٨٠٣٥٢٠٠٠٠

(٦) ٨٠٣٥٢٠٠٠٠ | ٨٩٧٠ = ٨٩٥٧٨ ٥٣٤٠ / ٨٠٣٥٢٠٠٠٠

(٧) ٨٩٥٧٨ | ٦٠ = ١٤٩٢ ٤٧ / ٨٩٥٧٨

(٨) ١٤٩٢ | ٦٠ = ٢٤ ٥٢

٧٨ فصار العملان كلاهما متفقين في النتيجة إلا أنّ هيهنا ألقينا الكسور في العمل تخفيفاً صارت النتيجة أقل من الأولى بدقيقة واحدة و ليست بشيء يعتنى به. لِينتقل «ح» «ك» في الشكل من الخارج المركز إلى منطقة البروج حتى يتضح الأمر في إثبات هذا المطلب و يتصور قوس «ح ك» مقدار زاوية «ح ه ك» جلياً.(٤٣)

قال:

٧٩ «و يتبين من ذلك أيضاً أن تكون قوس «ل م» «فو نا» و زمانه أعني الخريف «فح» يوماً و ثمن و قوس «م ط» «فح مط» و زمان الشتاء «صه» يوماً و ثمن، فهذا ما أردناه.»

٨٠ أقول: قوله: «قوس «ل م» «فو نا»»؛ أي ٨٦ ٥١.(٤٤)

(٥) ٢١٦٠٠٠ × ٣٧٢٠ = ٨٠٣٥٢٠٠٠٠

(٦) ٨٠٣٥٢٠٠٠٠ ÷ ٨٩٧٠ = ٨٩٥٧٨ ٥٣٤٠ / ٨٠٣٥٢٠٠٠٠

(٧) ٨٩٥٧٨ ÷ ٦٠ = ١٤٩٢ ٤٧ / ٨٩٥٧٨

(٨) ١٤٩٢ ÷ ٦٠ = ٢٤ ٥٢

(٤٣) پس هر دو عمل در نتیجه متفق‌اند جز این که ما در این‌جا کسرها را به جهت سبک کردن کار برداشتیم نتیجه نسبت به اول به یک دقیقه کم‌تر است که چیزی قابل اعتنا نیست.حال باید انتقال دهیم «ح» و «ک» را در شکل از خارج مرکز به سوی منطقةالبروج تا امر در اثبات این مطلب واضح شود و قوس «ح ک» مقدار زاویه‌ی «ح ه ک» به طور آشکارا تصور گردد.

(٤٤) صاحب مجسطی گفت: «از این‌جا نیز روشن می‌شود که قوس «ل م»، «فو نا» یعنی ٨۶ درجه و ۵١ دقیقه است و زمان آن یعنی پاییز «فح»، هشتاد و هشت روز و یک هشتم روز می‌شود، و قوس «م ط»، «فح مط» یعنی ٨٨ درجه و ۴٩ دقیقه می‌شود، و زمان زمستان «صه»، یعنی نود روز و یک هشتم روز می‌شود. این بود آن چه که ما اراده کردیم».

گویم: فرمایش او: «قوس «ل م»، «فو نا»»؛ یعنی ٨۶ درجه و ۵١ دقیقه است.

٨١ قوله: «و زمانه «فح» يوماً و ثمن»، أي ٨٨ يوماً و ثمن يوم.

٨٢ و ذلک لأنّ قوس «ع ل م قمـ» من الخارج المركز ربع الدور و قوس «ع ل» كانت من الصيفية و هي ٢° ١٠′ كما دريت فتطرح من الربع تبقى قوس «ل م قمـ» ٨٧° ٥٠′ ثم قوس «م قمـ» تكون من الشتائية و هي ٥٩′ لكونها مساوية لقوس «ف ک» و بعد طرحها من ٨٧° ٥٠′ تبقى قوس «ل م» ٨٦° ٥١′. و هذه صورة العمل:[45]

٨٦° ٥١′ = ٩٠° ـ ٣° ٩′ ، ٣° ٩′ + ٥٩′ = ٢° ١٠′

٨٣ قوله: «و زمانه أعني الخريف فح يوماً و ثمن»؛ و ذلک لأنّه الحاصل من قسمة قوس ٨٦° ٥١′ على سير وسط الشمس ليوم واحد كما تقدم لأنّ نسبة يوم واحد إلى الحركة الوسطي فيه كنسبة الأيّام المطلوبة إلى هذه الأجزاء:[46]

$$\frac{\text{يوم واحد}}{\text{نط ح يز}} :: \frac{\text{X}}{\text{٨٦° ٥١′}}$$

$$\frac{\text{(يوم واحد) ١ × ٨٦° ٥١′}}{\text{نط ح يز}}$$

٨٤ فعلى القاعدة الأربعة المتناسبة:

(٤٥) فرمایش او: «و زمانش «فح» روز و ثمن است»؛ یعنی ٨٨ روز و یک هشتم روز است.
بیانش این که قوس «ع ل م قمـ» از خارج مرکز ربع دور است، و قوس «ع ل» از تابستان است که ٢ درجه و ١٠ دقیقه است که متوجه شدی. پس این مقدار از ربع انداخته شود قوس «ل م قمـ» که ٨٧ درجه و ٥٠ دقیقه است باقی می‌ماند. سپس قوس «م قمـ» از زمستان می‌شود که این قوس ٥٩ دقیقه است؛ چون مساوی با قوس «ف ک» است. و بعد از انداختن آن از ٨٧ درجه و ٥٠ دقیقه قوس «ل م» که ٨٦ درجه و ٥١ دقیقه است باقی می‌ماند.
صورت عمل این است: ٨٦° ٥١′ = ٩٠° ـ ٣° ٩′ ، ٣° ٩′ + ٥٩′ = ٢° ١٠′

(٤٦) فرمایش او: «و زمان آن یعنی پاییز «فح» روز و ثمن، (٨٨ روز و یک هشتم روز) است»؛ بیانش این‌که آن حاصل از قسمت قوس ٨٦ درجه و ٥١ دقیقه بنابر سیر وسط آفتاب، بر یک روز است که قبلاً گذشت؛ چون نسبت یک روز به حرکت وسطی در آن مثل نسبت ایام مطلوب به این اجزاست:

$$\frac{\text{یک روز}}{\text{٥٩′ ٨″ ١٧‴}} :: \frac{\text{X}}{\text{٨٦° ٥١′}}$$

پس بنابر قاعده‌ی اربعه‌ی متناسب:

$$\frac{\text{(یک روز) ١ × ٨٦° ٥١′}}{\text{٥٩′ ٨″ ١٧‴}}$$

٨٥ و لمّا كان حاصل ضرب عدد في واحد ذلک العدد بعينه فتقسم ابتداءاً اَ٥ ٨٦ على «ا نط ح يز».

٨٦ و لما كان آخر العدد في آخر العدد في المقسوم عليه ثالثة فحول الكل الثالثة لاتحاد الجنس ثم تقسم.[٤٧]

٨٧ فهذه صورة العمل:[٤٨]

(١) ٨٦ × ٦٠ = ٥١٦٠ × ٦٠ = ٣٠٩٦٠٠× ٦٠ = ١٨٥٧٦٠٠٠

(٢) ٥١ × ٦٠ = ٣٠٦٠ × ٦٠ = ١٨٣٦٠٠ + ١٨٥٧٦٠٠٠ = ١٨٧٥٩٦٠٠

٨٨ ثوالث المقسوم

(٣) ٥٩ × ٦٠ = ٣٥٤٠ × ٦٠ = ٢١٢٤٠٠

٨٩ ثوالث المقسوم عليه

(٤) ٨ × ٦٠ = ٤٨٠ + ٢١٢٤٠٠ + ١٧ = ٢١٢٨٩٧

(٥) ١٨٧٥٩٦٠٠ ÷ ٢١٢٨٩٧ = ٨٨ يوم $\frac{٢٤٦٦٤}{١٨٧٥٩٦٠٠}$

٩٠ قوله: «و قوس «م ط» «فح مط» و زمان الشتاء «صه» يوماً و ثمن»؛ أي قوس «م ط»

---

(٤٧) چون حاصل ضرب عدد در یک همان عدد است، پس در ابتدا ۸۶ درجه و ۵۱ دقیقه تقسیم می‌شود بر (اَ١٧ ٨ ٥٩)

چون آخر عدد در آخر عدد در مقسوم علیه ثالثه است، پس همه‌ی اعداد را به ثالثه تحویل کن؛ تا که جنس یکی شود سپس تقسیم می‌شود.

(۴۸) پس این صورت عمل آن است:

(۱) ۸۶ × ۶۰ = ۵۱۶۰ × ۶۰ = ۳۰۹۶۰۰× ۶۰ = ۱۸۵۷۶۰۰۰

(۲) ۵۱ × ۶۰ = ۳۰۶۰ × ۶۰ = ۱۸۳۶۰۰ + ۱۸۵۷۶۰۰۰ = ۱۸۷۵۹۶۰۰

ثوالث المقسوم

(۳) ۵۹ × ۶۰ = ۳۵۴۰ × ۶۰ = ۲۱۲۴۰۰

ثوالث المقسوم علیه

(۴) ۸ × ۶۰ = ۴۸۰ + ۲۱۲۴۰۰ + ۱۷ = ۲۱۲۸۹۷

(۵) ۱۸۷۵۹۶۰۰ ÷ ۲۱۲۸۹۷ = ۸۸ روز $\frac{٢٤٦٦٤}{١٨٧٥٩٦٠٠}$

تکون ٤٩َ ٨٨ْ و زمان الشتاء ۹۰ یوماً و ثمن و ذلک لأنّ قوس «**ن قمه**» من الخارج المرکز ۹۰ْ فإذا نقصنا منها قوس «**ن ط**» أي ۱۰َ ۲ْ لأنّه من الربیعیة تبقی قوس «**ط قمه**» ۵۰َ ۸۷ْ ثمّ نزید علیه قوس «**قمه م**» أعني ۵۹ْ فیکون الحاصل ٤٩َ ٨٨ْ.[۴۹]

(٤٩َ ٨٨ْ = ۵۹ْ + ۵۰َ ۸۷ْ = ۹۰ْ ـ ۲ْ ۱۰َ)

۹۱ قوله: «و زمان الشتاء «**صمه**» یوماً»؛ دلیله ما قلنا في زمان الخریف بعینه. و إلی هنا تمّ کلا المطلبین مع برهانهما علی طریقة القدماء بحول الله *تعالی* و الحمدلله ربّ العالمین.[۵۰]

۹۲ ثمّ إنّ الفاضل الخفري أورد هذا المطلبین في شرحه علی «التذکرة» للخواجة ﷺ و لا بأس بذکره من حیث أنّ ما أتی به خلاصة ما ذکرناه و ما فصّلناه کان شرحاً و بیاناً له فیزید بصیرة.[۵۱]

قال:

۹۳ «و هو أي مابین‌المرکزین في فلک الشمس عند بطلیموس«**ب ل**» أي درجتان و نصف علی أنّ نصف قطر الخارج ستون جزءاً و علم ذلک بأن وجد موافقاً لأبرخس زمان الربیع «**صد ل**» و زمان الصیف «**صب ل**»

---

(۴۹) فرمایش او: «و قوس «م ط»، «فح مط» یعنی ۸۸ درجه و ۴۹ دقیقه است، و زمان زمستان «صمه» روز و ثمن است»؛ یعنی قوس «م ط» ۸۸ درجه و ۴۹ دقیقه است، و زمان زمستان ۹۰ روز و یک هشتم روز است؛ بیانش این که قوس «ن قمه» از خارج مرکز ۹۰ درجه است، پس وقتی قوس «ن ط» را یعنی ۲ درجه و ۱۰ دقیقه را که از بهاری است از آن کم کنیم قوس «ط قمه» ۸۷ درجه و ۵۰ دقیقه باقی می‌ماند. سپس بر آن قوس «قمه م» یعنی ۵۹ درجه را زیاد می‌کنیم حاصل می‌شود: ٤٩َ ٨٨ْ.

(٤٩َ ٨٨ْ = ۵۹ْ + ۵۰َ ۸۷ْ = ۹۰ْ ـ ۲ْ ۱۰َ)

(۵۰) فرمایش او: «و زمان زمستان، «صمه» روز است»؛ دلیلش همانی است که در مورد زمان پاییز گفتیم، همان دلیل بعینه در این‌جا جاری است.

تا این‌جا هر دو مطلب با برهان آن‌ها بنابر طریقه‌ی قدما به حول خداوند *تعالی* به اتمام رسید. و الحمد لله ربّ العالمین.

(۵۱) جناب فاضل خفری هر دو مطلب را در شرحش بر «تذکره»ی خواجه ﷺ آورده است، و اشکالی در ذکر آن نیست؛ چون خلاصه‌ی آن‌چه را که تا حال آوردیم و آن چه هم که در شرح و بیان عبارات بطلیموس آوردیم به منزله‌ی تفصیل گفتار خفری است که بر بصیرت می‌افزاید.

و أخذ قوس الزمانين من منطقة الخارج فوجد قوس زمان الربيع «**صحـ ط**» و قوس زمان الصيف «**صا يا**» و أخذ جيب نصف فضل مجموعهما الذي هو «**قفد ك**» على نصف الدور و هو «**ب يو**» مع جيب فضل القوس الربيعية على مجموع ذلک النصف و ربع الدور و طلب الخط القوي* عليهما فوجد خطاً مقداره «**ب كط ل**» على أن يكون نصف قطر الخارج للشمس ستين جزءاً، و علم موضع الأوج من كون نسبة جيب فضل القوس الربيعية المذكورة على الربع إلى ما بين المركزين كنسبة جيب قوس من دائرة البروج بين موضع الأوج و النقطة الصيفية إلى نصف قطر الممثل فيكون جيب تلک القوس من دائرة البروج «**كد نحـ**» و يكون قوسه «**كد ل**» فيكون الأوج عنده في خمسة أجزاء و نصف من الجوزاء، انتهى.»[۵۲]

۹۴ أقول: لايخفى عليک بعد ما بيّناه أنّ مراد الخفري من الربع في قوله: «فضل القوس

(۵۲) خفری (محمد بن احمد)، شرح تذکره‌ی خواجه‌ی طوسی، باب۲، فصل۶.
خفری در شرحش گفت: « مابین دو مرکز در فلک آفتاب نزد بطلیموس «بْ لَ» یعنی ۲ درجه و ۳۰ دقیقه است یعنی دو درجه و نصف، بنابراین که نصف قطر خارج، شصت درجه باشد. از این دانسته شد که ایشان هم موافق ابرخس است و به دست آورد که زمان بهار، «صدْ لَ» یعنی ۹۴درجه و ۳۰ دقیقه است، و زمان تابستان، «صبْ لَ» یعنی ۹۲درجه و ۳۰ دقیقه است، و قوس دو زمان را از منطقه‌ی خارج گرفت، پس قوس زمان بهار را «صحـ طَ» یعنی ۹۳ درجه و ۹ دقیقه یافت و قوس زمان تابستان را «صاْ یاَ» یعنی ۹۱ درجه و ۱۱ دقیقه، و جیب نصف زیادی مجموع آن دو که «قفدْ کَ» یعنی ۱۸۴ درجه و ۲۰ دقیقه بود بر نصف دور را گرفت که آن «بْ یوَ» یعنی ۲ درجه و ۱۶دقیقه است با جیب زیادی قوس بهاری بر مجموع آن نصف و ربع دور، و خط قوی بر آن دو را طلب کرد، پس خطی را که مقدارش «بْ کطَ لً» یعنی ۲ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه است» را یافت؛ البته بنابراین که نصف قطر خارج آفتاب شصت جزء باشد و موضع اوج را دانست از این‌که نسبت جیب فضل قوس بهاری مذکور بر ربع به مابین دو مرکز همانند نسبت جیب قوس از دائره‌ی بروج بین موضع اوج و نقطه‌ی تابستانی به نصف قطر ممثل است، پس جیب آن قوس از دائره‌ی بروج «کدْ نحَ» یعنی ۲۴ درجه و ۵۳ دقیقه است، و قوس آن «کدْ لَ» یعنی ۲۴ درجه و ۳۰ دقیقه است، پس اوج در نزد او در پنج جز و نصف از جوزاست، پایان.»

الربیعیة المذکورة علی الربع»، هو الربع مع نصف فضل المجموع و إنّما لم‌یأت به بقرینة ما قاله في بین المرکزین أو أنّه سقط من قلم النساخ.(۵۳)

قال:

۹۵ «أقول فهذه طریقة المتقدمین و أمّا المتأخرون فلمّا رأوا ما في تحصیل أوقات الانقلابین من العسر لقلة تفاضل المیل هناک عدلوا عن نقط الفصول إلی نقط غیرها مما یکثر تفاضل المیل عندها و اشترط بعضهم لسهولة العمل أن تکون ثنتان من تلک النقط متقابلتین فإذا حصلوا أوقات حلول الشمس فیها برصد ارتفاعات أنصاف النهار و معرفة المیول و عروض البلدان کما مرّ استخرجوا من أزمنة ما بینها هذین المطلبین.»(۵۴)(۵۵)

۹۶ أقول: هذا کلام المحرّر العلامة الطوسي الخواجة ﷺ.(۵۶)

۹۷ قوله: «و اشترط بعضهم لسهولة العمل، إلخ»، وجه السهولة یظهر لک في الأشکال الآتیة من حیث أنّ تحصیل المطلبین المذکورین أعني البعد فیما بین المرکزین و نقطة الأوج یکون مع ذلک الشرط جلیّاً لمکان وضوح أضلاع المثلث و تفصیل کل واحد

مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی

(۵۳) گویم: بعد از آن چه که برای شما بیان داشتیم پنهان نیست که مراد خفری از ربع در آن فرمایش او: «فضل قوس ربیعی مذکور بر ربع»، همان ربع با نصف فضل مجموع است. و این که ربع را با نصف فضل مجموع نیاورد به دلیل قرینه‌ای است که گفت در بین دو مرکز، یا شاید هم او آورده باشد ولی از قلم نسّاخ افتاده باشد.

(۵۴) خواجه نصیرالدین طوسی، تحریر مجسطی، مقاله‌ی ۳، فصل ۴.

(۵۵) خواجه‌ی طوسی گوید: «گویم پس این روش متقدمین است، و اما متأخرین وقتی تحصیل اوقات دو انقلاب را، به جهت آن که تفاضل میل در آن‌جا خیلی کم است، مشکل دیدند، لذا از نقطه‌ی فصول به نقطه‌های غیر فصول که تفاضل میل در آن‌ها زیاد است عدول کردند. و بعضی از آن‌ها از باب آسانی در عمل شرط کردند که دو تای از آن نقطه‌ها متقابل باشند. پس وقتی اوقات حلول آفتاب در این نقطه‌ها را به وسیله‌ی رصد ارتفاع اَنصاف روز و شناخت میل‌ها و عرض‌های شهرها به دست آوردند ـ چنان‌که گذشت ـ از ناحیه‌ی زمان مابین این‌ها این دو مطلب را استخراج می‌کنند.»

(۵۶) گویم: این سخن محرّر علامه خواجه‌ی طوسی ﷺ است.

منها عن الآخر و أمّا إن لم‌يشترط التقابل فربّما كانت الأضلاع المثلث متداخلة و لم‌تكن مفصلة حتّى يسهل تميز كلّ واحد منها عن الآخر إلّا بالتأمل الدقيق كما ستعلم على طريقة الأمير أبي‌نصر بن عرّاق.(٥٧)

٩٨ قوله: «حلول الشمس فيها»، أي في تلك النقط.

٩٩ واعلم أنّه إذا أريد استعلام موضع الشمس في نصف نهار* بلد مطلوب لابدّ أن يستعلم عرض ذلك البلد أوّلاً ثمّ يستعلم بالآلات الرصدية من الأسطرلاب* أو الربع المجيّب* أو غيرها كما بيّنا في رسالتنا في القبلة غاية ارتفاع الشمس* في ذلك اليوم أي ارتفاع وقت بلوغها إلى دائرة نصف النهار في ذلك اليوم حقيقة على ما حقق و برهن في الأزياج و غيرها.(٥٨)

١٠٠ فإذا علم ارتفاعها كذلك فإن كان تمام ارتفاعها مساوياً لعرض البلد المفروض كانت الشمس حينئذ في أحد الاعتدالين لأنّ عرض البلد* هو بعد البلد أو أي مكان عن الاستواء. و إن شئت قلت: بعد فوق الرأس و هو قطب الأفق عن المعدل أو قطب المعدل عن الأفق.(٥٩)

---

(٥٧) فرمایش خواجه: «و بعضی از آن‌ها برای آسانی عمل شرط کردند، الخ»؛ وجه سهولت عمل برای شما در شکل‌های آینده روشن می‌شود، از آن حیث که تحصیل دو مطلب بُعد مابین دو مرکز، و نقطه‌ی اوج با آن شرط خیلی آشکار است؛ چون اضلاع مثلث جایگاه روشنی دارند و تفصیل هر یک از آن اضلاع از دیگری هم روشن است. و اما اگر این تقابل شرط نمی‌شد، چه بسا اضلاع مثلث متداخل می‌شدند و به نحو مفصل نمی‌بودند تا آسان شود تمیز هر یک آن‌ها از دیگری مگر به تأمّل دقیق، چنان که بنابر روش امیر ابی‌نصر بن عرّاق این مطلب را بعداً خواهی دانست.

(٥٨) فرمایش خواجه‌ی طوسی: «حلول شمس در آن‌ها»؛ یعنی در آن نقاط.

بدان اگر مرحوم خواجه اراده کرده باشد استعلام موضع شمس را در وسط روز آن شهر مطلوب، ابتدا باید عرض آن بلد دانسته شود، سپس به وسیله‌ی آلات رصدی مثل اسطرلاب یا ربع مجیّب یا غیر آن‌ها ـ چنان که در رساله‌ی‌مان در قبله بیان کردیم ـ غایت ارتفاع آفتاب را در آن روز، یعنی ارتفاع وقت رسیدن آفتاب به دائره‌ی نصف‌النهار در آن روز، به حقیقت استعلام شود، بنابر آن‌چه که در زیج‌ها و غیر آن‌ها محقق و مبرهن شده است.

(٥٩) پس وقتی ارتفاع آفتاب بدان صورت دانسته شد، اگر تمام ارتفاع آفتاب مساوی با عرض بلد

۱۰۱ فإذا كان تمام ارتفاع الشمس مساوياً لعرض بلد فهي لا محالة تكون في سطح معدل النهار*، فلابدّ أن تكون في أحد الاعتدالين.

۱۰۲ و إن كان تمام ارتفاعها مخالفاً لعرض البلد أخذ الفضل بينهما فإنّه ميل درجة الشمس لكن إن كان الفضل لتمام الارتفاع كان الميل جنوبياً. و إن كان الفضل لعرض البلد كان الميل شمالياً.(۶۰)

۱۰۳ و على التقديرين إذا قوّسناه في جدول الميل خرجت درجة الشمس معلومة في إحدي الجهتين إمّا شمالاً و إمّا جنوباً مثلاً إذا كان عرض البلد ٣٦ و كان ارتفاع الشمس في نصف نهار ٧٠ كان تمام ارتفاعها ٢٠ و الفضل لعرض البلد ١٦ فتكون الشمس شمالية و ميلها عن المعدل ١٦. و إن كان ارتفاعها ٥٢ و الفضل له ١٦ أيضاً فالشمس جنوبية عن المعدل و ميلها ١٦ أيضاً؛ فإذا علم في عام واحد مواضع الشمس في ثلثة أنصاف نهر اثنان منها متقابلان يعلم ما وقع من الزمان بين كل نصفي نهارين ثمّ يستخرج من الزمان مقدار مسير الأوسط في الزمان الواقع بين رصدين على ما مرّ بيانه.

۱۰۴ قوله: «هذين المطلبين»، أي معرفة بعد ما بين المركزين و معرفة نقطة الأوج.(۶۱)

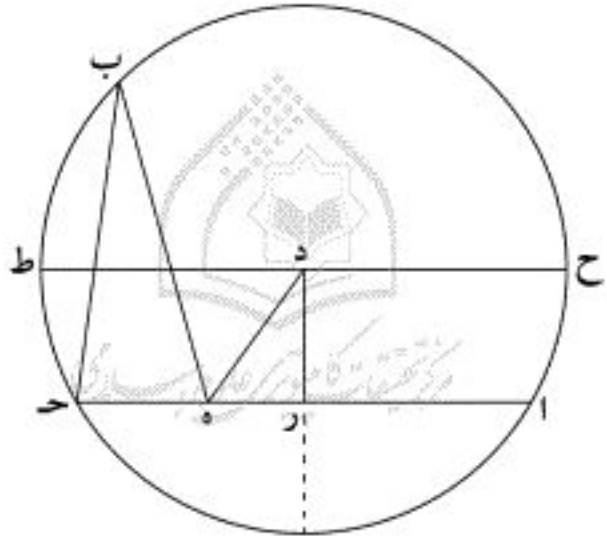
مفروض بود، آفتاب در این هنگام در یکی از دو اعتدال است، چون عرض بلد همان بُعد بلد یا هر مکانی است از خط استوا. و اگر خواستی می‌گویی: بُعد فوق رأس همان قطب افق است از معدل، یا قطب معدل از افق. وقتی تمام ارتفاع آفتاب مساوی عرض بلد بود، پس آفتاب لامحاله در سطح معدل النهار است، پس باید به ناچار آفتاب در یکی از دو نقطه‌ی اعتدال باشد.

(۶۰) و اگر تمام ارتفاع آفتاب مخالف با عرض بلد بود، باید زیادی بین آن دو گرفته شود، که این زیادی همان میل درجه‌ی آفتاب است (از معدل)؛ لکن اگر فضل برای تمام ارتفاع باشد، میل جنوبی است؛ و اگر فضل برای عرض بلد باشد، میل شمالی است.

(۶۱) بنابر هر دو تقدیر، وقتی آن را در جدول میل، مقوّس کنیم درجه‌ی آفتاب به صورت معلوم در یکی از دو جهت شمالی یا جنوبی در می‌آید؛ مثلاً وقتی عرض بلد ۳۶ درجه باشد و ارتفاع آفتاب در نصف النهار ۷۰ درجه، قهراً تمام ارتفاع آفتاب ۲۰ درجه خواهد بود، و زیادی بر عرض بلد ۱۶ درجه است، پس آفتاب شمالی است و میل آن از معدل ۱۶ درجه است. و اگر ارتفاع آفتاب ۵۲ درجه باشد و زیادی آن هم ۱۶ درجه، پس آفتاب از معدل، جنوبی است، و میل آن هم ۱۶درجه است؛ پس وقتی در یک سال مواضع آفتاب در سه تا از نصف النهارها دانسته شود که دو تای

قال:

١٠٥ «أمّا إذا كانت نقطتان من الثلث متقابلتين فهكذا ليكن «ا ب حـ» الخارج المركز على مركز «د» و «ه» مركز البروج و «ا، ب، حـ» النقط الثلث على أنّ «ا، حـ» منها متقابلتان و نصل «ا، حـ» و يمرّ لا محالة بنقطة «ه» و نخرج من «د، «د ر» عموداً على «ا حـ» و نصل «ب، حـ» «ب، ه» «د، ه» و نقول في مثلث «ب ه حـ» زاوية «ه» هي ما بين نقطتي «ب، حـ» بالرؤية و زاوية «حـ» هي نصف قوس «ا ب» أعني نصف سير الشمس الأوسط فيما بين نقطتي «ا، ب» فهما معلومتان و تبقى زاوية «ب» تمامهما إلى نصف الدور معلومة و



شكل٣

١٠٦ نسبة جيبها إلى جيب زاوية «ه» كنسبة «ه حـ» إلى «حـ ب» و «ب حـ» وتر القوس التي هي سير الشمس الأوسط بين نقطتي «ب، حـ» على أنّ «د ط» نصف القطر معلوم فـ«ه حـ» معلوم و «ر حـ» جيب نصف قوس «ا حـ» أعني

از آن‌ها متقابل‌اند، دانسته می‌شود آن چه از زمان که بین هر دو نصف النهار واقع می‌شود چه‌قدر است، سپس از این زمان مقدار مسیر اوسط در زمان واقع بین دو رصد ـبنابر آن چه که بیانش گذشت ـ استخراج می‌گردد.

فرمایش علامه‌ی طوسی: «این دو مطلب»؛ یعنی شناخت بُعد مابین دو مرکز، و نقطه‌ی اوج.

نصف ما يبقى من الدور بعد قوسي «ا ب» «ب حـ» معلوم، فـ«ر ه» معلوم، و «ر د» و هو جيب تمام نصف قوس «ا حـ» أيضاً معلوم فـ«ه د» المطلوب و موضع الأوج منه معلوم كما مرّ.»[۶۲]

۱۰۷ أقول: هذا تتمة كلام الخواجة﵀ و هذا هو البيان على الوجه الأوّل أعني على شرط تقابل النقطتين و هو ظاهر.

۱۰۸ قوله: «على أنّ «ا، حـ» منها متقابلتان»، أي متقابلتان بحسب الرؤية في فلك‌البروج.[۶۳]

۱۰۹ قوله: «و يمرّ لا محالة بنقطة ه»، و ذلک لأنّ معنى التقابل أن تكون كل نقطة نظيرة للآخر أعني أن يكون بينهما ۱۸۰ درجة فإذا كان كذلک فـ«ا ه حـ» قطر من أقطار

(۶۲) خواجه نصیرالدین طوسی، تحریر مجسطی، مقاله‌ی۳، فصل۴.

خواجه گفت: «چنانچه دو نقطه از سه نقطه، متقابل باشند، پس این چنین است که باید «ا ب حـ» خارج مرکز بر مرکز «د» باشد و «ه» مرکز بروج، و «ا، ب، حـ» نقطه‌های سه‌گانه‌اند بنابراین‌که «ا، حـ» از آن نقطه‌ها متقابل‌اند، و «ا» را به «حـ» وصل می‌کنیم که خود به خود از نقطه‌ی «ه» می‌گذرد، و از «د» عمود «د ر» را بر «احـ» اخراج می‌کنیم، و «ب، حـ» «ب، ه» «د، ه» را وصل می‌کنیم و می‌گوییم که در مثلث «ب ه حـ» زاویه‌ی «ه» همانی است که به حسب رؤیت مابین دو نقطه‌ی «ب، حـ» است، و زاویه‌ی «حـ» همان نصف قوس «ا ب» یعنی نصف سیر اوسط شمس در مابین دو نقطه‌ی «ا، ب» است، پس این دو تا معلوم است. و زاویه‌ی «ب» که تمام آن دو است تا به نصف دور، معلوم می‌شود، و نسبت جیب آن به جیب زاویه‌ی «ه» همانند نسبت «ه حـ» به «حـ ب» است و «ب حـ» وتر قوسی است که همان سیر اوسط شمس بین دو نقطه‌ی «ب، حـ» است، بنابراین که «د ط» نصف قطر معلوم است، پس «ه حـ» معلوم است، و «ر حـ» که جیب نصف قوس «احـ» یعنی نصف آنی است که از دور باقی می‌ماند، بعد از دو قوس «ا ب» «ب حـ»، معلوم است، پس «ر ه» معلوم است، و «ر د» که جیب تمام نصف قوس «ا حـ» است هم معلوم است، پس «ه د» مطلوب است و موضع اوج از ناحیه‌ی آن معلوم است ـ چنان‌که گذشت.»

(۶۳) گویم: این سخن تتمّه‌ی کلام خواجه﵀ است، و این همان بیان بر وجه اوّل است؛ یعنی بیان بر اساس شرط تقابل دو نقطه، که روشن است.

فرمایش خواجه: «بنابراین که «ا، حـ» از آن نقطه‌ها متقابل باشند»؛ یعنی به حسب رؤیت در فلک بروج متقابل باشند.

منطقةالبروج لا محالة فيمرّ «ا حـ» على مركزها أي على نقطة «ه».

١١٠ قوله: «زاوية «ه» هي ما بين نقطتي «ب، حـ» بالرؤية»، واعلم أوّلاً أنّه لابدّ لک أن تنتقل «ب، حـ» إلى منطقة البروج فتفرضهما هناک، لا كما في الشكل لأنّهما على الخارج، حتّى يتضح لک البرهان؛ فنقول إنّ قوس «حـ ب» معلومة لأنّ الفرض على أن استعلمنا موضع الشمس في ثلثة أنصاف نهر فعلمنا ما وقع من الزمان بين كلّ نصفي نهارين و كذلک سيرها الأوسط في تلک الأزمنة و هذا هو مراده بالرؤية أي بالرصد فتلک القوس مساوية لزاوية «ه» في مثلث «ب ه حـ».(٦٤)

١١١ قوله: «و زاوية «حـ» هي نصف قوس «ا ب»»، أي زاوية «حـ» من مثلث «ب حـ ه» و ذلک لأنّ قوس «ا ب» معلومة بالرؤية أي بالرصد على ما بيّناه آنفاً و برهن في الشكل ١٩ من ثالثة «الأصول» أنّ زاوية المركز ضعف زاوية المحيط إذا كانتا على قوس واحد فزاوية «حـ» نصف قوس «ا ب» فحيث أنّ قوس «ا ب» معلومة فنصفها معلوم أيضاً.(٦٥)

---

(٦٤) فرمایش او: «و به ناچار به نقطه‌ی «ه» می‌گذرد»؛ بیانش این‌که معنای تقابل آن است که هر نقطه‌ای نظیر و مقابل دیگری است؛ یعنی بین این دو نقطه‌ی متقابل ١٨٠ درجه است. پس وقتی چنین بود، قطعاً «ا ه حـ» قطری از اقطار منطقةالبروج است که «ا حـ» به مرکز آن یعنی بر نقطه‌ی «ه» می‌گذرد. فرمایش او: «زاویه‌ی «ه» آنی است که به حسب رؤیت مابین دو نقطه‌ی «ب، حـ» است»، بدان اولاً ناچاری از این که «ب، حـ» را به منطقه‌ی بروج منتقل کنی، پس آن دو را در آن‌جا فرض می‌کنی، نه آن گونه که در شکل است؛ چون آن دو نقطه بر خارج است، تا برهان آن برایت آشکار شود. پس گوییم همانا قوس «حـ ب» معلوم است؛ چون فرض بر این است که موضع شمس را در سه تا از نصف النهارها استعلام کنیم، پس خواهیم دانست زمانی را که بین هر دو نصف النهار واقع می‌شود، و همچنین سیر اوسط او را در آن زمان‌ها. و مراد او از رؤیت همین است، یعنی به وسیله‌ی رصد؛ پس آن قوس، مساوی با زوایه‌ی «ه» در مثلث «ب ه حـ» است.

(٦٥) فرمایش او: «و زاویه‌ی «حـ» همان نصف قوس «ا ب» است»؛ یعنی زاویه‌ی «حـ» از مثلث «ب حـ ه» است؛ بیانش این که قوس «ا ب» به رؤیت یعنی به رصد معلوم است ـ بدان‌چه که به تازگی بیان کردیم. و در شکل ١٩ از مقاله‌ی سوم «اصول» هم برهانی شد که زاویه‌ی مرکز دو برابر زاویه‌ی محیط است وقتی هر دو بر یک قوس باشند، پس زاویه‌ی «حـ» نصف قوس «ا ب» است. وقتی قوس «ا ب» معلوم است پس نصف آن هم معلوم است.

۱۱۲ قوله: «و تبقی زاویة «ب» تمامهما إلی نصف الدور معلومة».

۱۱۳ واعلم أنّه برهن في۳۲ من أولی «الأصول» و في الشكل الأوّل من الفصل العاشر و من الشكل العاشر من الفصل الثاني عشر كلا الفصلين في المقالة الأولی من المجسطي: «أنّ زوايا الثلاث في المثلث علی البسيط مساوية لقائمتين(۱۸۰)». ففي المقام إذا علمنا في مثلث «ب ه حـ» مقدار زاويتين منه فنطرحهما من نصف الدور(۱۸۰) فالحاصل هي مقدار زاوية «ب».(۶۶)

۱۱۴ **تبصرة:** إنّما قيّدنا المثلث علی البسيط أعني السطح لأنّ المثلث علی الكرة فجميع زواياه الثلاث أعظم من قائمتين كما برهن في الشكل ۱۱ من أولی أكرمانالاؤوس.(۶۷)

۱۱۵ قوله: «و نسبة جيبها إلی جيب زاوية «ه»، إلخ»، و ذلک لما بيّنا أنّ نسب الأضلاع كنسب الجيوب فهيهنا(۶۸)

$$\frac{\text{جيب زاوية «ب»}}{\text{جيب زاوية «ه»}} :: \frac{\text{ضلع «ه حـ»}}{\text{ضلع «حـ ب»}}$$

۱۱۶ قوله: «فـ«ه حـ» معلوم»، و ذلک لأنّ في الأربعة المتناسبة إذا كانت ثلاثة مقادير معلومة يصير الباقي معلوماً ففي المقام «ه حـ» يصير معلوماً.(۶۹)

---

(۶۶) فرمایش او: «و زاویه‌ی «ب» که تمام آن دو است تا نصف دور، معلوم می‌شود»؛ بدان که در شکل ۳۲ از مقاله‌ی اولای «اصول»، و در شکل اول از فصل دهم و از شکل دهم از فصل دوازدهم که هر دو فصل در مقاله‌ی اولای «مجسطی» است برهانی شد بر این که: «همانا زوایای سه‌گانه در مثلث بر سطح بسیط مساوی با دو قائمه (۱۸۰درجه) است». در این مقام وقتی مقدار دو زاویه در مثلث «ب ه حـ» را دانستیم، پس این مقدار دو زاویه را از نصف دور یعنی ۱۸۰ درجه می‌اندازیم، آن‌چه حاصل می‌شود همان مقدار زاویه‌ی «ب» است.

(۶۷) تبصره: این که مثلث را به بسیط مقید ساختیم، یعنی مثلث در سطح، برای آن است که مثلث بر کره، مجموع زوایای آن بزرگ‌تر از دو قائمه می‌شود، چنان که در شکل یازدهم از مقاله‌ی اولای «اکرمانالاؤوس» مبرهن شده است.

(۶۸) فرمایش او: «و نسبت جیب آن به جیب زاویه‌ی «ه»، الخ»؛ بیانش همانی است که بیان کردیم نسبت اضلاع مثل نسبت جیب‌هاست. پس در این‌جا:

$$\frac{\text{جيب زاويه‌ی «ب»}}{\text{جيب زاويه‌ی «ه»}} :: \frac{\text{ضلع «ه حـ»}}{\text{ضلع «حـ ب»}}$$

(۶۹) فرمایش او: «پس «ه حـ» معلوم است»؛ بیانش این‌که در اربعه‌ی متناسب وقتی سه مقدار معلوم باشد

$$\text{ه حـ} = \frac{\text{جيب زاوية «ب» × «حـ ب»}}{\text{جيب زاوية «ه»}}$$

۱۱۷ قوله: «و «ر حـ» جيب نصف قوس «ا حـ»، إلخ»، لايخفى أنّ الدائرة تساوي ۳۶۰ فإذا كانت قوسا «ا ب» «ب حـ» معلومتين فنطرح مجموعهما من ۳۶۰ فتبقى قوس «حـ ا» معلومة؛ ثمّ إنّه برهن في الشكل الثالث من ثالثة «الأصول»:

۱۱۸ «كلّ وتر خرج إليه من المركز خط فإن نصفه فهو عمود عليه و إن كان عموداً عليه فهو قد نصفه، إلخ.»[۷۰]

۱۱۹ فـ«ا ر حـ» وتر قوس «حـ ا» نصف على «ر» و على ما مرّ من أنّ الجيب نصف وتر ضعف القوس فـ«ر حـ» جيب نصف قوس «حـ ا» أعني نصف ما يبقى من الدور بعد قوسي «ا ب» «ب حـ» فصار «ر حـ» معلوماً.[۷۱]

۱۲۰ قوله: «فـ«ر ه» معلوم»، و ذلک لأنّ «ه حـ» معلوم على الأربعة المتناسبة كما دريت و «ر حـ» معلوم لأنّه جيب نصف قوس «ا حـ» فنطرح «ه حـ» من «ر حـ» يبقى «ر ه» معلوماً.[۷۲]

باقی هم معلوم می‌گردد، پس در این مقام «ه حـ» معلوم می‌گردد.

$$\text{ه حـ} = \frac{\text{جیب زاویه‌ی «ب» × «حـ ب»}}{\text{جیب زاویه‌ی «ه»}}$$

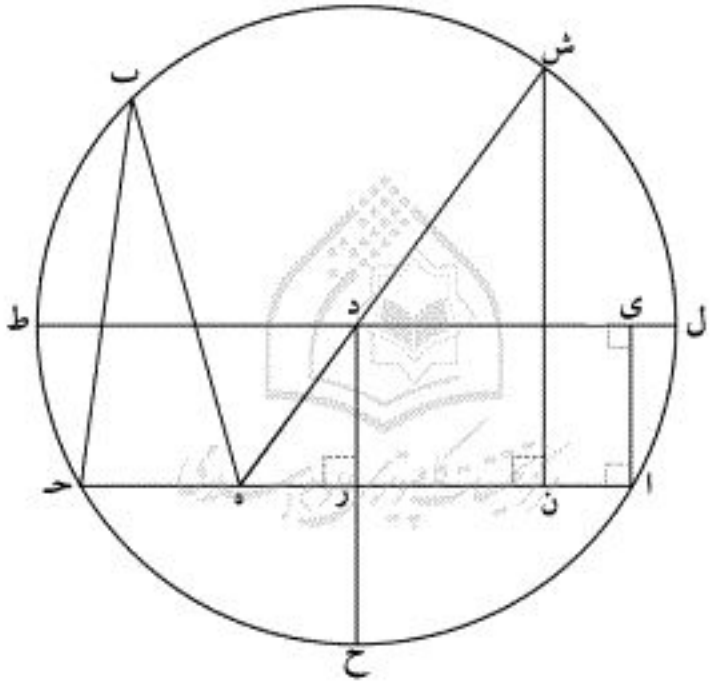
(۷۰) فرمایش او: «و «ر حـ» جیب نصف قوس «ا حـ» است، الخ»؛ پنهان نیست که دائره مساوی ۳۶۰ درجه است. وقتی دو قوس «ا ب» «ب حـ» معلوم باشد این مجموع را از ۳۶۰ می‌اندازیم، قوس «حـ ا» معلوم می‌شود. این مطلب در شکل سوم از مقاله‌ی سوم «اصول» مبرهن شد که: «هر وتری که از مرکز، خطی به سوی آن خارج شود، پس اگر آن را نصف کند، عمود بر اوست؛ و اگر بر او عمود باشد، پس آن خط آن وتر را نصف می‌کند، الخ.»

(۷۱) پس «ا ر حـ» وتر قوس «حـ ا» بر «ر» نصف شد. و بنابر آن چه که گذشت از این که جیب، نصف وتر دو برابر قوس است، پس «ر حـ» جیب نصف قوس «حـ ا» یعنی نصف آنی است که از دور باقی می‌ماند بعد از دو قوس «ا ب» «ب حـ»، پس «ر حـ» هم معلوم گردید.

(۷۲) فرمایش او: «پس «ر ه» معلوم است»؛ بیانش این‌که «ه حـ» معلوم است بنابر اربعه‌ی متناسب ـ چنان که متوجه شدی. و «ر حـ» معلوم است؛ چون که «ر حـ» جیب نصف قوس «ا حـ» است، پس «ه حـ» را از «ر حـ» می‌اندازیم، «ر ه» معلوم می‌شود.

۱۲۱ قوله: «و «ر د»»، و هو جيب تمام نصف قوس «ا حـ» أيضاً معلوم، و ذلک واضح بالتأمّل فيما مرّ.(۷۳)

۱۲۲ و إن شئت توضيحاً فليخرج عمود «د ر» إلى أن يلقى المحيط على «ح» فـ«د ح» نصف القطر و نقيم عليه من «د» عمود «د ل» فيكون «ل ح» ربع الدائرة و من «ر» عمود «ر ا» على «د ر ح» فيكون موازياً لـ «د ل» فنخرج من «ا» عمود «ا ی» على «ل د ط» القطر فخط «ا ی» هو جيب قوس «ا ل» مساوياً لـ«ر د» لأنّهما عمودان بين متوازيين.(۷۴)



شكل۴

(۷۳) فرمایش او: «و «ر د»، که همان جیب تمام نصف قوس «ا حـ» است هم معلوم است، و این مطلب با تأمل در آن چه که گذشت معلوم است.

(۷۴) و اگر توضیح خواستی، پس باید عمود «د ر» را خارج کنی تا آن که محیط را بر «ح» تلاقی کند، پس «د ح» نصف قطر است، و از «د» عمود «د ل» را بر آن قائم می‌کنیم، پس «ل ح» ربع دائره است، و از «ر» عمود «ر ا» را بر «د ر ح» می‌آوریم که می‌شود موازی با «د ل»، پس از «ا» عمود «ا ی» را بر «ل د ط» که قطر است خارج می‌کنیم، پس خط «ا ی» همان جیب قوس «ا ل» است که با «ر د» مساوی است؛ چون که هر دو، عمود بین دو متوازی‌اند.

۱۲۳ فحيث كان قوس «ح ح ا» معلومة فتمامها أعني قوس «ا ل» معلومة فجيبها أعني «ا ی» معلوم فـ«ر د» معلوم.

۱۲۴ قوله: «فـ«ه د» المطلوب و موضع الأوج منه معلوم كما مرّ»، أمّا «ه د» فلأنّ في مثلث «د ر ه» ضلعي «د ر» «ر ه» معلومان فبالعروس نأخذ مربع «د ر» «ر ه» و مجموعهما مساو لمربع «د ه» و نأخذ جذره و هو مقدار «د ه» كما مرّ.(۷۵)

۱۲۵ و أمّا موضع الأوج فلأنّا نخرج «ه د» إلى «ش» فتكون زاوية «ش ه ا» مركز البروج فنقول كما مرّ:(۷۶)

$$\frac{\text{ضلع «د ر»}}{\text{ضلع «د ه»}} :: \frac{\text{جيب زاوية «د ه ر» أعني جيب «ش ه ا»}}{\text{جيب زاوية «د ر ه» أعني جيب القائمة الجيب الأعظم}}$$

۱۲۶ فكما نبّهنا عليك مراراً تفرض الحروف على منطقةالبروج حتى يسهل عليك الأمر.(۷۷) قال:

۱۲۷ «و إذا لم‌يعتبر التقابل في النقط فعلى ما يجيء بيانه في استخراج أوساط القمر و الكواكب إن شاءالله تعالى و نعود إلى الكتاب.»(۷۸)

---

(۷۵) وقتی قوس «ح ح ا» معلوم است، تمام آن یعنی قوس «ا ل» هم معلوم است، پس جیب آن یعنی «ا ی» معلوم است، پس «ر د» معلوم است.

فرمایش او: «پس «ه د» مطلوب و موضع اوج آن هم معلوم است ـ چنان‌که گذشت.»؛ اما «ه د» برای این‌که در مثلث «د ر ه» دو ضلع «د ر» «ر ه» معلوم‌اند. بر اساس شکل عروس، مربع «د ر» «ر ه» را می‌گیریم و مجموع آن دو مساوی با مربع «د ه» است. و جذر آن را می‌گیریم که همان مقدار «د ه» است ـ چنان‌که گذشت.

(۷۶) و اما موضع اوج، برای این‌که «ه د» را تا به «ش» اخراج می‌کنیم، زاویه‌ی «ش ه ا» می‌شود مرکز بروج. پس همان‌گونه که گذشت گوییم:

$$\frac{\text{ضلع «د ر»}}{\text{ضلع «د ه»}} :: \frac{\text{جیب زاویه‌ی «د ه ر» یعنی جیب «ش ه ا»}}{\text{جیب زاویه‌ی «د ر ه» یعنی جیب قائمه که جیب اعظم است}}$$

(۷۷) همچنان‌که چندین بار تو را آگاهی دادیم، حروف را بر منطقةالبروج فرض می‌کنی تا امر بر تو آسان گردد.

(۷۸) خواجه نصیرالدین طوسی، تحریر مجسطی، مقاله‌ی ۳، فصل ۴.

خواجه گفت: «وقتی تقابل در نقطه‌ها اعتبار نشود، بنابر آن‌چه که بیانش در استخراج اوساط قمر و ستارگان ـ إن شاءالله تعالی ـ می‌آید و به کتاب بر می‌گردیم.»

۱۲۸ أقول: هذا آخر كلام المحرّر *عليه الرحمة و الغفران* في المقام.[۷۹]

۱۲۹ قوله: «على ما يجيء بيانه في استخراج أوساط القمر، إلخ»، أتى بما وعد في الفصل السادس من المقالة الرابعة من «المجسطي» و لما كان ما أتى به هناك مبتنياً على مقدمات كثيرة و خارج عما نحن بصدده الآن فلنعرض عنه إلى أن يحين حينه في شرحنا على «المجسطي» إن شاء الله تعالى.[۸۰]

۱۳۰ و نحن نذكر هيهنا شرذمة ممّا يكون مرتبطاً للمقام؛

۱۳۱ فنقول: البيروني في «الآثار الباقية» ص ۱۸٤ و ص ۱۸۵ بعد استخراج المطلبين المذكورين على طريقة القدماء قال:

۱۳۲ «و هذه طريقة القدماء في استخراج الأوج و أمّا المحدثون فإنّهم لمّا علموا أنّ الوقوف على أوقات الانقلابين صعب جداً و شبه الممتنع آثروا في إرصادهم لنقط «ا ب ج د» أوساط الأرباع، أعني أنصاف البروج الثوابت. و استخراج أستاذي أبونصر منصور بن علي بن عرّاق طريقة الاستخراج ما تقدم ذكره يحتاج إلى رصد ثلث نقط من فلك البروج كيف اتفقت بعد تحصيل مقدار سنة الشمس و قد ثبّتَ في كتاب «الاستشهاد باختلاف الأرصاد» أنّ فضل هذه الطريقة على ما أورده المحدثون كفضل ما أورده على القدماء، انتهى كلام البيروني.»[۸۱]

---

(۷۹) گویم: این آخرین کلام محرّر *علیه الرحمة و الغفران* است در این مقام.

(۸۰) فرمایش او: «بنابر آن چه که بیان آن در استخراج اوساط قمر می‌آید، الخ»؛ این را که وعده داده بود در فصل ششم از مقاله‌ی چهارم «مجسطی» آورده است؛ منتها آن‌چه را که در آن‌جا آورد، چون مبتنی بر مقدمات فراوان است و از آن‌چه که ما به صدد آنیم بیرون است، از آن اعراض می‌کنیم تا ـإن شاءالله تعالیـ وقت آن در شرح ما بر «مجسطی» فرا رسد، آن‌جا مطرح خواهیم کرد.

(۸۱) ابوریحان بیرونی (محمد بن احمد)، آثارالباقیة، ص۲۱۴، نشر میراث مکتوب، چ اوّل ۱۳۸۰ه.ش. الآن مقداری از آن چه را که به مقام مرتبط است را مطرح می‌کنیم: بیرونی در «آثارالباقیة» صص ۱۸۴و ۱۸۵ بعد از استخراج دو مطلب ذکر شده به روش قدما گفت: «این روش قدماست در استخراج اوج، امّا ریاضی‌دانان جدید چون می‌دانستد وقوف بر اوقات دو انقلاب بسیار سخت بلکه شبیه ممتنع است، در رصد کردن‌های‌شان در پی نقاط «ا ب ج د» اوساط ارباع یعنی انصاف

۱۳۳ أقول: و لم‌يستشهدني كتاب الاستشهاد و لا رسائل الأمير أبي‌نصر إلّا أنّ المحقق النيسابوري في شرحه على المجسطي أتى بخلاصة ما ذهب إليه الأمير أبونصر فنحن نذكره لأنّه يليق بأن يذكر ثمّ نشير إلى بيان ما أجمل بعون الله *تعالى*.(۸۲)

۱۳۴ قال النيسابوري:

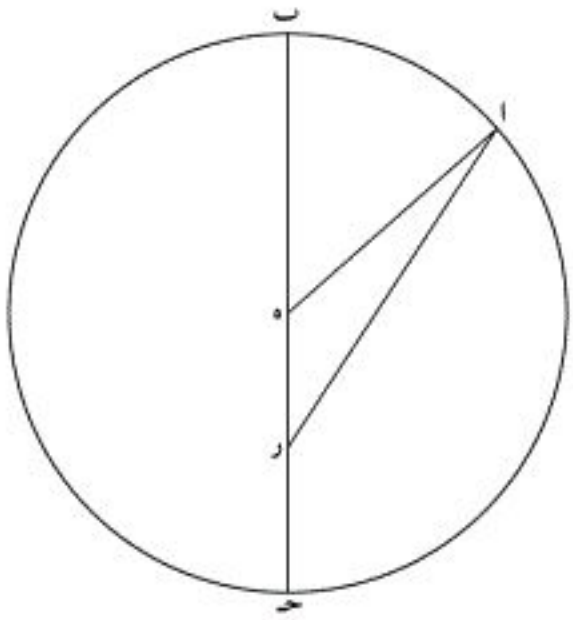
۱۳۵ «قال الأمير أبونصر و يمكن بيان هذا المطلوب بوجه آخر أصحّ مما ذكره بطليموس، إذا كان مسير الشمس المستوي و المرئي معلومين في زمانين متتاليين أما إذا كان الزمانان و المسير المرئي فيهما متساويان فإنّ النقطة الواسطة هو البعد الأبعد أو الأقرب يعرف أيّهما كان بسرعة المسير أو بطؤه و إذا كان المسير المستوي معلوماً فإنّه بسهولة يستخرج بعد ما بين المركزين و هو أن يضرب جيب فضل ما بين المسير المستوي و المرئي في أحد الزمانين في الجيب كله و نقسم المجتمع على جيب المسير المرئي في أحد الزمانين فما خرج فهو بعد ما بين المركزين.

۱۳۶ و برهان المعنى الأوّل ظاهر ولكنا نريد نذكر برهان هذا الحساب فندير دائرة «ا ب حـ» للفلك الخارج المركز على مركز «ه»، و نخرج قطر «ب حـ» يمرّ على المركزين وليكن مركز البروج «ر» و قوس «ا ب» مسير الشمس المستوي في أحد الزمانين و نصل «ه، ا» «ر، ا».(۸۳)

بروج ثوابت رفتند و استادم ابونصر منصور بن علی بن عرّاق در استخراج مطلوب فوق به این کار نیازمند می‌شود که سه نقطه از فلک البروج را پس از تحصیل اندازه‌ی سال شمسی رصد کند و من در کتاب «استشهاد در اختلاف أرصاد» اثبات کرده‌ام که برتری روش استاد من بر روش ریاضی‌دانان جدید مانند برتری طریقه‌ی ایشان است بر قدما، پایان کلام بیرونی.»

(۸۲) گویم: کتاب «الاستشهاد» و «رسائل» امیر ابونصر را نیافتم و در دست نداشتم، جز این‌که محقق نیشابوری در شرحش بر «مجسطی» خلاصه‌ی آن‌چه را که امیر ابونصر گفت آورده است. همین را یاد آور می‌شویم که شایسته‌ی بازگویی است. آن‌گاه به کمک خداوند *تعالی* به بیان آن‌چه که در کلامش اجمال دارد خواهیم پرداخت.

(۸۳) نیشابوری گفت: «امیر ابونصر گفت: «شاید این مطلوب را به وجه دیگری که صحیح‌تر باشد از آن‌چه بطلیموس ذکر کرد، بشود بیان کرد در وقتی که مسیر شمس به صورت مستوی و مرئی



شكل۵

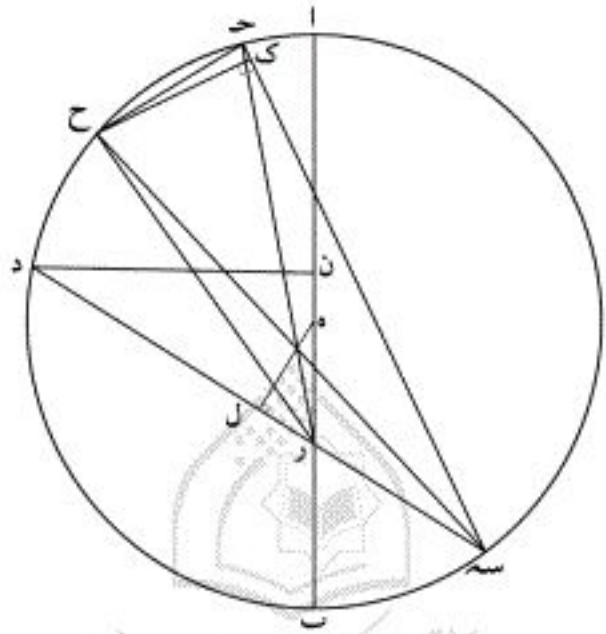
۱۳۷ فلأنّ زاوية «ا ر ب» التي للمسير المرئي معلومة بالرصد و زاوية «ا ه ب» التي للمسير المستوي أيضاً معلومة من قبل الزمان ففضل ما بينهما و هو زاوية «راه» معلوم فجيب زاوية «ا ر ه» معلوم لأنّه جيب المسير المرئي فنسبة «ر ه» إلى «ا ه» معلومة و هي كنسبة جيب فضل ما بين المسيرين في أحد الزمانين إلى المسير المرئي فيه، و ذلك ما أردناه.

۱۳۸ و أمّا إذا لم‌يكن المسير المرئي في الزمانين كما ذكرنا فإنّا نعيد دائرة «ا ب د»

در دو زمان پی هم معلوم باشد؛ اما وقتی دو زمان و مسیر مرئی در آن دو متساوی باشد، نقطه‌ی واسطه همان بُعد ابعد یا بعد اقرب است که معلوم می‌شود کدامیک از این دو به سرعت مسیر یا به کندی مسیر است. وقتی مسیر مستوی معلوم باشد به راحتی بُعد بین دو مرکز استخراج می‌شود و آن این است که جیب فضل مابین مسیر مستوی و مرئی در یکی از دو زمان در تمام جیب آن ضرب می‌شود و مجموع را بر جیب مسیر مرئی در یکی از دو زمان تقسیم می‌کنیم. پس آن‌چه به دست آید همان بُعد بین دو مرکز است.

برهان معنای اوّل ظاهر است، لکن می‌خواهیم برهان این حساب را یاد آور شویم. پس دائره‌ی «ا ب ح» را برای فلک خارج مرکز بر مرکز «ه» رسم می‌کنیم، و قطر «ب ح» را خارج می‌کنیم که بر هر دو مرکز بگذرد، لکن مرکز بروج باید «ر» باشد و قوس «ا ب» مسیر مستوی شمس در یکی از دو زمان، و «ه، ا» «ر، ا» را وصل می‌کنیم.

للخارج على قطر «ا ب» و مركز «ه» و «ر» على القطر مركز العالم وليكن «حـ ح» «ح د» قوسي مسير الشمس المستوي في الزمانين فيكونان معلومين من قبل الزمان و الحركة المستوية معلومة و نصل «ر، حـ» «ر، ح» «ر، د» و نخرج «ر د» على الاستقامة إلى «سـه» من محيط الدائرة و نصل «سـه، حـ» «سـه، ح».(۸۴)



شکل۶

(۸۴) برای این‌که زاویه‌ی «ا ر ب» که برای مسیر مرئی است به رصد معلوم است، و زاویه‌ی «ا ه ب» که برای مسیر مستوی است نیز از قبل زمان معلوم است، پس زیادی مابین این دو که همان زاویه‌ی «ر ا ه» است معلوم خواهد بود. پس جیب زاویه‌ی «ا ر ه» معلوم است؛ چون جیب مسیر مرئی است، پس نسبت «ر ه» به «ا ه» معلوم است، و این نسبت مثل نسبت جیب زیادی مابین دو مسیر در یکی از دو زمان به مسیر مرئی در آن است. و این همانی بود که ما آن را اراده کرده‌ایم. اما وقتی مسیر مرئی در دو زمان ـ چنان که گفتیم ـ نباشد، دائره‌ی «ا ب د» را اعاده می‌کنیم برای خارج بر قطر «ا ب»، و مرکز «ه»، و «ر» بر قطر مرکز عالم باشد، لکن باید «حـ ح» «ح د» دو قوس مسیر مستوی شمس در دو زمان باشند، پس این دو قوس از قبل زمان و حرکت مستوی معلوم‌اند. و «ر، حـ» «ر، ح» «ر، د» را وصل می‌کنیم و «ر د» را به صورت مستقیم تا به «سـه» از محیط دائره خارج می‌کنیم، و «سـه ، حـ» «سـه ، ح» را وصل می‌کنیم.

۱۳۹ فلأنّ زاوية «د ر حـ» معلومة فإنّ زاوية «حـ ر سمـ» تبقى معلومة لأنّها تمام قائمتين لزاوية معلومة و زاوية «د سمـ حـ» لأنّها بمقدار قوس «د حـ» المعلومة على المحيط معلومة فزاوية «سمـ حـ ر» معلومة فأضلاع مثلث «سمـ ر حـ» نسب بعضها إلى بعض معلومة و نصل وتر «حـ ح» و نسبته إلى القطر معلومة و كذا نسبته إلى «سمـ حـ» معلومة.

۱۴۰ فإذا أخرجنا من «ح» عمود «ح ک» على «حـ سمـ» كان في مثلث «حـ ح ک» ضلعا «حـ ح» «ح ک» معلومين، و زاوية «ک» قائمة فتصير زاوية «حـ ح ک» معلومة فجميع زوايا مثلث «ح سمـ حـ» معلومة و كانت نسبة «حـ ح» إلى القطر معلومة، فنسبة «سمـ حـ» إلى القطر معلومة فـ«سمـ حـ» معلوم، فقوس «سمـ ا حـ» معلومة، و كانت قوس «حـ د» معلومة، فتبقى قوس «د سمـ» معلومة و كذلک وتر «د سمـ».

۱۴۱ و أيضاً كانت نسبة «سمـ حـ» إلى «سمـ ر» معلومة، فنسبة كل من «سمـ ر» «ر د» إلى القطر معلومة فـ«سمـ ر» «ر د» معلومان.(۸۵)

۱۴۲ و نخرج من المركز عمود «ه ل» على وتر «د سمـ» فـ«سمـ ل» معلوم و

(۸۵) برای این که زاویه‌ی «د ر حـ» معلوم است، همانا زاویه‌ی «حـ ر سمـ» به صورت معلوم باقی می‌ماند؛ چون این زاویه تمام دو قائمه برای زاویه‌ی معلوم است، و زاویه‌ی «د سمـ حـ» که به مقدار قوس «د حـ» معلوم بر محیط است، معلوم است، پس زاویه‌ی «سمـ حـ ر» معلوم خواهد بود، پس اضلاع مثلث «سمـ ر حـ» نسبت بعضی‌ها با بعضی معلوم است، و وتر «حـ ح» را وصل می‌کنیم و نسبت آن به قطر معلوم است، و نیز نسبت وتر به «سمـ حـ» هم معلوم است.

وقتی از «ح» عمود «ح ک» را بر «حـ سمـ» اخراج کردیم، در مثلث «حـ ح ک» دو ضلع «حـ ح» «ح ک» معلوم اند، و زاویه‌ی «ک» قائمه است، پس زاویه‌ی «حـ ح ک» معلوم می‌گردد، پس همه‌ی زوایای مثلث «ح سمـ حـ» معلوم‌اند، و نسبت «حـ ح» به قطر معلوم است، پس نسبت «سمـ حـ» به قطر معلوم است، پس «سمـ حـ» معلوم است، پس قوس «سمـ ا حـ» معلوم است، و قوس «حـ د» معلوم بود، پس قوس «د سمـ» معلوم می‌شود، و نیز وتر «د سمـ» هم معلوم می‌شود.

همچنین نسبت «سمـ حـ» به «سمـ ر» معلوم است، پس نسبت هر یک از «سمـ ر» «ر د» به قطر هم معلوم است، پس «سمـ ر» «ر د» هم معلوم‌اند.

نفضل عليه مربع نصف القطر بمربع «ه ل» فمربع «ه ل» معلوم و كذلك «ه‌ل»، و «ر ل» الذي هو فضل «سه د» المعلوم على «سه ر» المعلوم معلوم، فـ«ه ر» القوي على «ه ل» «ر ل» معلوم، فبعد ما بين المركزين معلوم.

۱۴۳ و إذا كانت النقطة التي تحاذي «د» من فلك البروج معلومة بالرصد صارت النقطة المحاذية للبعد الأبعد معلومة لأنّا نخرج عمود «ن د» على قطر «ا ب» و نسبته إلى «ه ل» المعلوم كنسبة «د ر» المعلوم إلى «ه ر» لتشابه مثلثي «ه‌ر ل» «د ن ر» من قبل اشتراك زاوية «ر» و كون كلّ من زاويتي «ل» «ن» قائمتين، فنسبة «ر د» إلى «د ن» معلومة و زاوية «ن» من مثلث «د ن ر» قائمة فزاوية «د ر ن» تصير معلومة لأنّ نسب الأضلاع كنسب الجيوب، و ذلك ما أردناه.

۱۴۴ قال: فهذا أصح مما عمل عليه بطليموس في معرفة البعد الأبعد لتعذر إدراك وقت الانقلاب بالحقيقة فهذه خلاصة ما ذكره الأمير أبونصر عرّاق في هذا العمل و هو قريب مما ذكره أبوالريحان في بعض تصانيفه و ظاهر أنّه مما لم‌يشترط فيه تقابل رصدين من الإرصاد الثلاثة، انتهى.»[۸۶]

(۸۶) فاضل نیشابوری، تفسیر التحریر، مقاله‌ی۳، فصل۴.

و از مرکز، عمود «ه ل» را بر وتر «د سه» خارج می‌کنیم، پس «سه ل» معلوم است، و بر آن مربع نصف قطر به مربع «ه ل» اضافه می‌کنیم، پس مربع «ه ل» معلوم است. همچنین «ه ل» و «ر ل» که همان زیادی «سه د» معلوم بر «سه ر» است معلوم است، پس «ه ر» که قوی بر «ه ل» «ر ل» است معلوم است، پس بُعد بین دو مرکز معلوم خواهد بود.

وقتی نقطه‌ای که محاذی «د» از فلک بروج به رصد معلوم باشد، آن نقطه‌ی محاذی با بُعد ابعد هم معلوم خواهد بود؛ چون عمود «ن د» را بر قطر «ا ب» خارج می‌کنیم و نسبت آن به «ه ل» معلوم، همانند نسبت «د ر» معلوم، به «ه ر» است؛ چون دو مثلث «ه ر ل» «د ن ر» از ناحیه‌ی اشتراک زاویه‌ی «ر» با هم تشابه دارند، و هر یک از دو زاویه‌ی «ل» «ن» قائمه‌اند، پس نسبت «ر د» به «د ن» معلوم است و زاویه‌ی «ن» از مثلث «د ن ر» قائمه است، پس زاویه‌ی «د ر ن» هم معلوم می‌گردد؛ چون نسبت‌های اضلاع مثل نسبت‌های جیب‌هاست. و این همانی بود که ما آن را اراده کرده بودیم. نیشابوری گفت: «پس این روش صحیح‌تر از آنی است که بطلیموس در شناخت بُعد ابعد بدان عمل

۱۴۵ أقول: أمّا بيانه و إن كان ظاهراً لمن علم ما قدّمناه إلّا أنّا نزيده بياناً فنقول: قول الأمير في الطريقة الأولى «فنسبة «ر ه» إلى «ا ه» معلومة»، و ذلک لما تقدم من أنّ نسب الأضلاع كنسب الجيوب ففي المقام لمّا كانت زاويتا «ا»، «ر» معلومتين و «ا ه» نصف القطر الخارج معلوم فتكون[۸۷]

$$\frac{\text{«ر ه» (ضلع زاوية «ا»)}}{\text{«ا ه» (ضلع زاوية «ر»)}} :: \frac{\text{جيب زاوية «ا»}}{\text{جيب زاوية «ر»}}$$

۱۴۶ ففي الأربعة المتناسبة إذا كانت ثلاثة مقادير معلومة يصير الرابع المجهول معلوماً و
۱۴۷ هيهنا المجهول ضلع «ر ه» فطريق العمل في المقام هكذا[۸۸]

$$\frac{\text{جيب زاوية «ا» × «ا ه» ضلع زاوية «ر»}}{\text{جيب زاوية «ر»}} = \text{«ر ه» ضلع زاوية «ا»}$$

۱۴۸ فنضرب جيب زاوية «ا» و هو جيب فضل ما بين المسير المستوي و المرئي في أحد الزمانين في الجيب كلّه أعني «ا ه» ضلع زاوية «ر» لأنّ «ا ه» نصف قطر الخارج و نقسم المجتمع على جيب المسير المرئي في أحد الزمانين أعني جيب زاوية «ر» فما خرج فهو «ر ه» بعد ما بين المركزين.[۸۹]

کرده است؛ چون ادراک وقت انقلاب به حقیقت دشوار و متعذر است. این بود خلاصه‌ی آن چه که امیر ابونصر عرّاق در این عمل یاد آوری کرد که نزدیک به همان روشی است که ابوریحان در بعضی از تصانیفش ذکر کرده است. روشن است که در این روش تقابل دو رصد از ارصاد سه‌گانه در آن شرط نشده است، پایان.»

(۸۷) گویم: اگرچه بیان امیر ابونصر بدان چه که قبلاً تقدیم داشتیم روشن است، جز این که ما با بیان بیش‌تری آن را روشن می‌سازیم، پس می‌گوییم: قول امیر در طریقه‌ی اولی: «پس نسبت «ره» به «ا ه» معلوم است»؛ بیانش قبلاً گذشت که نسبت‌های اضلاع مثل نسبت‌های جیب‌هاست. پس در این مقام وقتی دو زاویه‌ی «ا»، «ر» معلوم‌اند، و «ا ه» نصف قطر خارج هم معلوم است، پس این‌طور می‌شود:

$$\frac{\text{«ر ه» (ضلع زاویه‌ی «ا»)}}{\text{«ا ه» (ضلع زاویه‌ی «ر»)}} :: \frac{\text{جیب زاویه‌ی «ا»}}{\text{جیب زاویه‌ی «ر»}}$$

(۸۸) در اربعه‌ی متناسب وقتی سه مقدار و اندازه معلوم باشند قهراً اندازه‌ی چهارمی مجهول هم معلوم می‌گردد، و در این‌جا مجهول همان ضلع «ر ه» است، پس راه عمل در این مقام این‌گونه است:

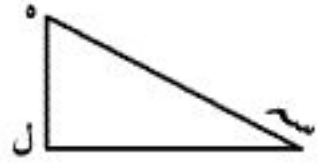
$$\frac{\text{جیب زاویه‌ی «ا» × «ا ه» ضلع زاویة «ر»}}{\text{جیب زاویه‌ی «ر»}} = \text{«ر ه» ضلع زاویه‌ی «ا»}$$

(۸۹) پس جیب زاویه‌ی «ا» را که همان جیب زیادی مابین مسیر مستوی و مرئی در یکی از دو زمان

١٤٩ قوله في الطريقة الثانية: «و زاوية «د سه حـ» لأنّها بمقدار قوس «د حـ» المعلومة، إلخ»، زاوية «د سه حـ» نصف قوس «د حـ» مقداراً لأنّ زاوية المحيط نصف زاوية المركز كما في الشكل ١٩ من ثالثة «الأصول».

١٥٠ قوله: «فـ«سه ل» معلوم»، و ذلک لأنّ «سه د» نصف على «ل» بقسمين متساويين كما في الثالث من ثالثة «الأصول».[٩٠]

١٥١ قوله: «و يفضل عليه مربع نصف القطر بمربع «ه ل»»، و ذلک لأنّا إذا وصلنا «سه ه» يحدث مثلث هكذا[٩١]



شكل٧

١٥٢ و «ل» منه قائمة، فبالعروس مربع «سه ل» + مربع «ه ل» = لمربع «سه ه»، فلأنّ «سه ه» منه نصف قطر منطقة البروج فيفضل على «سه ل» بمربع «ه ل» و الباقي ظاهر.

١٥٣ قوله: «لأنّا نخرج عمود «ن د» على قطر «ا ب»، إلخ»، أقول: في مثلث «د ن ر» على ما مرّ من أنّ نسب الأضلاع كنسب الجيوب يكون:[٩٢]

١٥٤

هست را در همه‌ی جیب ضرب می‌کنیم؛ یعنی «ا ه» ضلع زاویه‌ی «ر» است؛ چون «ا ه» نصف قطر خارج است، و آن مجتمع را بر جیب مسیر مرئی در یکی از دو زمان یعنی در جیب زاویه‌ی «ر» تقسیم می‌کنیم، پس آن که خارج شد همان «ر ه» است که بُعد بین دو مرکز خواهد بود.

(٩٠) قول او در طریق دوم: «و زاویه‌ی«د سه حـ» که به مقدار قوس «د حـ» معلوم است، الخ»، زاویه‌ی «د سه حـ» از حیث مقدار نصف قوس «د حـ» است؛ چون زاویه‌ی محیط نصف زاویه‌ی مرکز است، چنان‌که در شکل نوزدهم از مقاله‌ی سوم «اصول» گفته آمد.

قول او: «پس «سه ل» معلوم است»؛ بیانش این که چون «سه د» بر «ل» به دو قسم متساوی تنصیف شده است، چنان‌که در شکل سوم از مقاله‌ی سوم «اصول» گفته آمد.

(٩١) قول وی: «و زیاد می‌آید بر او مربع نصف قطر به مربع «ه ل»، بیانش آن که وقتی ما «سه ه» را وصل کردیم مثلثی این چنینی (شکل٧) تشکیل می‌شود.

(٩٢) و «ل» آن قائمه است، پس بر اساس شکل عروس مربع سه ل + مربع ه ل = مساوی با مربع «سه ه»

←

$$\frac{\text{جيب زاوية «ر»}}{\text{ضلع «ن د»}} :: \frac{\text{جيب زاوية «ن»}}{\text{ضلع «ر د»}}$$

۱۵۵ ففيه مجهولان أحدهما ضلع «ن د» و الآخر جيب زاوية «ر» فعلى تشابه المثلين كما
۱۵۶ برهن في الشكل الرابع من سادسة «الأصول» يصير ضلع «ن د» معلوماً ففي المثلثين:[۹۳]

$$\frac{\text{ن د}}{\text{ه ل}} :: \frac{\text{د ر}}{\text{ه ر}}$$

۱۵۷ فلمّا صار «ن د» معلوماً يصير جيب زاوية «ر» معلوماً ثمّ نقوّس ذلك الجيب، فالحاصل قوس «ا ح ط د» و هو الباقي و باقي الكتاب ظاهر و الحمد لله ملهم الصواب.[۹۴]

۱۵۸ ثمّ أقول: ما مرّ من طريقة استخراج بعد ما بين المركزين و الأوج في فلك الشمس إنّما هو مبتن على أن يكون لها فلكان خارج المركز و الممثّل كما هو رأى بطليموس و جلّ المحققين على ما بيّن في صدر الرسالة، و بطليموس لم‌يذكر في «المجسطي» استخراجهما على فرض التدوير لها و إن كان يعلم بالقياس إلى سائر الكواكب السيّارة التي لها فلك التدوير و الفاضل المحقق النيسابوري برهن في الشرح طريقة استخراجهما

است، پس برای این که «سه ه» از آن نصف قطر منطقةالبروج است، پس زیاد می‌آید بر «سه ل» به مربع «ه ل». و بقیه هم روشن هستند.

قول او: «برای این که عمود «ن د» را بر قطر «ا ب» اخراج می‌کنیم، الخ.»

گویم: در مثلث «د ن ر» ـبنابر آن چه گذشتـ از این که نسبت‌های اضلاع همانند نسبت‌های جیب‌هاست این می‌شود:

$$\frac{\text{جیب زاویه‌ی «ر»}}{\text{ضلع «ن د»}} :: \frac{\text{جیب زاویه‌ی «ن»}}{\text{ضلع «ر د»}}$$

(۹۳) در این‌جا دو مجهول وجود دارد؛ یکی از آن دو مجهول ضلع «ن د» است، و دیگری جیب زاویه‌ی «ر»، پس بنابر تشابه مثلین، چنان‌که در شکل چهارم از مقاله‌ی ششم «اصول» برهانی شده است، ضلع «ن د» معلوم می‌گردد، پس در مثلین:

$$\frac{\text{ن د}}{\text{ه ل}} :: \frac{\text{د ر}}{\text{ه ر}}$$

(۹۴) وقتی «ن د» معلوم گردید، جیب زاویه‌ی «ر» هم معلوم می‌گردد؛ سپس آن جیب را قوس دار می‌کنیم، پس حاصل، قوس «ا ح ط د» است که همو باقی است. بقیه‌ی کتاب ظاهر است. سپاس خداوندی را که الهام کننده‌ی راه صحیح است.

على ذلک الفرض أيضاً لكنّا قد اقتفينا أثرهم و أعرضنا عمّا تصدى له خوفاً للإطالة مع قلة العائدة و لعلّنا نذكرهما و نبرهنهما على ذلک الفرض في شرحنا على المجسطي، و إلى هنا نختم الرسالة و قد فرغنا عنها في ليلة الجمعة الخامسة عشرة من ذي الحجة ۱۳۷۹ هجري و أنا عبده الراجي الحسن بن عبدالله الطبري الآملي، المدعو: (حسن زاده‌ی آملی) و الحمد لله ربّ العالمين ربّ أنعمت فزد.[۹۵]

مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی

(۹۵) آن‌گاه گویم: آن چه را که از طریقه‌ی استخراج بُعد ما بین دو مرکز و اوج در فلک شمس گفته آمد مبتنی بر این بود که برای آفتاب دو فلک خاج مرکز و ممثّل باشد، چنان‌که رأی بطلیموس و بیش‌تر محققین بر آن است که در اول رساله هم بدان متذکر شدیم. بطلیموس در «مجسطی» استخراج این دو را بر فرض فلک تدویر برای آفتاب ذکر نکرد، اگرچه به قیاس با دیگر ستارگان سیاری که برای آن‌ها فلک تدویر مطرح است دانسته می‌شود، و فاضل نیشابوری در شرح، طریقه‌ی استخراج این دو را بر فرض فلک تدویر برای آفتاب هم برهانی کرد، لکن ما هم به آن‌ها اقتدا کرده و به خاطر ترس از اطاله‌ی کلام با فایده‌ی اندکش از آن اعراض کردیم. و شاید این دو را بر فرض فلک تدویر هم در شرح‌مان بر «مجسطی» یادآوری کرده، آن را برهانی کنیم. حال در همین‌جا این رساله را به پایان می‌بریم که در شب جمعه پانزدهم از ذی‌الحجه‌ی ۱۳۷۹هجری از آن فراغت یافتیم. و من بنده‌ی امیدوار او، حسن بن عبدالله طبری آملی معروف به حسن زاده‌ی آملی هستم. و سپاس مر خدایی را که پروردگار عالمیان است! پروردگارا نعمت دادی پس زیاد فرما!

مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی

ملحقات

بُعد مابین المرکزین

مراد از بُعد بین المرکزین، بُعد بین مرکز عالم أعنی مرکز زمین و مرکز فلک خارج مرکز است.[1]

فلک الشمس

ابسط افلاک فلک شمس است که با فرض دو فلک اوضاع وی نسبت به زمین از اوج و حضیض و سرعت و بطؤ دانسته می‌شود؛ یکی به نام فلک ممثَل، و دیگری به نام فلک خارج مرکز، که به تعبیر دیگر ممثَل شمس و خارج مرکز شمس گویند.[2]

تعدیل الشمس

آفتاب که بر اوج باشد یا بر حضیض، آن دو خط که سوی او بیرون آید از مرکز عالم و از مرکز فلک، اوج یکی گردند و میان‌شان اختلاف نبود، و چون بجز این دوجای باشد از محیط فلک، اوج آن دو خط یکی نشوند؛ ولکن چون بر آفتاب تقاطع کنند یکی به جایی رسد از ممثل و دیگر به جای دیگر. پس آن قوس از ممثَل که میان این دو خط بود تعدیل اوست.[3]

التدویر

متفکران در خلق سماوات و ارض، کواکب متحیره را علاوه بر اوج و حضیض گاهی به توالی و گاهی به خلاف توالی متحرک به حرکت سریع یافتند، و گاهی آن‌ها را در میان آن دو أعنی به توالی و خلاف توالی مقیم، لاجرم برای تنظیم و تحصیل حرکات آن‌ها فلکی به نام تدویر فرض کرده‌اند که این فلک تدویر در ثخن فلک خارج مرکز و مغرق است.[4]

---

۱. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس۵۹، ج۱، ص۳۲۴، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.
۲. همان، ص۳۲۳.
۳. ابوریحان بیرونی (محمد بن احمد)، التفهیم، ص۱۱۷، نشر بابک، چ سوم ۱۳۶۲ ه.ش.
۴. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس ۶۰، ج۱، ص۳۳۱، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.

الفلک الخارج المرکز

و خارج مرکز آن فلک درونی [ممثّل] است که جرم شمس در ثخن او قرار گرفته است... که مرکز آن از مرکز زمین خارج است و به همین سبب آن‌را فلک خارج مرکز گفته‌اند.[۱]

الممثّل

فلک ممثّل آن فلک کلّی است که فلک خارج مرکز در ثخن آن قرار گرفته است.[۲]

آثور

سومین ماه از ماه‌های قبطیان.[۳]

ماخور

ششمین ماه از ماه‌های قبطیان.[۴]

ماسوری

آخرین ماه از ماه‌های قبطیان.[۵]

الاعتدال الربیعي و الخریفي

چون شمس به حرکت خاصه‌ی خود از آن نقطه‌ی تقاطعی گذرد که در شمال معدل‌النهار افتد آن نقطه را نقطه‌ی اعتدال ربیعی و رأس‌الحمل خوانند که اوّل حمل یعنی اوّل بهار است که اوّل فروردین است. و آن نقطه‌ای که نظیر اوست، چون آفتاب از وی گذرد جنوبی شود، آن را اعتدال خریفی و رأس‌المیزان خوانند که اول پاییز است.[۶]

---

۱. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس ۵۹، ج۱، ص۳۲۴، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.
۲. همان.
۳. ابوریحان بیرونی (محمد بن احمد)، التفهیم، ص۱۱۷، نشر بابک، چ سوم ۱۳۶۲ ه.ش.
۴. همان.
۵. همان.
۶. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس ۷، ج۱، ص۲۶، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.

الانقلاب الصيفي و الشتوي

دو نقطه‌ی تقاطع دائره‌ی مارّه‌ی به اقطاب اربعه با منطقةالبروج را دو نقطه‌ی انقلاب گویند. آن نقطه‌ی انقلاب که در نیمه‌ی شمالی منطقةالبروج بود انقلاب صیفی گویند که چون شمس بدان‌جا رسد اوّل تابستان در اکثر بقاع بود. و آن دیگر را که در نیمه‌ی جنوبی منطقةالبروج بود انقلاب شتوی گویند که چون شمس بدان‌جا رسد اول زمستان در اکثر بقاع بود.[۱]

اوج الشمس

«اوج» معرّب اوگ است، و آن کلمه‌ای است هندی که به معنای علو است؛ چون ابعد نقطه‌ای است از محیط فلک خارج به مرکز عالَم، و «حضیض» لفظی است عربی به معنای پستی که مقابل اوج است؛ یعنی اقرب نقطه‌ای است از محیط فلک خارج به مرکز عالَم.[۲]

مقدار الحركة الوسطي للشمس

مقصود از حرکت وسطی سیر معتدل و متشابه است که قدما برای آفتاب هر شبانه روزی مطابق بسیاری از ارصاد **نط ح ک** یعنی ۵۹ دقیقه و ۸ ثانیه و ۲۰ ثالثه به تقریب استخراج کرده‌اند.[۳]

الضرب في العمل الستيني

جدول ضرب ارقام ستّینی و ترسیم جدول و تنمیق ارقام آن بدین گونه است که از یک تا شصت را در یک تا شصت ضرب باید کرد، و هرگاه حاصل ضرب از شصت فزون‌تر شده است هر شصت را یک عدد محسوب باید داشت و آن را مرفوع باید خواند؛ مثلاً «ل» را در «ب» ضرب کردیم (س= ب × ل) حاصل می‌شود یک مرفوع

---

۱. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس ۸، ج۱، صص۲۸و۲۹، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.
۲. همان، درس ۵۹، ج۱، ص۳۲۸.
۳. ابوریحان بیرونی (محمد بن احمد)، التفهیم، ص۱۱۹، نشر بابک، چ سوم، ۱۳۶۲ ه.ش.

و بدین نحو می‌نویسیم ا ﻫ و چون آن را در حـ ضرب کنیم و (صـه= حـ × ل) یک مرفوع و سی می‌شود و بدین صورت می‌نگاریم ا ل. و چون م را در یا ضرب کنیم هفت مرفوع و بیست می‌شود بدین صورت $(\frac{٦٠}{٧}\Big| ٤٤٠ = ١١ \times ٤٠)$ و علی هذا القیاس. و برای تسهیل در محاسبه بهتر آن است که جدول ستّینی حساب شده و نگاشته در نزد حاسب حاضر باشد.[1]

مرفوع

مرفوع در مقابل مبسوط است. مرفوع را دانستیم که هر شصت را یکی می‌گیرند، و مبسوط آن رقمی است که به شصت نرسیده است... و مرفوع چون از یک مرتبه بالا رود، آن را مرّتین گویند و علی هذا القیاس چون به بالا رود.[2]

منحطّ

بدین معناست که هر مرتبه‌ی ارقام ستّینی یک مرتبه پایین بیاید؛ اگر درجه است، به دقیقه؛ و اگر دقیقه است، به ثانیه و هکذا.[3]

التقویس

و یقول في «سراج الاستخراج»: إذا کانوا یریدون حصّة تعدیل عدد من جدول التعدیل و لیس موجوداً في سطر العدد، فیبحثون عن عددین متوالیین، بحیث یکون العدد الأوّل أقلّ من المطلوب و الثاني أکثر. فحینئذ یأخذون التفاضل بین الحصّتین في العددین المذکورین، ثمّ یضربون رقم التفاضل في العدد المفروض ثمّ یقسمون الحاصل علی التفاضل بین کلا العددین، و ما یبقی خارج القسمة یضیفونه إلی حصة العدد الأقلّ حتّی یحصلوا علی المطلوب. و هذا العمل یسمّونه التعدیل.

و إذا کانت الحصّة معلومة و العدد مجهولاً فتطلب حصّتین متوالیتین إحداهما

---

۱. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس ۶۸، ج۲، ص۵۰۵، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.
۲. همان، ص۵۱۲.
۳. همان، درس ۱۰۲، ج۲، ص۷۰۱.

من عدد معلوم أقلّ و الثانية من عدد معلوم أكثر. ثمّ التفاضل ما بين كلا العددين نضربه بالتفاضل بين الحصّة المقدّمة و الحصّة المعلومة. و نقسم الحاصل على التفاضل الموضوع بين كلا الحصّتين. و نضيف الخارج على العدد الأقلّ حتى يصير العدد المجهول معلوماً، و هذا العمل يقال له التقويس.[1]

الخط القوي

وتر زاویه‌ی قائمه‌ی مثلث، قوی بر آن دو ضلع دیگر مثلث است. یعنی مربع آن مساوی مجموع مربع این دو است، و قوه‌ی خط، مربع اوست که آن خط بر وی محیط است.

نصف النهار

دائره‌ی نصف‌النهار عظیمه‌ای خواهد بود که بدو قطب افق و دو قطب معدّل‌النهار گذرد.[2]

الاسطرلاب

بدان که این اسم یونانی است و معنای آن ترازوی آفتاب است چه «اسطر» ترازوست و «لاب» آفتاب، و ابوریحان بیرونی در بعضی تصانیف خود آورده است

---

۱. تهانوی (محمد علی)، کشّاف اصطلاحات الفنون و العلوم، ج۱، ص۴۸۱، نشر مکتبة لبنان ناشرون، چ اوّل ۱۹۹۶م.

در «سراج الاستخراج» گوید: اگر از جدول تعدیل حصّه، تعدیل عددی خواهند که در سطر عدد موجود نباشد، دو عدد متوالی در سطر عدد بجویند بر وجهی که عدد اوّل کم‌تر از عدد مطلوب الحصه بود و دوم بیش‌تر، پس تفاضل میان دو حصّه‌ی آن دو عدد بگیرند و آن را در عدد مفروض ضرب کنند و حاصل را بر تفاضل میان هر دو عدد قسمت کنند و خارج قسمت را بر حصه‌ی عدد اقل افزایند تا مطلوب حاصل شود و این عمل را تعدیل خوانند.

و اگر حصّه معلوم باشد و عدد آن مجهول، دو حصّه‌ی متوالی طلب کن که یکی از عدد معلوم کم‌تر باشد و دیگری از عدد معلوم بیش‌تر باشد، سپس تفاضل مابین دو عدد را در تفاضل بین حصه‌ی مقدّم و حصّه‌ی معلوم ضرب می‌کنیم و حاصل را بر تفاضل بین دو حصّه تقسیم می‌کنیم و خارج قسمت را بر عدد اقل می‌افزاییم تا عدد مجهول، معلوم گردد، و این عمل را تقویس گویند.

۲. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس ۲۱، ج۱، ص۶۱، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.

که اصل اسطرلاب در لغت یونانی «اسطرلابون» است به معنای آینه‌ی کواکب، و بعضی معنای اسطرلاب را بدین توجیه گفته‌اند که «لاب» نام پسر هرمس حکیم است و این آلت اختراع اوست هرگاه «لاب» دوائر فلکی را در سطح مستوی مرتسم ساخت هرمس متعجّب شده سؤال کرد که **من سطر هذا؟** لاب، در جواب گفت که: **سطره لاب**، ازین ممرّ این آلت مسمّا به اسطرلاب گشت. بالجملة اسطرلاب آلتی است مشتمل بر اجزای چند که متحرّک است بعض آن بر بعض بر نهج اوضاع فلکی و وضعش حاصل می‌شود و به توهّم نمودن سطح که مماس باشد مر یکی از دو قطب کره را و خارج شود از قطب دیگر خطی مستقیم منتهی تا سطح مماس، و متحرّک باشد بر محیطات دوائر کره مع سکون طرفش که منطبق بر قطب است و رسم کند طرف متحرک خط مذکور بر سطح مماس دوائر و قسی و خط مستقیم را به نوعی که اقتضای تسطح باشد. پس اگر تماس مفروض بر قطب شمالی باشد اسطرلاب شمالی بود و اگر بر قطب جنوبی باشد اسطرلاب جنوبی بود و اجزای اسطرلاب که ضروری است چهارده است: علاقه، حلقه، عروه، کرسی، حجره، صفایح، عنکبوت، مدیر، ماسکه، عضاد، لبنتین، قطب، فرس، فلس.[1]

با این آلت ارتفاع کواکب، و تقویم و میل آن‌ها و مقدار ساعات شبانه‌روز، و بین‌الطلوعین، و میل کلی، و فصل سال و تحویل شمس به بروج، و مطالع چه استوائیه و چه آفاقیه، و عرض بلد و ارتفاع مرتفعات و عمق آبار و عرض انهار و درجات انحراف قبله‌ی بلاد و و و در مدّت کمی بسیار سهل و آسان می‌توان به دست آورد، ولی افسوس که از این صنعت گران‌مایه در کشور ما جز اسمی بیش نمانده است و به خیالات واهی از آن روی گردانیده‌اند.[2]

الربع المجیّب

آن را ربع دستور نیز گویند و آن آلتی است مختصر قلیل‌الأجزاء کثیرالفائدة.[3]

---

۱. جونپوری شیرازی (غلامحسین)، جامع بهادری، صص۴۸۹و۴۹۰، نشر دانشگاه آزاد، چ اول ۱۳۸۶ ه.ش.
۲. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، هزار و یک نکته، نکته‌ی۶۶۷، صص۴۵۸و۴۵۹، نشر رجا، چ پنجم ۱۳۶۵ه.ش.
۳. جونپوری شیرازی (غلامحسین)، جامع بهادری، ص۵۰۲، نشر دانشگاه آزاد.

اکثر بلکه همه‌ی آن‌چه از اسطرلاب تحصیل می‌شود از آن توان تحصیل کرد.[۱]

ارتفاع الشمس

دائره‌ی ارتفاع، عظیمه‌ای است که بر دو قطب افق بلد مفروض مثلاً یا دو قطب هر نقطه‌ی افق مفروض، که دو نقطه‌ی سمت رأس و سمت قدم است، و بر نقطه‌ی مفروض بر سطح فلک اعلا خواه آن نقطه مرکز کوکب باشد یا غیر آن گذرد. و چون از دو قطب افق می گذرد، دائره‌ی افق نیز از دو قطب وی گذرد لاجرم این دو دائره‌ی هر یک بر دیگری قائم است و یکدیگر را بر زوایای قائمه تقاطع می‌کنند... و آن را بدین جهت دائره‌ی ارتفاع گویند که ارتفاع و انحطاط کوکب و اجزای فلک یعنی اجزای قبّه‌ی جسم کلّ که بر سطح فلک اعلا برده می‌شوند، بدو معلوم شود. پس اگر نقطه‌ی مفروض مذکور فوق‌الأرض بود قوسی از دائره‌ی ارتفاع که بین آن نقطه و نقطه تقاطع دائره‌ی ارتفاع و دائره‌ی افق از جانب اقرب، و یا از جانبی که اقرب از آن نبود چنان‌که نقطه‌ی مفروض سمت‌الرأس یا سمت‌القدم بوده باشد، ارتفاع آن نقطه بود؛ و اگر آن نقطه تحت‌الأرض بود، قوس مذکور انحطاط آن نقطه بود؛ و اگر نقطه‌ی مفروض بر نفس دائره‌ی افق بوده باشد، آن را نه ارتفاع بود و نه انحطاط.[۲]

عرض البلد

قوسی از دائره‌ی نصف‌النهار که میان قطب افق که سمت‌الرأس است و دائره‌ی معدل‌النهار از جانب اقرب افتد، و یا میان قطب ظاهر معدل‌النهار و دائره‌ی افق از جانب اقرب افتد آن را عرض بلد گویند؛ زیرا که بدین مقدار از تحت معدّل یعنی از سطح آن عرض پیدا نموده است.[۳]

معدّل النهار

منطقه‌ی حرکت اولی را که از دوائر عظام است، دائره‌ی معدل‌النهار گویند. و به

---

۱. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، هزار و یک نکته، نکته‌ی۶۶۷، ص۴۶۱، نشر رجا، چ پنجم ۱۳۶۵ه.ش.
۲. همو، دروس هیئت، درس ۲۷، ج۱، ص۸۰، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.
۳. همان، درس ۲۶، ج۱، ص۷۹.

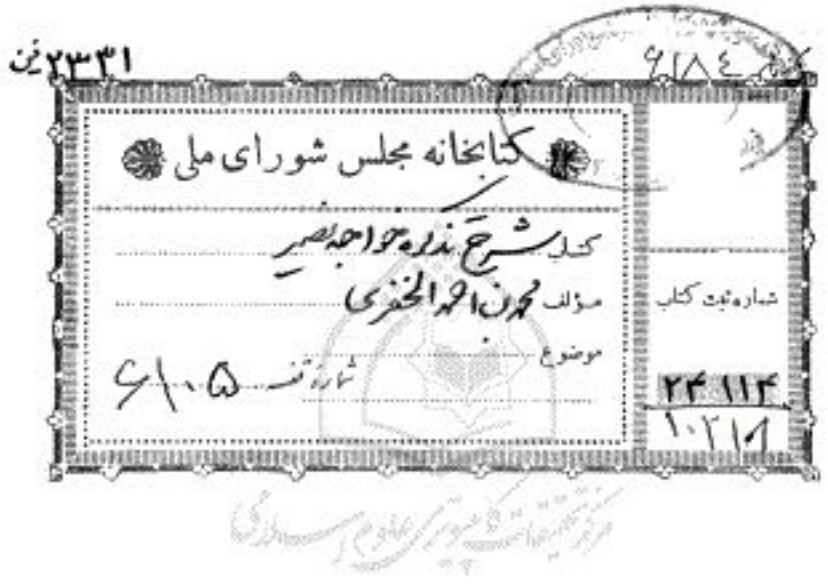
اطلاقْ معدل‌النهار و به تخفیف معدّل نامند و از آن تعبیر به منطقه‌ی فلک اعلا و اعظم، و منطقه‌ی فلک نهم نیز کنند؛ چنان‌که آن را دائره‌ی استوای سماوی، و دائره‌ی اعتدال هم خوانند.[1]

مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی

۱. حسن‌زاده‌ی آملی (حسن)، دروس هیئت، درس ۴، ج۱، ص۲۰، نشر بوستان کتاب، چ دوم ۱۳۷۵ه.ش.

۱. ملحق صفحه‌ی ۹

الفصل الخامس و السادس من «التذكرة» و شرحها للفاضلين الخفري و البرجندي



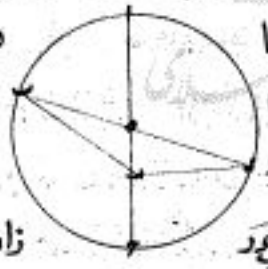
الفصل الخامس في اسناد بعض الحركات المختلفة

في الرؤية المعلومة بالرصد الى اصول يقتضي تشابهها في نفسها واختلافها بحسب الرؤية عندنا فائدة اذا اختلفت حركة فلكية عندنا وجب ان نطلب لها اصلا يتشابه تلك الحركة في نفسها بحسبها اي بحسب ذلك الاصل ويقتضي ذلك الاصل ايضا اختلافها بالقياس الينا بحسب رؤيتنا فان الحركات المختلفة لا يصدر عن الفلكيات ولنعلم ان احوال الحركات الفلكية المعلومة بالرصد التي لا يمكن صدورها عن الافلاك الا باختلاف وضعي او تركب في حركة من حركات متشابهة يقتضيان الاختلاف بالنسبة الينا اما فمنها السرعة والبطؤ والتوسط ومنها الوقوف والرجوع والاستقامة ومنها كون حركة المتحرك متشابهة حول نقطة مع قربه منها وبعده عنها ومنها عدم اتمام الدورة في الحركات السماوية كما سيجيء كل في موضعه وكل منها يحتاج الى اصل موصوف باحد امرين اي اختلاف الوضع او التركيب او بكليهما ولم يذكر المصنف في هذا الفصل الا اصولا يقتضي القسمين الاولين ولهذا قال في اول الفصل في اسناد بعض الحركات فمن الاصول ما هو مقتضى القسم الاول وهو كون الحركة متشابهة حول نقطة خارجة من مركز العالم الذي نحن بقربه اي لا فرق بين بسيط الارض ومركزها عند كرة الشمس وما وراءها بل هما شيء واحد في الحس ولا يمنع من ان يكون المحيط الذي يتحرك عليه المتحرك وليكن كوكبا مثلا حول تلك النقطة الخارجة اما محيطا بمركز العالم كما هو للارض واما غير محيطة به غير شامل للارض والاول يسمى الخارج المركز والثاني يسمى التدوير والخارج المركز وهو المسمى بالاصل الاول اذا فرض وهمي من غير ان يكون معه موافق مركز يحركه وفرض الكوكب يتحرك عليه اي على ذلك الخارج حول مركزه حركة بسيطة متشابهة سير الخارج تلك الحركة بالقياس الى مركز العالم وغيره من النقط التي هي غير ذلك المركز اي مركز الخارج بشرط ان يكون تلك النقطة داخلة في التامة

المارة

المارة بمركز الكواكب مخالفة فيكون تلك الحركة في القطعة من الخارج التي هي ابعد
اي من مركز العالم بطيئة وفي القطعة الاخرى منه التي هي اقرب الى مركز العالم سريعة وذلك
لان القسي المتساوية المقدار المختلفة بالبعد والقرب ترى بالنسبة الى تلك النقطة
المذكورة البعيدة منها اصغر من القريبة لان زاوية رؤية البعيدة التي هي وترها اصغر
من زاوية رؤية القريبة بالبرهان الذي نذكره عن قريب ان شاء الله العزيز ثم لا شبهة
في ان ذلك الكوكب يقطع تلك القسي المتساوية في ازمنة متساوية فاذا رويت البعيدة
اصغر من القريبة مع تساوي زمانهما في قطعهما فلا محالة يكون الحركة في البعيدة ابطأ منها
في القريبة بحسب الرؤية لان الحركتين اذا تساويا في الزمان واختلفا في المسافة كان
ما هو اقل مسافة ابطأ من الاخرى بالضرورة واذا اخرج خط يمر بمركز اي يمر بمركز
الخارج ويمر ايضا بمركز العالم او بالنقطة المفروضة التي هي غيرهما مرّ بالبعد الابعد
بالنسبة الى مركز العالم او تلك النقطة وهو منتصف القطعة البعيدة ويسمى اوج
ومر ذلك الخط بالبعد الاقرب بالقياس الى احدهما وهو منتصف القطعة القريبة
ويسمى الحضيض ونظير الاوج وذلك ما بيّن في الشكل السابع من ثالثة كتاب الاصول
من ان كل نقطة في داخل دائرة وليست بمركزها اذا اخرج منها خطوط الى محيطها
فاطولها المار بالمركز بعد خروجه عنها وقبل انتهائه الى المحيط واقصرها ما لا يمر
ويكون على استقامة المار والاقرب الى الاطول اطول والى الاقصر اقصر وخطان
عن جنبتيها متساويا البعد عنها متساويان فقط ثم اذا قام عليها اي على ذلك الخط
عمود يمر بمركز العالم او بتلك النقطة المفروضة ووصل الى المحيط فيما بين
مرّ بالبعدين الاوسطين اي بموضعي الحركة الوسطى وبقياسهما في العرف الجديد
البعدان الاوسطان بحسب الحركة وهما اي هذان البعدان الفصل المشترك بين القطعتين
البعيدة والقريبة وعندهما اي عند حوالي هما يكون الحركة متوسطة بين السرعة و
البطؤ فان السرعة والبطؤ امران اضافيان الى الحركة الوسطى المتشابهة التي هي حركة

الخارج المركز عند مركز وعند ذينك الحدين لا يكون السرعة ولا البطؤ بل انما يتحقق
عندهما تلك الحركة الوسطى كما بينا بعد فما وقع في الشرح من انه يكون عند ذينك
الحدين الحركة متوسطة بين غايتي السرعة والبطؤ الموجودين في ذلك الخارج لما
بين في المجسطي ان اريد بتوسطها كونها واسطة عددية فهو باطل قطعا فانه انما
يكون كذلك لو كان مجموع زاويتي غايتي البطؤ والسرعة مساويا لضعف زاوية الحركة
الوسطى وليس كذلك بل مجموعهما اعظم من ضعف هذه الزاوية كما يظهر من هذا الشكل
الذي فرض فيه دائرة اب ح د منطقة الخارج المركز على قطر اه ح ومركزه و نقطة
ز مركز العالم وفرض قوس اب مسافة الحركة في غاية البطؤ ووصل ب ه واخرج
الى ح فافرز به من محيط منطقة الخارج قوس ح د التي هي مسافة الحركة في غاية السرعة
مساوية لقوس اب فيكون زاويتا ه ب ح د ه المتقابلتين الحادثتين عند مركز الخارج
متساويتين فان مجموعهما اللذين هما ضعف زاوية الحركة الوسطى المتشابهة عند مركز
الخارج التي مسافتها اب ح د والحادثتين ب د ز د وهما زاويتا ب ز د لانه يكون في مثلث ب ز د

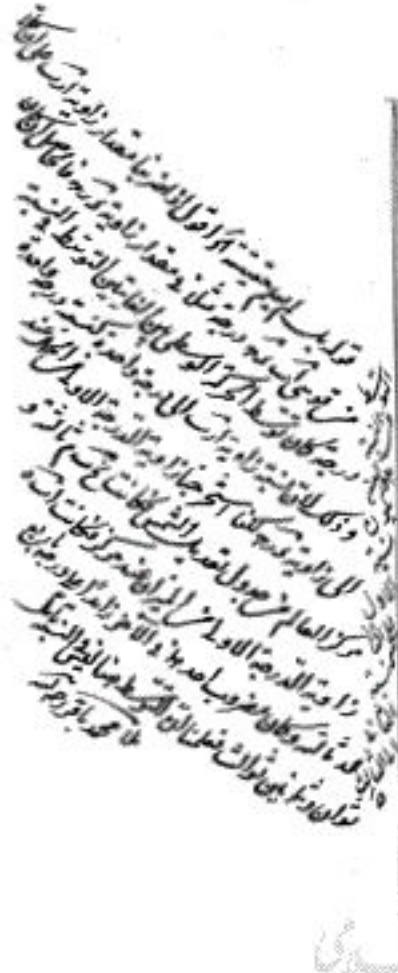


يساوي قوس اب اصغر من مجموع زاويتي عند مركز العالم بعد وصل خطي غايتي البطؤ والسرعة وذلك زاوية ب ز د اعظم من زاوية ب

لكون ضلع ز ب اطول من ضلع ز د واذا جعلنا زاويتي اب ح د مشتركا بينهما صارت
زوايا ب د اب ح د الثلث اعظم من زوايا ب د اب د اب ح د لكن مجموع زاويتي
ب د اب ح د بل مجموع زاويتي ه د اب ح د الداخلتين في مثلث ه ح د مساوية لزاوية
ح د ا الخارجة من ذلك المثلث وهي زاوية غاية السرعة ومجموع زاويتي ب د
اب بل مجموع زاويتي ه ب ح د ب ح د الداخلتين في مثلث ه ب ح مساوي لزاوية اه
الخارجة التي هي مساوية لزاوية ه ح د فمجموع زاويتي اب ح د ح اللتان هما زاويتا
غايتي السرعة والبطؤ المتساويتين في الزمان اعظم من مجموع زاويتي اه ح د ح المتساويتين

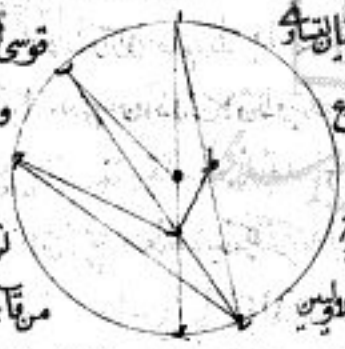
الاوضح ان يقول لبيان كون زاوية ب ز د اعظم من زاوية ب ز د ان زاوية ب ز د اعظم من زاوية ب ز د لانها خارجة عن مثلث ب ز د وزاوية ب ز د داخلة فيه ومقابلة لضلع ب د الاصغر من ضلع ب ز المقابل لزاوية ب ز د فهي اصغر منها

اللتين



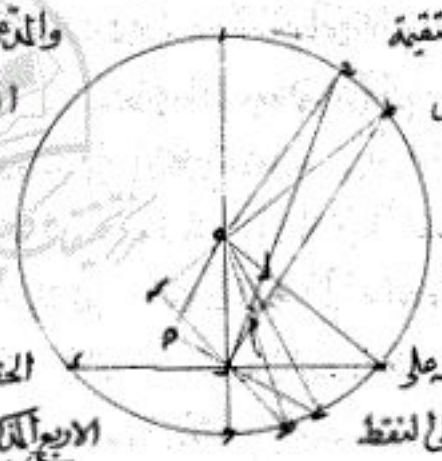
الذين هما ضعف زاوية حركة الخارج المركز بالنسبة الى مركزه وهي الحركة الوسطى فثبت
ان ضعف الحركة الوسطى اصغر من مجموع غايتي السرعة والبطؤ فلا يكون الحركة الوسطى
متوسطة بين غايتي السرعة والبطؤ كتوسط العدد بين حاشيتيه المتقابلتين وان اريد
بتوسط الحركة الوسطى بين غايتي السرعة والبطؤ التوسط في النسبة فهو غير مبرهن في المجسطي
بل لم يعلم حقيقته ولا حاجة الى التزام ذلك لما عرفت من ان السرعة والبطؤ انما يكونان
بالنسبة الى الحركة الوسطى المتشابهة عند مركز الخارج ولما كان الحركة عند البعدين
الاوسطين بالنسبة الى مركز العالم مساوية لحركة الخارج المركز بالنسبة الى مركزه كما
سبق جاز ان الحركة فيهما غير سريعة ولا بطيئة فيكون متوسطة معتدلة وهو المطلوب وانما
الى اعتبار غايتي السرعة والبطؤ ويظهر ايضا من الشكل المذكور اختلاف زاوية رؤية
القوسين المتساويتين من الخارج المركز الحادثتين عند مركز العالم كزاويتي ده ارب
فان زاوية دره هي زاوية رؤية قوس ه عند مركز العالم وزاوية ارب زاوية رؤية قوس اب
عنده وقد فرض تساوي قوسين وذلك لان زاوية دره اعظم من زاوية ده
بل من زاوية اه التي هي اعظم من زاوية ارب فزاوية دره اعظم من زاوية ارب
وظهر من هذا الشكل ايضا ان الحركة عند الحضيض كالحركة على قوس ه بالنسبة الى
مركز العالم وهي محدثة لزاوية دره اسرع من الحركة المتشابهة على تلك القوس عند
مركز الخارج وهي محدثة عنده لزاوية ده وان الحركة عند الاوج كالحركة على قوس
اب بالنسبة الى مركز العالم وهي التي تحدث زاوية ارب وابطأ من الحركة المتشابهة على
تلك القوس بالنسبة الى مركز الخارج وهي التي تحدث زاوية اه وذلك لان زاوية
دره وهي زاوية الحركة عند الحضيض اعظم من زاوية ده وهي زاوية الحركة الوسطى
وزاوية اه وهي زاوية الحركة الوسطى ايضا اعظم من زاوية ارب وهي زاوية الحركة عند
الاوج ولما كان الحركة في القسم الاوجي ابطأ من الحركة الوسطى المتشابهة وفي القسم
الحضيضي اسرع منها على الوجه الذي يكون الحركة متدرجة في السرعة من غاية البطؤ

الاوجية الى غاية السرعة الحضيضية كان لامحالة الحركة فى الحدين المتوسطين بين ذينك
القسمين مساوية للحركة الوسطى واما البرهان على ان الحركة متدرجة عند مركز
العالم فى السرعة من غاية البطؤ الاوجية الى غاية السرعة الحضيضية فلتقرره
نفرض د آ ر ه منطقة الخارج المركز على مركزه وليكن ر مركز العالم
ونصل ره ونخرجه فى الجهتين الى ا د فيكون ا ابعد الابعاد بالنسبة الى ر واقربها
اليه ر ونفرض قوسى ا ب ه ح متساويتين ونصل ب ر ه ر ونخرج ب ر الى ح ونصل
ا ح ح ح فلان قوس ا ح اعظم من قوس ه ح لان المركز فى قطعة ا ح ر وقوس ا ب
مثل ه ح فبقى قوس ا ح اعظم من قوس ح ح وكل واحدة منهما اقل من نصف الدائرة
فوتر ا ح اطول من وتر ح ح فنفصل ح ط مثل ح ح ونصل ر ط فلان ط ح ح ر
مثلث ط ح ر متساويان لضلعى ح ح ح ر من مثلث ح ح ر وزاويتا ح من ذينك
المثلثين متساويتان فتساوى
قوسى ا ب ه ح فيكون المثلثان
متساوى الاضلاع
والزوايا بالتناظر الى اصول
فزاوية ح ر ط
مساوية لزاوية ح ر ح فبقى
زاوية ح ر ط مساوية
لزاوية ب ر ط لكون كل منها
تمام واحدة من الاوليين
من قائمتين فزاوية ح ر ب اعظم
من زاوية ب ر ا فقوس ب ه المرئية بالاولى اعظم من قوس ا ب المرئية بالاخيرة مع
كونهما متساويتين فى نفس الامر فحركة مركز الكوكب على قوس ا ب بالنسبة الى مركز العالم اسرع
من حركته على قوس ه ح وهكذا الحال فى جميع اقسى المتوالية الى نقطة د التى هى ابعد
الابعاد وذلك ما اردنا بيانه ثم نقول اذا وصلنا خط ه ب كانت زاوية ا ه ب
خارجة عن مثلث ب ر ه ومساوية لداخلتى ب ر ه ه ب ر فالتفاوت بين الحركة على القوس
المفروضة من فلك الخارج المركز كقوس ا ب بالنسبة الى مركزه وبالنسبة الى مركز العالم
وهو بقدر زاوية ه ب ر يسمى بالاختلاف والتعديل وهو انما يتحدد بخطين يخرجان



من مركز

من مركزى الخارج والعالم الى مركز جرم الكوكب والتدوير فالزاوية التى يحدث هنا
هو مقدار الاختلاف وظاهر انه يتعدم فى البعد الابعد لانطباق الخطين احدهما
على الآخر فيتعاظم شيئا فشيئا بحسب تنازل الكوكب والتدوير الى غاية ما هى حيث يصير
الخط الواصل بين مركز العالم ومركز الكوكب والتدوير عمودا على الخط الآخر بمركزى
الخارج والعالم منتهيا الى البعدين الابعد والاقرب ثم يتصاغر شيئا فشيئا الى
ان يتعدم عند البعد الاقرب وليكن لبيان ذلك اسه دائرة خارج المركز على
مركزه وقطر اهـ ونقطة د عليه مركز العالم وب د الخط القائم على ذلك القطر
على قوائم ونصل ب ونفرض نقطتى ح ط فى جهة البعد الابعد ونقطتى ح ه
فى جهة البعد الاقرب ونصل بين مركزى الخارج والعالم وبين تلك النقط الاربع
بخطوط مستقيمة
متعاظمة على
زاوية ب
وهى متفاوتا
ت ولبيانها
م م ه ه سه على
مركز العالم الى النقط



والمدعى ان زوايا ط
الاولى واعظمها
وكذلك د ل
واعظمها التى
تخرج اعمدة د ل
الخطوط الخارجة من
الاربع المذكورة فلان وتر
د ح اقرب الى مركز الخارج من وتر د ط كان عمود د ل اقصر من عمود د م وكذلك
عمود د س اقصر من عمود د ه وعمود د ا اطول من جميع تلك الاعمدة لانه وتر للقائمة
فى المثلثات الحادثة وهى ل د م د م ه د ه س د س لكن تلك الاعمدة هى جيوب
للزوايا التى هى قائمة على اضلاعها امثال عمود د ل جيب لزاوية د ح ل لزاوية د ح
لانه اذا جعل نقطة ح مركزا ورسم عليه بعد ح د الذى هو وتر للقائمة قوسا
تحصر بين ضلعى ح د ح ل كان ضلع د ل جيبا لتلك القوس التى هى وتر لزاوية د ح ل

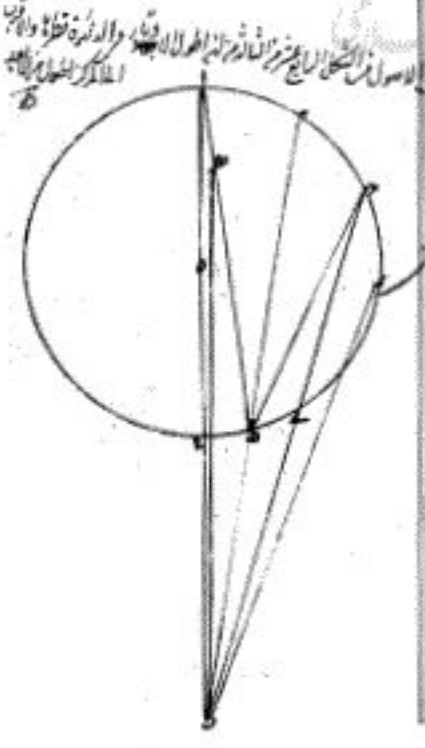
فيكون خطه ل جيبا لتلك الزاوية وهكذا في الاعدة الاخر فجميع اعمدة ه ل ه م
ه ر جيوب لزواياه ط ب وكما ان تلك الاعمدة متعاظمة على الولاء واعظمها
ه ر ثم ه م كذلك يكون زواياه ط ب متعاظمة على الولا فتعاظم جيوبها على
الولاء واعظمها زاوية ب ثم زاوية ط وكذلك حال زواياه ه ف فان جيوبها
وهي اعمدة ه ر ه ه ه س متعاظمة على الولاء واعظمها ه ر ثم ه ه فهي ايضا متعاظمة
على الولاء واعظمها زاوية ب ثم زاوية ه ثم زاوية ز من المفروضة بعدها
وذلك ما اردنا بيانه واما التدوير وهو المسمى بالاصل الثاني فاذا فرض وحده
اي من غير ان يفرض معه فلك آخر حامل له وتحرك الكوكب على محيطه كانت القسي
المتساوية في المقدار ايضا مختلفة في الصغر والكبر بالقياس الى مركز العالم بحسب
البعد والقرب وكان الخط الواصل بين المركزين اي مركز العالم والتدوير ماتا
بالبعد الابعد والاقرب منه اي من التدوير بالقياس الى مركز العالم الماسين في الشكل
الثامن من ثالثة الاصول على ان كل نقطة خارجة عن دائرة اذا اخرج منها خطوط
الى محيطها فالعظمة لها وغير قاطعة لها فاطول الخطوط القاطعة هو الماز بالمركز
والاقرب الى الاطول اطول من الابعد واقصر الخطوط المنتهية غير القاطعة هو الذي
على استقامة المركز والاقرب اليه اقصر من الابعد وخطان عن جنبتيها فقط
متساويان والخطان الخارجان من مركز العالم المماسان للتدوير من جانبيه يفصلان
بين القطعتين القريبة والبعيدة وهناك يكون استكمال التدوير فهذان الخطان
بعد اشتراكهما في حصول مطلق السرعة والبطوء منهما يفترقان بامور ثلثة احدها
انه لا يرى سكون الكوكب في الخارج المركز المفروض وحده ويرى في التدوير المفروض
وحده واما الامران الاخران فاشار المصنف اليهما بقوله الا ان الكوكب يرى في اصل
البعيدة والقريبة من التدوير راجعا عن السمت الذي يقصده في القطعة الاخرى
منه الى ان يصل الى المبدء الذي تحرك منه في ذلك السمت واسبب ان قطعتي

التدوير

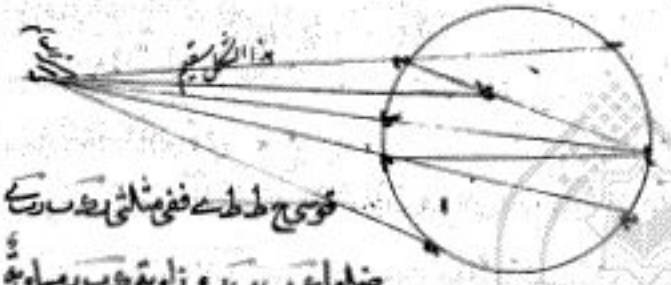
التدوير واقعا معا بازاء اجزاء معينة من افلاك البروج لعدم شمولها للارض
فاذا تحرك الكوكب في القطعة العليا الى التوالي في تلك الاجزاء تحرك في السفلى
الى خلاف فيها وبالعكس ولا وجود لهذا السبب في الخارج المركز فيكون حركته
جهة واحدة دائما وايضا لا يقطع الكوكب اجزاء الافلاك المحيط بمركز العالم
جميعا بتلك الحركة التدويرية بسبب عدم الشمول ويقطع جميع تلك الاجزاء الحركة
الخارجة وهذه صورتها

اي صورتا الخارج المركز
والتدوير بحسب التسطيح
ولنبين احكام المذكورة في
الاصل الثاني نفرض دائرة اب ج د منطقة التدوير على مركزه ولنكن نقطة د
مركز العالم خارج تلك الدائرة ونصل ب ج د ونخرجه الى ه فيكون نقطة ا ابعد
من ب ونقطة ج اقربها المتروفرض قسي اب ب ج ج د متساوية ونصل خطوط ا ط ب
ز ط ج ز د وكذا نصل خطي ا ط ج ط فلانا وتارا ط ب ط ج ط متفاوتة بحسب
تعاظم قسيها واعظمها وتر ا ط المنفصل من ا ط ه مساويا لخط ط ه ونصل ز ط فيكون
في مثلثي ا ط د ز ط د ضلعا ط د ط د مساويين لضلعي ط د ط د وزاويتا
ط د ا ط د ز متساويتين لكونهما قائمتين وبقي ط ب ط ا المتساويتين من قائمتين
فيكون مثلثا ز ط د ا ط د متساوي الاضلاع والزوايا فيكون زاوية ب د
مساوية لزاوية ج د

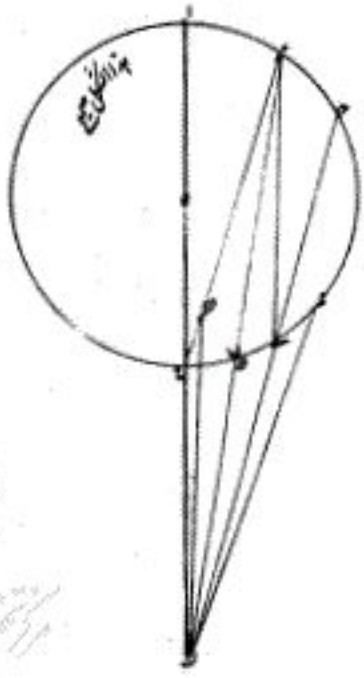
التي هي اصغر من زاوية
ب د فزاوية ج د اصغر
من زاوية ب د فقوس ب ا يكون في المنظر اعظم من
قوس ج ه وبذلك نبين اذا وصلنا خطي ب ط ج ط ان قوس ب ا اعظم
المنظر من قوس ج ه وذلك ما اردنا بيانه ثم لنفرض القسي المتساوية في التدوير



من جهة البعد الاقرب كقوس ط طـ ے ر في الشكل المذكور ولنعد والدعوى
انها متعاظمة في المنظر واعظمها ح ط والفصل ح ے ي ك ے ي اطول من ب ے
ولنكن ب ے مساويا له ونصل ب ط فنقول زاوية ح ب ط مساوية لزاوية ط ب ے
لتساوي قوسي ح ط طـ ے ر في الشكل المذكور ولنعد والدعوى انها متعاظمة
في المنظر واعظمها ح ط والفصل ح ے ي ك ے ي اطول من ب ے ولنكن ب ے
مساويا له ونصل ب ط فنقول زاوية ح ب ط مساوية لزاوية ط ب ے لتساوي



قوسي ح ط طـ ے ففي مثلثي ط ب ط ب ے
ضلعا ط ب ب ط وزاوية ط ب ط مساوية
لضلعي ط ب ب ط وزاوية ط ب ے فيكون المثلثان متساوي الاضلاع والزوايا
فزاوية ح ب ط مساوية لزاوية ط ب ے فزاوية ا ب ط بل زاوية ح ب ط التي هي
اعظم من زاوية ط ب ے اعظم من زاوية ط ب ے بل زاوية ط ب ے فقوس ح ط
اعظم ذات الرؤية من قوس ط ے وبمثل ذلك نبين ان زاوية ط ب ے اعظم من زاوية
ے ب ا واضح ط ح ولنبين ان قوس ط ے اعظم في الرؤية من قوس ے ر
ذلك ما اردنا بيانه ونتبين بذلك ايضا ان حركة الكوكب الذي نقطة التماس
بها بالنسبة الى نقطة ك لان حركته المتديه من البعد الابعد آخذة من الاسراع الى
الابطاء الى موضع التماس ثم يرجع القهقرى آخذة من الابطاء الى الاسراع الى
البعد الاقرب والاسراع عن جنب البعد الابعد والاقرب ليس لاجل ان القسي
المفروضة هناك بالنسبة الى اشعاعيات الخارجة من البصر الى الحد انما تكون
اعراضا فتحدث رؤية تلك القسي عند البصر زوايا اعظم من التي يحدثها رؤية



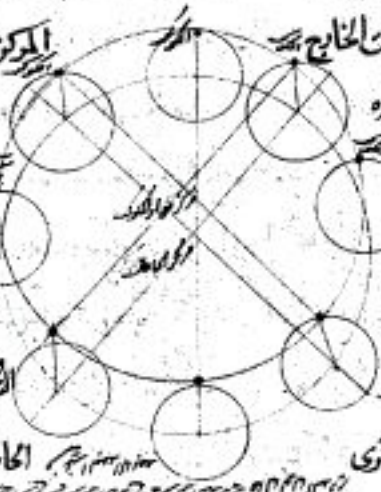
درجة مثلا قطع مركز الكوكب من محيط التدوير كل يوم درجة ايضا فيتم دورة
التدوير مع دور في الحامل والخارج لكن يجب ان يكون حركة الكوكب على محيط التدوير
على وجه يكون بذلك الحركة في القطعة البعيدة الى خلاف جهة حركة الحامل وفي
القريبة الى جهتها رويت هذا جواب قوله ان فرض وما عطف عليه من المعطوف
اعني قوله جعلت وجعل اي اذا تحقق ذلك الفرض وما يتبعه رويت حركة الكوكب
في القطعة البعيدة اي حركته في اجزاء من ذلك البروج يقطعها الكوكب بحركة الحامل
حال كونه في القطعة البعيدة من التدوير بقدر فضل حركة الحامل على حركة
التدوير لتخالفهما في الجهة حال كون الكوكب في تلك القطعة مع ان اجزاء الحامل بطابق
اي محاذي من اجزاء ذلك البروج ما هو اكثر مما يحاذيه اجزاء التدوير كما لا يخفى وردت
حركة مركز الكوكب في القطعة القريبة بقدر مجموعهما اي مجموع حركتي الحامل والتدوير
لتوافقهما في الجهة حال كون الكوكب في تلك القطعة فصارت الحركة المرئية في اصل التدوير
مع رعاية جميع ما ذكر مثل ما يرى في اصل الخارج المركز المذكور بعينه اي صارت مثل الحركة
المرئية في اصل الخارج في كونها بطيئة في القطعة البعيدة سريعة في القطعة القريبة
على مقدار واحد من السرعة والبطوء واكان مع تلك الشرائط والتالي المذكور وهو ان
مركزي العالم والخارج مساويا النصف قطر التدوير ليكون نصف قطر الحامل الموافق
المركز مساويا النصف قطر الخارج ايضا ضرورة ان تساوي اتالين في الاربعة المتناسبة
مستلزم لتساوي المقدمين كما تساوي الحركتين مثل الحركة الاخرى من غير تفاوت بينهما
لا في الحركة ولا في الابعاد اي يكون على هذا التقدير بعد الكواكب وقربه من مركز العالم
ايضا بقدر واحد وليكن لبيان ذلك اب الموافق المركز على مركز ده وج الخارج
المركز المساوي له على مركز ط وه القطر المشترك الحامل بالمركزين واب قوسا ما
من الموافق المركز ولنرسم على مركز ب وبعد ط د تدويرا وانصاف سه وفلا
مركز التدوير اذا كان على نقطة ا كان نقطة ط اعني ابعد الابعد من التدوير منطبقة

اي حركة الحامل اكثر بما يقتضيه حركة التدوير عند مركز العالم

على نقطة ه اعنى البعد الابعد من الخارج لمساواة نصف قطر التدوير ما بين
المركزين بالفرض فالبعد بين د وهو مركز العالم وبين ابعد الابعاد من التدوير
بالنسبة الى ب يكون ابدا بقدر دة لكن الخطوط الخارجة من نقطة د الى محيط
الخارج المركز متناقصة على الولاء الحولها ه
بالشكل السابع من ثالثة الاصول فاذا فارق
مركز التدوير نقطة ا يكون الخط المار
بمركز العالم اعنى نقطة د وبمركز التدوير
منتهيا الى البعد الابعد منه لخط د ب ط

الحول من الخط المار بمركز العالم وبمركز التدوير منتهيا الى محيط الخارج المركز فلا
يكون هذا بعضا من ذلك فيقطع لا محالة محيط التدوير محيط الخارج المركز فليقطعه
على ز ونصل ط ب ر د فلانه وضع خط د ط مساويا لخط د ب وخط د ط مساويا
لخط د ب كان مثلثا ب د ط ر د ط متساوي الاضلاع لاشتراك الضلع الباقي وهو د ط
فيكونان متساوي الزوايا بالتناظر فيكون زاوية ب د ط مساوية لزاوية ر د ط وزاوية
ب د ط مساوية لزاوية ط د ر فيكون خط ر ب موازيا لخط ط د لوقوع خط ر د عليهما
مع تساوي متبادلتي ب د ر د ر ط ويكون خط ر ط موازيا لخط ب د لوقوع خط ر د
عليهما مع تساوي متبادلتي ب د ر د ر ط بالشكل السابع والعشرين من اولى الاصول فيكون كل
واحدة من زاويتي ط ر د ب ط ر د مساوية لزاوية ا ب د بالشكل الثامن والعشرين منها فتقع
ا ب ه ر ط د متشابهة ففي زمان يتحرك فيه الكواكب بحركة الخارج الذي هو ر ح قوس
ه ر ويحدث عند نقطة ط زاوية ه ط ر يتحرك بحركة التدوير المفروض المذكور قوس
ط ر ويحدث عند مركز التدوير زاوية ط ب ر مع انه يتحرك مركز تدويره اعني نقطة
ب بحركة الحامل الموافق لمركز المذكور قوس ا ب ويحدث عند مركز العالم زاوية ا د ب
فيرى الكواكب على التقديرين اي سواء فرض ان المتحرك له هو الخارج المركز الذي هو ر ح

او التدوير الذى هو عدم مع الحامل الموافق المركز الذى هو اسم منتهيا الى قاطعا
لقوس آل من الحامل بل من البروج وايضا يكون الاختلاف على الاصلين واحدا لانه اما
زاوية طرد واما زاوية عدد وهما المتساويتان المتساويتان وكذلك الحال فى
سائر الابعاد التى فيها اختلاف وذا الجملة لما ثبت فى هذا الشكل ان الكوكب هو
لا يفارق محيط خارج المركز اصلا لان جميع الاوضاع فلو لم يفرض الخارج وكانت حركة
التدوير والموافق المركز بحالهما حدث مكان الخارج المركز وعلى مركزه مدار آخر مساويا
له فاذن المدار الحادث من مركز الكوكب بالحركة المركبة من حركتى الحامل الموافق المركز
والتدوير البسيطتين على اصل التدوير مساويا لمنطقة الخارج المركز على اصل الخارج
والاختلاف كالاختلاف وهذا قال المصنف بعد قوله من غير تفاوت اصلا ويفعل
الكوكب بحركته المركبة من حركتى الحامل والتدوير مدار اخارج المركز شبيها بالمدار
الخارج المركز على معنى ان اى زمان يفرض من الازمنة يقطع فيه مركز جرم الكوكب
من محيط الخارج ومحيط هذا المدار قوسين متشابهتين موتريتين لزاويتين متساويتين
وهذه صورته اى صورة اصل التدوير المستلزم لارتسام المدار الخارج المركز كما وفى
لمنطقة الفلك الخارج

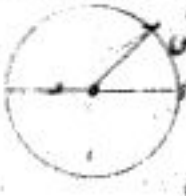


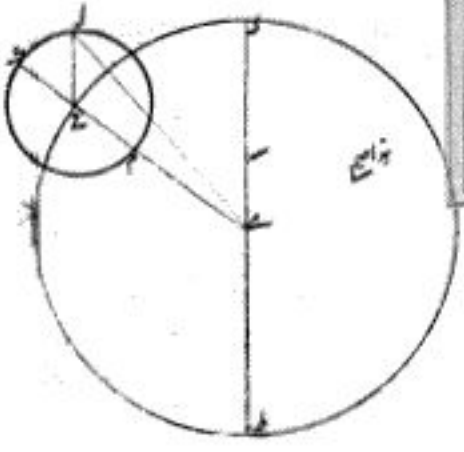
المركز المفروض على اعتبار اصل
الصورة اشارة الى
ان المدار يكون مساويا
عند النظر الكائن
اللتين على مركزى الحامل
الذى متساويتان متساويتان
الحامل والمدار المساوى لنصف
قطر التدوير موازيا له لما بينا فى المقالة الاولى من الاصول من انه اذا وقع خطوط واصل
على خطين وكانت الزاوية الداخلة مساوية للخارجة كان الخطان متوازيين فيكون الخط

الفرق بين البرهانين لشرح الصورة الاولى التى ذكرت سابقا
احدى الدائرتين منطقة الحامل والاخرى الخارج المركز و
البرهان على ان الكوكب بحركته المركبة لا يفارق منطقة
الخارج فبالضرورة يكون المدار المرتسم مساويا لمنطقة الخارج
فى الصورة الثانية احدى الدائرتين منطقة الحامل والاخرى
المدار المرتسم كما يدل عليه عبارة المتن والبرهان يدل على ان
نصف قطر ذلك المدار مساو لنصف قطر الحامل وهو مساو
لنصف قطر الخارج فبالضرورة يكون المدار مساويا لمنطقة الخارج

عبد الرزاق كاتبى

الواصل بين مركزي المعدل والكوكب في جميع الاوضاع مساويا لنصف قطر الحامل الموازي
المركزي وآخذا المعدل الانطباق لان الخطوط الواصلة بين اطراف الخطوط
المتساوية المتوازية متساوية متوازية كما بين في شكل المقالة فيكون المعدل دائرة متساوية
لمنطقة الخارج المركز المتساوي نصفي قطريها المساويين لنصف قطر الحامل
المركزي ويكون حركة الكوكب متشابهة حول مركز ذلك المعدل كما يتشابه حركة مركز
التدوير حول مركز الموافق المركز لاقتضاء موازاة الخط الواصل بين مركزي
المعدل والكوكب لنصف قطر الحامل الموافق المركز ذلك التشابه في الاصول
الاقتضاء تساوي بعد الكواكب عن مركز المعدل دائما كما وقع في الشرح فانه
غير وثيق عندي فيكون المعدل المذكور قائما مقام منطقة الفلك الخارج المفروض
على اصله بعينها بلا تفاوت بينهما لا في الحركة اسرعا وابطاء ولا في مقادير الابعاد
هذا اذا فرض نصف قطر التدوير مساويا لما بين مركزي العالم والخارج اما اذا لم
يفرضا متساويين لم يكن المعدل مساويا لمنطقة الخارج بل المركز بل يكون مشابها لها
فقط اعني ان اي زمان يفرض من الازمنة يكون ما يقطع مركز الكوكب من محيط منطقة
الخارج وما يقطع من محيط هذا المعدل في هذا الزمان بعينه قوسين متشابهين اي
موتريهما زاويتين متساويتين على مركزيهما وليكن لهذا ايضا منطقة الخارج على مركز
ه وقطراه المار على مركز العالم وهو وآخر ح ط منطقة الموافق المركز على
مركز ي وآخر ط ل على مركز ح منطقة التدوير وليكن نسبة ح ي وهو نصف
الحامل الح ط وهو نصف قطر التدوير كنسبة آه الى ه ا اعني نسبة قطر الخارج الذي
المركزين اعني ه ر غير مساوي ح ط فيكون آه ايضا غير مساوي ح ي ولنفصل من ح ي
ح س مساويا لنصف قطر
التدوير فصل اذا فرض مركزا
ذينك الخارج المركز والحامل

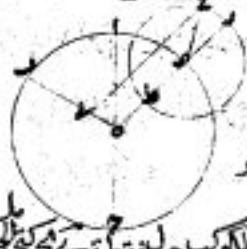




الموافق متشابهين وحركة التدوير مشابهة لهما لكن على وجه يكون في القطعة العليا
الى خلاف الحامل لزم من حركة الكوكب بحركتي ذينك التدوير والحامل الموافق اتمام
مدار على مركز سه بحيث يشابه منطقة الخارج بالمعنى المذكور وذلك لانه يكون حركة
الكوكب بنقطة لبحركتي ذينك الحامل والتدوير على ابعاد مساوية لمنطقة ذلك
الموافق المركز وهو مدار يكون مركزه نقطة سه مشابهة لحركة مركز التدوير على منطقة
الحامل بالبرهان المذكور لكن حركة مركز التدوير على منطقة الموافق مشابهة لحركة
الكوكب على منطقة ذلك الخارج المفروض فالمدار المرتسم من حركة الكوكب بحركتي التدوير
والحامل الموافق المركز مشابه لمنطقة الخارج المفروض مع ان نصف قطر المدار غير مساو
لنصف قطرها وهو المطلوب واما ان حركة الكوكب بحركتي الحامل والتدوير المذكورين
عند مركز العالم مشابهة لحركة الخارج المركز المذكور عند مركز العالم وان الاختلاف
على الاصلين على الشرائط المذكورة واحد فلبيانه نفرض في الشكلين المفروضين ان مركز
التدوير نقطة ح يقطع قوس لح في زمان يقطع فيه الكوكب من محيط التدوير قوس
ك ل ويقطع فيه نقطة ت من محيط الخارج قوس ا ت فيكون تلك القسي الثلث متشابهة
لتشابه الحركات الثلث ثم نصل خطوط لح ك ح ت ه ب ه د ونخرج ح ح الى
ن فنقول لكون زاويتي لح ه ا ه ب متساويتين يكون زاويتا لح ت ه ا ح ت ه
من قائمتين متساويتين فتلك ا لح ت ه ب ه د لتساوي زاويتي ح ه فيهما وكون نسبة ح ت
الى ت ه كنسبة لح الى ه د يكونان متشابهين فيكون زاوية ح ت ه مساوية لزاوية لح ه د
فيكون زاوية ت لح التي هي مساوية لزاوية سه لي زاوية الحركة المرئية على اصل
التدوير مساوية لزاوية ه د ب بل لزاوية ا د ب وهي زاوية الحركة المرئية على اصل الخارج
وايضا يكون زاوية ك لح وهي زاوية الاختلاف على اصل التدوير مساوية لزاوية
ه د ب وهي زاوية الاختلاف على اصل الخارج وهكذا الحال في جميع الحدود التي لها اختلاف
وذلك ما اردنا بيانه وههنا نكتة وجب التنبيه عليها وهي انه لو فرض البعد الابعد في

مر حركة التدوير وليكن زاوية اه س مساوية لفضل زاوية اه د على زاوية ح د ر فبقي
زاوية س ه د مساوية لزاوية ح د ر ثم نفصل من ه س ه ے مساويا لنصف قطر
التدوير اعني ح ه ونصل ح ے فيكون خطا ح د ے
المتساويان متوازيين ے لكون زاويتي ح د ے ه د الخارجة
والداخلة متساويتين فيكون خطا ح ے د ه متساويين متوازيين

بالشكل الثالثة والثلثين من اصول فيكون زاوية س ے ح مساوية لزاوية ح د ه
بل لزاوية ح د ر ولجريان هذا الدليل في جميع الاوضاع لزم ان يتحرك مركز الكوكب حول
نقطة ے بحركتي الحامل والتدوير حركة متشابهة ومشابهة لحركتها حول مركز التدوير وعلى
محيط دائرة مساوية لمنطقة الحامل مع تساوي ابعاد مركز ذلك الكوكب عن نقطة ے و
مع انتقال نقطة ے التي هي مركز المدار المرتسم من حركتي التدوير والحامل الى منطقة
الحامل الى جهة حركة الحامل بقدر فضل حركة الحامل على حركة التدوير وذلك هو المطلوب
الاول ولنعمل الشكل لاثبات المطلب الثاني وليكن زاوية اه ب اسرع من زاوية ح د ر
ليكون حركة التدوير اسرع ونعمل زاوية اه ب مساوية لفضل زاوية ح د ر على زاوية ه د
ثم نفصل من ه ب ے مساويا لنصف قطر التدوير



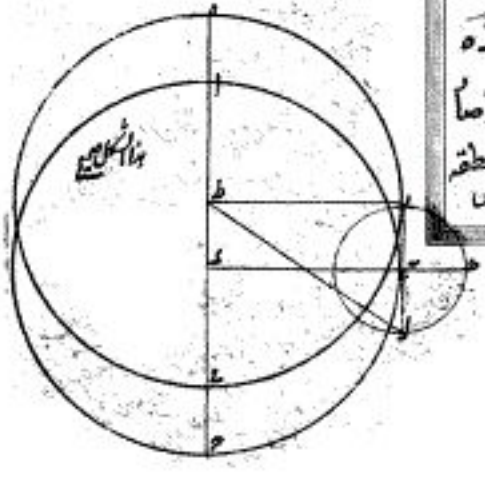
اعني خطا ح د ونصل ح ے فمثل البيان المذكور يتبين
ان خطا ح ے موازي مساوي لخطا د ه الذي هو نصف قطر
الحامل وهكذا الحال في جميع الحدود فلزم ان يتحرك مركز الكوكب حول نقطة ے بحركتي الحامل
والتدوير حركة متشابهة ومشابهة لحركتها حول مركز التدوير وعلى محيط دائرة مساوية
لمنطقة الحامل مع انتقال مركز تلك الدائرة في خلاف جهة الحامل بقدر فضل حركة
التدوير على حركة الحامل وذلك هو المطلب الثاني والفرق بين الاصلين اي اصلي الخارج
المركز والتدوير هذا الموضع الذي دعى فيه الشرائط والتشكيكون بشيئين
احدهما ان اصل الخارج المركز يتم بحركة واحدة هي حركة الكوكب على محيط الخارج المركز

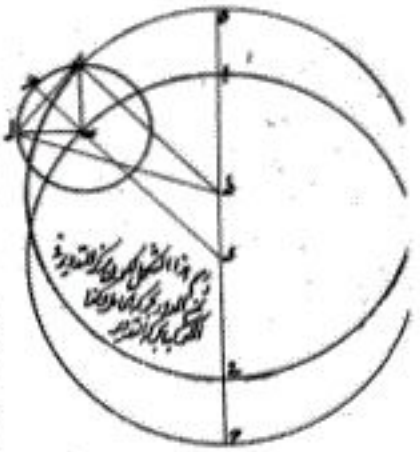
الخارجين من مركز الحامل للتدوير لا يمكن ان يوتر بالمركز اى مركز التدوير والاوقع في
مثلث حادث من خطين الخطين والخط الواصل فاما لان الخط الخارج من نقطة
تماس الخط المدار المتوهمة التي هي منطقة التدوير الى مركزها اعني على ذلك الخط كما
في الشكل السابع عشر من مثالثة الاصول ولا يمكن ايضا ان يمر ذلك الخط الفاصل فوق
مركز التدوير والاوقع في المثلث المذكور منفرجا بان الخطين الخارجين من مركز
التدوير الواقع داخل المثلث على التقدير المذكور الى نقطتي التماس المذكورتين وقعا
على الخطين المتماسين للتدوير فيجب ان يمر الخط الفاصل المذكور تحت مركز التدوير
فهو لا ينصف التدوير بل يقطعه بمختلفين اصغرهما القسم الذي يلي مركز الحامل المفروض
وتحصيل بعض الرام في هذا المقام يقتضي البسط في الكلام وهو ان قد تلخص مما
ذكر انه اذا فرض في اصل التدوير كونه متحركا في القطعة البعيدة الى خلاف جهة حركة
الحامل مع تساوي حركتيهما لزم امور منها البطؤ في القطعة البعيدة والسرعة في القطعة القريبة
والتوسط بمعنى في نقطتي تماس الخطين الخارجين من مركز الحامل للتدوير فزمان البطؤ اطول
لما مر وبانك النقطتان هما نظيرا الحدين الاوسطين الخارج فمن كون حركة الكوكب عند
النقطتين في اصل التدوير متوسطة بين السرعة والبطؤ بان يكون مساويا لحركة الحامل
وصدها لزم ان يكون في اصل الخارج المركز حركة الكوكب عند الحدين الاوسطين منه متوسطة
بين السرعة والبطؤ بان يكون بالنسبة الى مركز العالم مساويا لحركة الخارج المركز بالنسبة الى مركزه
ومنها كون نصف قطر التدوير المار بمركز الكوكب اما منطبقا على الخط المار بالبعد والاقرب
واما موازيا له ويلزم من ان كون حركة الكوكب شابهة حول نقطة في جانب البعد وبعدها
عن مركز العالم مساويا لنصف قطر التدوير ومنها كون ابعاد مركز الكوكب عن تلك النقطة متساوية
فيكون المرسوم من حركته حول تلك النقطة دائرة حقيقة مساوية لمنطقة الحامل وهو المراد
المساوي لمنطقة الخارج المركز على اصله او المتابعة لها كما مر واما اذا فرض التدوير متحركا
في القطعة البعيدة الى جهة حركة الحامل مع تساوي حركتيهما لزم ايضا امور منها سرعة الحركة

كل زاوية قطعة من منفرجة الزاوية
اعظم من نصف قائمة وحادة وان لم
يكن اعظم من الخط الذي الخارجة

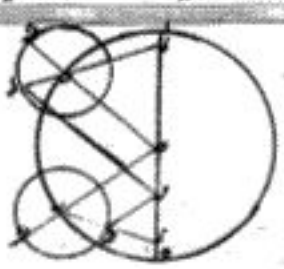
في القطعة

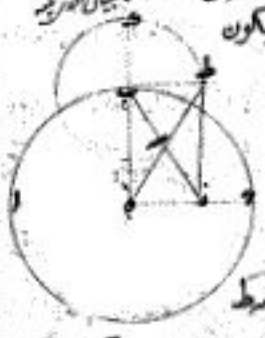
في القطعة البعيدة وبطونها في القطعة القريبة وتوسطها في نقطتي التماس المذكورتين
فيكون زمان السرعة اكثر وسنها اذا لم يقع نصف قطر التدوير الحامل بمركز الكوكب موازيا
للخط الحامل بالبعد الابعد والاقرب لم يكن حركة الكوكب المتحرك بحركتي التدوير والحامل
متشابهة حول نقطة في جهة البعد الابعد بحيث يكون بعدها عن مركز الحامل مساويا لنصف
قطر التدوير بخلاف الفرض الاول الحامر ولم يكن ابعاد الكوكب عن تلك النقطة متساوية
في جميع الحدود فلم يرتسم بحركة الكوكب دائرة حقيقية حول تلك النقطة المذكورة بخلاف
الفرض الاول الحامر ولكن لبيان عدم ارتسام الدائرة على الفرض الثاني فدائرة ه ح منطقة
الخارج المركز على نقطة ط ودائرة ا ب ح منطقة الحامل الموافق المركز على مركز د و
ليكن هما ان الدائرتان متساويتين وليكن ذلك منطقة التدوير على مركز ب بحيث يكون
نصف قطرها مساويا لخط ط د فاذا تحرك مركز التدوير وهو نقطة ب ربعا من منطقة
الحامل ليكون قوس ا ب ربعا وزاوية ا د ب
الحادثة بعد وصل د ب قائمة تحرك
في زمان ذلك الحركة مركز الكوكب و
هو في القطعة العليا من التدوير
الى جهة حركة الحامل ربعا من منطقة التدوير
ليكون قوس ح ل ربعا وزاوية ح د ل الحادثة
بعد وصل د ل قائمة ونخرج ل د الى ي ونصل ط ر ط ل فلكون زاويتي ب د ط ط د ل
متساويتين لزم توازي خطي ط ر د ب ولتوازيهما وكونهما متساويتين يكون خط ط ر موازيا
لخط ر د فيكون زاوية ط ر د المساوية لزاوية ب د ر قائمة فيكون خط ط ل الذي
هو وتر لقائمة ط ر ل في مثلث ط ر ل اطول من خط ط ر المساوي لد ب بل لط ه
لكن الكوكب اذا كان على ذروة التدوير كان البعد بين ط و بينه بقدر ط ه واذا صار
الى حضيض التدوير صار ذلك البعد بقدر ط ح وط ه ط ح هما نصفا قطر منطقة





الخارج المساوية لمنطقة الحامل فالشكل الحادث من مركز الكوكب هو لا يكون دائرة
ولا يخفى عليك اجراء هذا الدليل في سائر الحدود التي لم يكن فيها كل من قوسي ك
ل المتساويتين بعد البقاء كون خط رط الذي هو منصف لقوس بل عمود
على خط ول مع بقاء موازاة خطي ب ط د دائما كما مر وكون تلك الموازاة مستلزمة
لكون زاوية طرل قائمة فلزم ان يكون خط ط ل الطول من خط ط ه في جميع الحدود
التي هي غير بعدي الابعد والاقرب للكوكب ولكون مربع ط ل مساويا لمجموع مربعي خطي
ط ر ل في جميع تلك الحدود وعدم اختلاف مقدار خط ط ه بامرة الشكل الناقص
وكون كل منزلة الطول بالتدوير الى الحد الذي فيه يكون منطبقا على قطر التدوير
يكون الشكل الحادث من مركز الكوكب اي نقطة كانت هليلجيا ويكون قطره الاقصر
الواصل بين بعدي الابعد والاقرب للكوكب مساويا لقطر الحامل الموافق المركز
ويكون الكوكب في توسيع البعد الابعد في غاية البعد عن النقطة المذكورة التي هي منتصف
الخط الواصل بين بعدي الابعد والاقرب ومن لوازم الفرض الثاني في اصل التدوير
على تقدير تساوي حركتي الحامل والتدوير يكون حركة الكوكب الذي في التدوير او
مركز التدوير الآخر الذي فيه مشابهة عند نقطة في جانب البعد الاقرب بحيث يكون
بعدها عن مركز الحامل الموافق المركز مساويا لنصف قطر التدوير ومشابهة حركة
الحامل عند مركزه وليكن لبيانه دائرة اب ج منطقة الحامل الموافق المركز على مركزه
وقطراه ب ج و دائرة ح ط منطقة التدوير على مركز ز ومنفصل من ج ه د
مساويا لنصف قطر التدوير وهو خط ز ه فاذا فرضنا حركة التدوير في زمان تقطع
فيه مركز التدوير قوس ك ل من منطقة الحامل ان تقطع نقطة ط قوس ح ط من
منطقة التدوير مشابهة لقوس ك ل ليكون الحركتان متساويتين لزم ان يكون خط
ه ط موازيا لخط ز ط لان زاويتي ه ط ز ه ز ط متساويتان لتشابه قوسي ا ح ط
فيكون زاويتا ط ه ز ه ز ط متساويتين لكونهما تمام الاولين من قائمتين فاذا وصلنا





وبعونه نحل بعض الاشكالات المشهورة بما لم يحل كما سياتى عن قريب وهو الاصل
الذى تفاخر به صاحب التحفة والعجب من المصنف فى صيرورته غافلا عن هذا مع وضوحه
وقد الهمنى الله تعالى اصلا يقتضى ما هو مقتضى الاصل الذين اصلها هو ما مر آنفا و
ثانيهما هو الاصل الذى ذكره المصنف بعد بل هو الاولى بالاعتبار وهو ان يفرض فى الخارج
المركز الذى بحركته يتحرك مركز التدوير مثلا حركة متشابهة عند نقطة غير مركز خارج
مركز اخر مركوز فيه التدوير بحيث يكون بعد مركزه عن مركز الخارج المركز الاول
مساويا لبعد النقطة المذكورة عنه ونفرض مقدار حركة خارج المركز المحاط نصفا
لمقدار حركة الخارج المحيط مع تخالفهما فى الجهة ونفرض مركز التدوير الذى حركته
بخارج المركز المحيط متشابهة عند النقطة المذكورة فى اوجى الخارجين فى ابتداء الحركة
ليكون مركز خارج المركز المحيط متوسطا بين مركز خارج المركز المحاط والنقطة المذكورة
فى ذلك الوضع ثم نفرض حركة خارج المركز المحيط بعد ضعف حركة مركز التدوير
التى هى متشابهة عند النقطة التى هى المسماة بمركز المعدل المسير اى ضعف حركة الحامل
فى اى كوكب شئنا من الكواكب المتحيرة والقمر فى جهتها ونفرض حركة الخارج المركز
المحاط بقدر حركة الحامل اى نصف حركة الخارج المركز المحيط وبخلافه فى جهة حركته
يلزم من حركتى هذين الخارجين حركة مركز التدوير متشابهة عند مركز معدل المسير
كما هو المطلوب ايضاحه فى هذا الشكل

ولا يخفى عليك بعونه
ما ذكرنا اصل التدوير على التعديل
الاول انه اذا
جعل حركتا التدوير والحامل مختلفتين
على التعديل الثانى
لزم تساوى الابعاد المذكورة والتشابه
المذكور مع تحرك تينك
النقطتين المتقاطرتين المذكورتين اللتين بعدهما عن مركز الحامل متساويان المختلفتين التغير
يكون التساوى المذكور بالنسبة الى احديهما التى فى جهة البعد والتشابه المذكور بالنسبة
الى الاخرى بعد الفصل بين حركتى التدوير والحامل اما الى جهة حركة الحامل وذلك على

تقدير كون حركة التدوير اسرع هذا هو الكلام على اصلى الخارج والتدوير واما بين
ان سبب اختلاف الحركة فى الرؤية انما فى الخارج فاختلاف النضج وبعده واما فى التدوير
فهو مركب الحركة ولما بين ان الاختلاف بالسرعة والبطئ فى السماويات ينضبط
بالاصلين المذكورين وانما يتوافقان فى هذه اللوازم بعد المحافظة على الشرائط
والنسب المذكورين اراد ان يبين ان سائر الاختلافات المشاهدة فى بعض الكواكب
كالوقوف والرجعة بعد الاستقامة ينضبط بهما ايضا وانما يتوافقان فى هذه
اللوازم اذا روعى شروط ونسب مخصوصة فقال وهما يتصل بهذا البحث
عن الاصلين على النحو المذكور انا اذا فرضنا الخارج المركز محركا ايضا موافق المركز كما
فرضناه للتدوير وجعلنا كما مر نسبة نصف قطر الخارج المركز الى ما بين المركزين اى
مركزى الخارج المركز وحامله الموافق المركز كنسبة نصف قطر الحامل للتدوير الى نصف
قطر التدوير وجعلنا الحاملين الموافقى المركز محركين الى التوالى متلاصقتين
اى متساويتين وجعلنا الخارج المركز متحركا الى خلاف التوالى والتدوير
على وجه يكون فى بعده الابعد الى التوالى وفى بعده الاقرب الى خلاف التوالى
وحركتاهما اى حركتا الخارج المركز والتدوير ايضا متشابهتان اى متساويتان بحيث
يتمان الدور معا كحركتى حاميلهما وفيه بحث لان تساوى حركتى الخارج المركز والتدوير
واجب فى هذا الفرض دون تساوى حركتى الحاملين بل يجب ان يكون حركة حامل الخارج
المركز مساوية لمجموع حركتى التدوير وحامله كما نبين بعد ان شاء الله العزيز ولعل مراد
المصنف تشابه حركتى الموافق المركز تشابههما فى البعد الاوسط وذلك انما يكون اذا
كان حركة الحامل الخارج مساوية لمجموع حركتى التدوير وحامله كما سيظهر بعد وح
توافق مقتضى البرهان على الوجه الذى هو المذكور فى المجسطى فنسبة هذا جواب
اذا فرضنا الى اذا تحقق ذلك الفرض مع ما عطف عليه فى نسبة حركة الخارج المركز و
التدوير الى حركة موافقيهما لابد من ان يكون اما اصغر من نسبة الخط الواصل بين

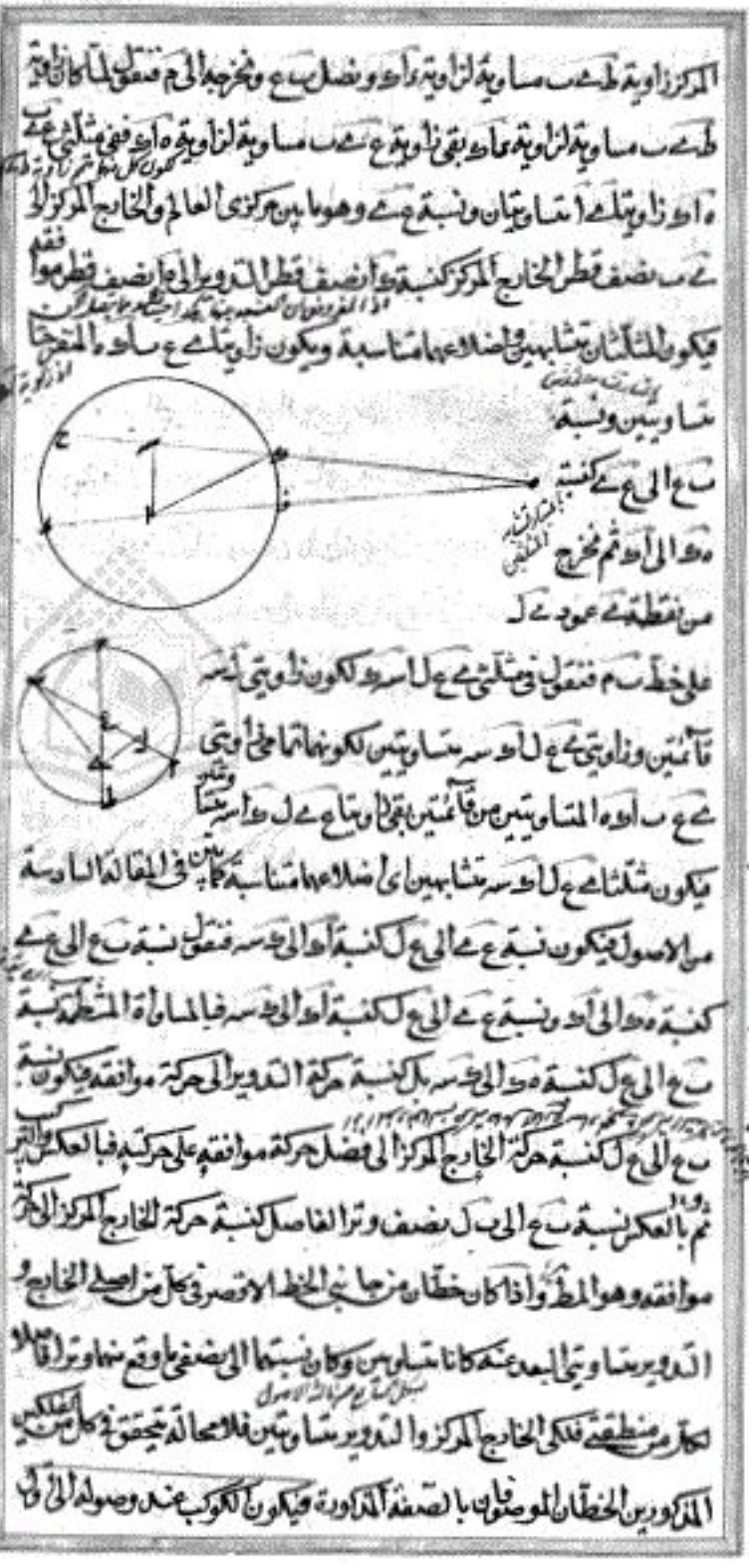
ولكن بشرط كون فضل
حركة التدوير اقل من
الحامل ؛؛

مركز الموافق وبين البعد الاقرب من كل واحد منهما الى نصف قطر الخارج المركز او التدوير
كل الى صاحبه اى يكون نسبة حركة الخارج المركز الى حركة موافقه اصغر من نسبة الخط
الواصل بين مركز الموافق المركز وحضيض الخارج المركز الى نصف قطر الخارج المركز
وكذا يكون نسبة حركة التدوير الى حركة حامله الموافق المركز اصغر من نسبة الخط
الواصل بين مركز الموافق وحضيض التدوير الى نصف قطر التدوير واما مساويه
لها واما اكبر منها فهذه اقسام ثلثة لا مزيد عليها فان كانت نسبة الحركتين اصغر من
نسبة ذينك الخطين فلا يحدث للكوكب بسبب هاتين الحركتين الا السرعة في القطعة
البعيدة والبطوء في القطعة القريبة اما في الخارج المركز فلان ما ينقص في القطعة
البعيدة بسبب حركة الخارج المركز الى خلاف التوالى من حركة الموافق المركز الى التوالى
يكون اقل مما ينقص من حركة الموافق في القطعة القريبة لكون تلك القسى الى القسى
في القطعة البعيدة اصغر في الرؤية من قسى القطعة القريبة مع تساويهما في نفس الامر
فيكون فضل حركة الموافق المركز على حركة الخارج المركز بحسب الرؤية في القطعة البعيدة
اكثر فيكون حركة الكوكب هناك اسرع واما في التدوير فلان الحركة الحاصلة للكوكب
في القطعة البعيدة مجموع الحركتين وفي القريبة فضل حركة الموافق على حركة التدوير
ففي هذا القسم وهو القسم الاول حركتا الخارج والتدوير لا يمكن ان يكونا متقاومتين بحيث
موافقهما فلا يتصور للكوكب وقوف فضلا عن الرجوع وان كانت نسبة الحركتين
المذكورتين مساوية لنسبة الخطين المذكورين حدث للكوكب بسببهاتين الحركتين في منتصف
زمان البطوء وقوف وهو عند كونه اى يكون الكوكب في البعد الاقرب من الخارج المركز
والتدوير على الخط المذكور اى الواصل بين مركزى الموافق وبين البعد الاقرب من كل
واحد من الخارج والتدوير ففي هذا القسم الثانى يقاوم حركة كل منهما حركة موافقه في حالة
البعد الاقرب ولا تغلبها اصلا كما سنبين بعد فيكون للكوكب هناك وقوف ولا يكون
له رجوع قطعا وان كانت نسبة الحركتين المذكورتين اكبر من نسبة الخطين المذكورين

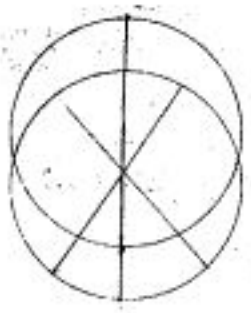
حدث

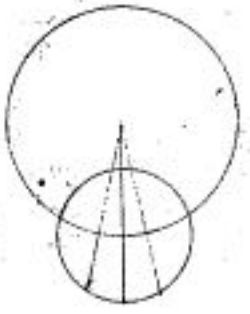
منطقة موافق المركز على مركزه وآثرة ح ح رصه منطقة التدوير على مركز الفلك
نقطة الحضيض ولما كان نسبة حركة التدوير الى حركة موافق المركز اعظم من نسبة
خط ه ا الى خط ا ك كالاصحة القسم الذى هو من اه نظير لحركة الموافق المركز فجهة
او هو اط اصغر من ا ذا قسم اه على نسبة تينك الحركتين ليكون نسبة ه ط الى ط ا نسبة
حركة التدوير الى حركة موافق المركز ثم لنرسم على خط ط ه نصف دائرة ط ك ه
ليقطع منطقة التدوير على نقطة ك ثم نصل ط ك ونخرجه
الى ح ثم نخرج من نقطة ا عمود اس على خط ه ط ح
فيكون منصفا الخط ح ح فنقول خط ه ط نسبة
خط ه ك نسبة ه ط الى ط ك وهو الواقع بين مركز
موافق المركز ومحيط التدوير
فى جهة الحضيض الى خط ك س وهو
نصف القوس القاطع لمنطقة التدوير الى قطعتين

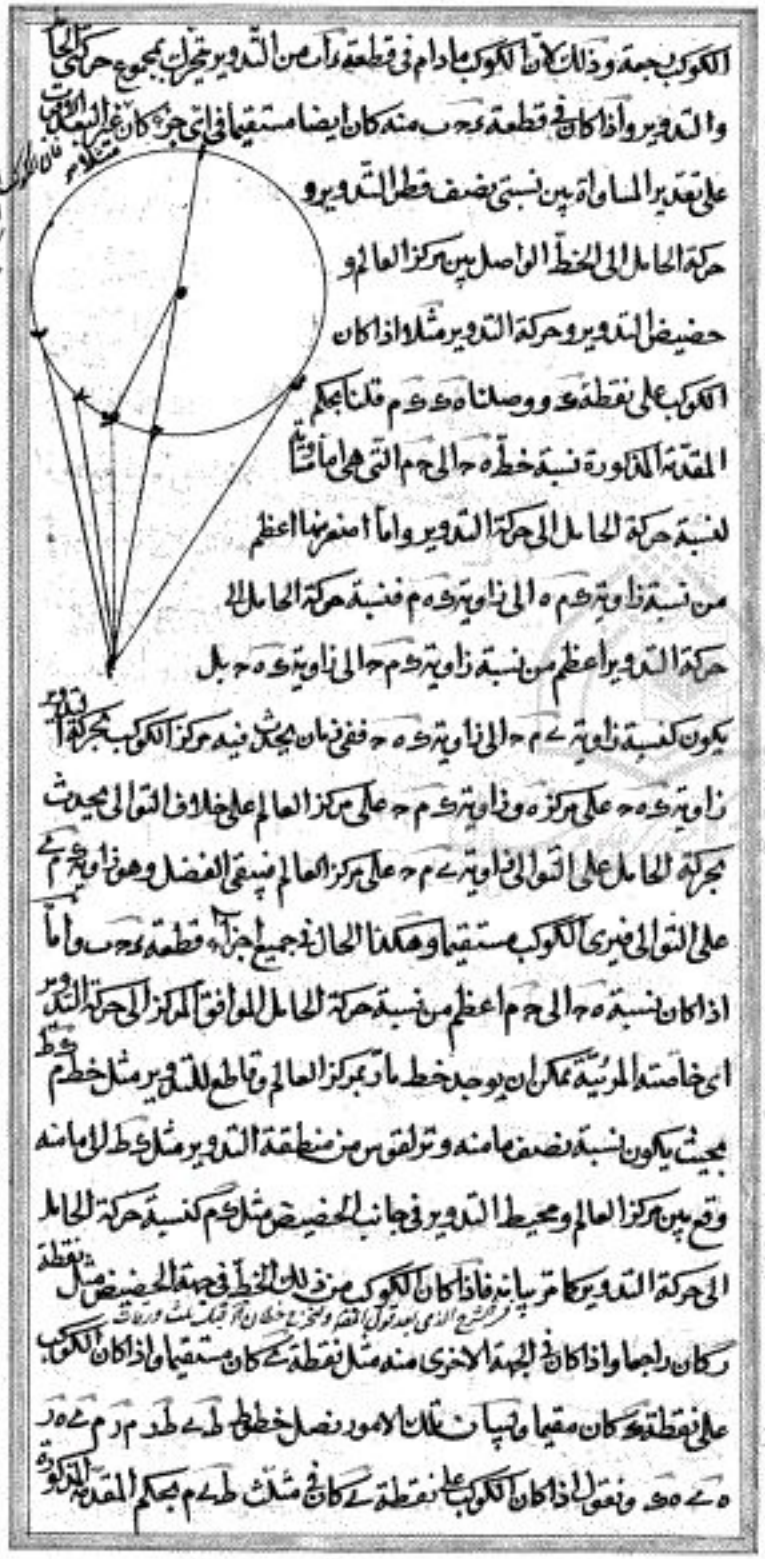
كنسبة حركة التدوير الى حركة موافق المركز وذلك لانه اذا وصلنا خط ط ك كان موازيا
لاس لكون زاوية ط ك ه التى هى واقعة فى نصف دائرة ط ك ه قائمة فيكون خارجة ط ح ه
مساوية لداخلة اس ط فيكون خط ط ك القاطع لساقى مثلث اس ه قاطعهما على نسب
واحدة لكونه موازيا لقاعدته وهى خط اس فكان نسبة ه ط الى ط ا نسبة حركة التدوير
الى حركة الموافق المركز كنسبة ه ط الى ط س وهو المطلوب وليكن لبيان امكان تحقق نظير لذلك
الخط اى خط ه ط ح المذكور فى التدوير الخارج المركز المشروط بالشروط المذكورة على
تقدير ان يكون نسبة حركة الخارج المركز الى حركة موافقه اعظم من نسبة الخط الواصل بين
مركزى العالم وحضيض الخارج المركز الى نصف قطر الخارج المركز دائرة ط ح منطقة
الخارج المركز على مركز ى وليكن نقطة ع مركز العالم ولنعد من الشكل المذكور للتدوير
منطقة التدوير مع خط ه ط ح وعمود اس ونصل فيه اط ونعمل على مركز منطقة الخارج



الحظين في القطعة القريبة ويقال له المقام الاول واقفا للرجوع بعد بطوء في
الاستقامة متدرج اى بطوء يتزايد شيئا فشيئا الى الوقوف اى الى كونه محاذيا نقطة لجزء
واحد من اجزاء فلك البروج ومنداى ويكون الكوكب من وصوله الى اول الخطين
الى وصوله الى الخط الثانى راجعا اى عن التمت الذى كان متحركا اليه رجوعا متدرجا
من بطوء الى سرعة سير فى الرجوع غايته اى غاية ذلك السير فى السرعة انما يكون فى البعد
الاقرب ثم منها اى ثم يتدرج الرجوع من غاية السرعة الى بطوء ينتهى فى ذلك البطوء عند الخط
الثانى وعند وصوله الى الخط الثانى ويقال له المقام الثانى يكون الكوكب واقفا
وقوفا ثانيا للاستقامة وبعد ذلك الوقوف يستقيم متدرجا من بطوء الى سرعة سير
ويكون السيران المتوسطان بين البطوء والسرعة فى الاستقامة عند البعدين الاوسطين
بحسب الحركة وذلك السير هو حركة الموافق وصوها اى بعاد حركة الموافق الذى
فرض مع التدوير سواء كان نفسها كما فى اصل التدوير او مساويا لها كما فى اصل الخارج
ولهذا زاد فى بعض النسخ بعد قوله وصوها لفظة فى التدوير فاندفع ما قيل عليه من
ان هذا الحكم انما يصح فى التدوير لان الكوكب فى موضع الحركة التى سطحه كانه
ينزل على خط مستقيم فلا ينقص حركته فى التدوير من حركة الموافق شيئا فيكون
سيره المتوسط حركة الموافق المركز وصوها واما فى الاصل الخارج فلا يصح لان حركة
الخارج المركز ينقص دائما من حركة الموافق فذلك السير هو فضل حركة الموافق على
حركته قطعا الا انه فضل متوسط بين فضليها الزائد والناقص وذلك لانه لما
كان هذا الفضل مساويا لحركة الموافق المفروض مع التدوير قال المصنف هو حركة
الموافق وصوها واراد بالموافق الموافق المعهود الذى هو الموافق المفروض مع التدوير
ولنقدم لبيان الامور المذكورة فى اصل التدوير اولا لانه هو العمدة فنقول مقدمة منسوبة
الى البلونيوس وهى انه اذا فصل من مثلث اسه مثلا من ضلعه الذى هو اطول من
ضلع ح اه بشرط ان لا يكون اصغر من ح اه كان نسبة ح د الى د اه اعظم من نسبة زاوية

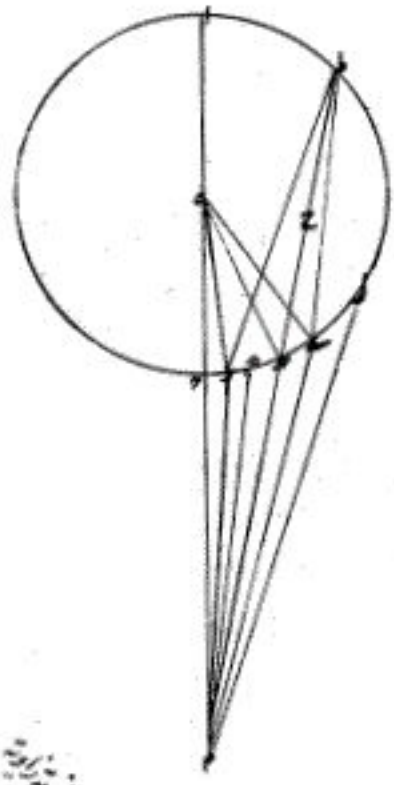


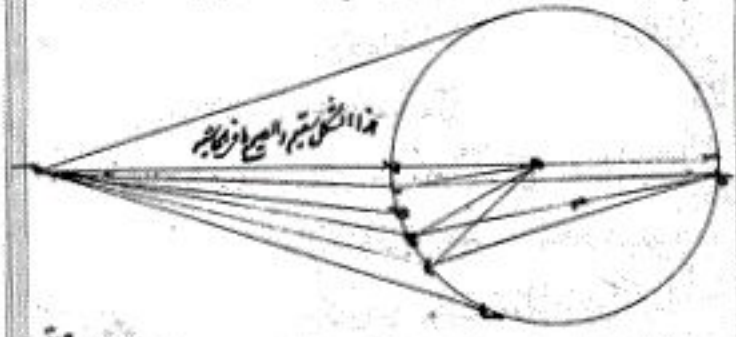




الكوكب بجمعه وذلك لان الكوكب مادام في قطعة راس من التدوير يتحرك بمجموع حركتي الحامل والتدوير واذا كان في قطعة ح ب منه كان ايضا مستقيما في اي جزء كان غير انه يتحرك على تقدير المساواة بين نسبتي نصف قطر التدوير و حركة الحامل الى الخط الواصل بين مركز العالم و حضيض التدوير وحركة التدوير مثلا واذا كان الكوكب على نقطة ه ووصلنا ه ح م قلنا بحكم المقدمة المذكورة نسبة خط ه ح الى الجرم التي هي اما مثل نسبة حركة الحامل الى حركة التدوير واما اصغر منها اعظم من نسبة زاوية ك م ه الى زاوية ك ه م فنسبة حركة الحامل الى حركة التدوير اعظم من نسبة زاوية ك م ح الى زاوية ك ه ح بل يكون نسبة زاوية ك م ح الى زاوية ك ه ح ففي زمان يحدث فيه مركز الكوكب بحركة التدوير زاوية ك ه ح على مركزه وزاوية ك م ح على مركز العالم على خلاف التوالي يحدث بحركة الحامل على التوالي زاوية ك م ح على مركز العالم فيبقى الفضل وهو زاوية ك م ه على التوالي فيرى الكوكب مستقيما وهكذا الحال في جميع اجزاء قطعة ح ب واما اذا كان نسبة ه ح الى الجرم اعظم من نسبة حركة الحامل الموافق للمركز الى حركة التدوير اي خاصة المرئية ممكن ان يوجد خط ما بمركز العالم وقاطع للتدوير مثل خط ك م بحيث يكون نسبة نصف ما منه وتر لقوس من منطقة التدوير مثل ك ط الى ما منه وقع بين مركز العالم ومحيط التدوير في جانب الحضيض مثل ك م كنسبة حركة الحامل الى حركة التدوير كما مر بيانه فاذا كان الكوكب من ذلك الخط في جهة الحضيض مثل نقطة ر كان راجعا واذا كان في الجهة الاخرى منه مثل نقطة ح كان مستقيما واذا كان الكوكب على نقطة ط كان مقيما وبيان ذلك الامور نصل خطوط ط ح ط م ر ه ح ه ونعمل اذا كان الكوكب على نقطة ح كان في مثلث ط ح م بحكم المقدمة المذكورة

نسخة ط د



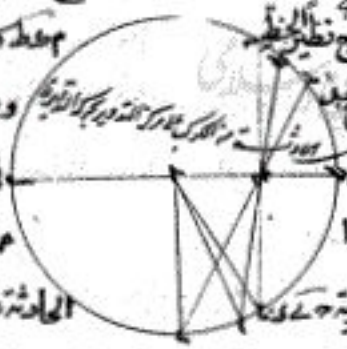


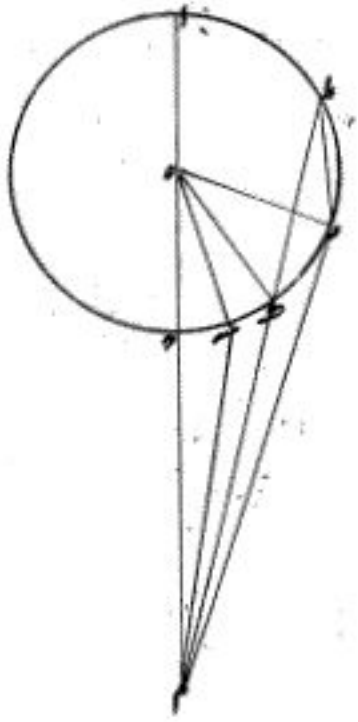
نسبة ط ك الى ك م اعظم من نسبة زاوية ط م ے الى زاوية م ط ے فنسبة نصف
المقدم اعنى نصف ط ك وهو ك ے الى التالى اعنى ك م اعظم من نسبة المقدم اعنى
زاوية ط م ے الى نصف التالى الذى هو زاوية م ط ے المحيطة اعنى زاوية ے ه ے

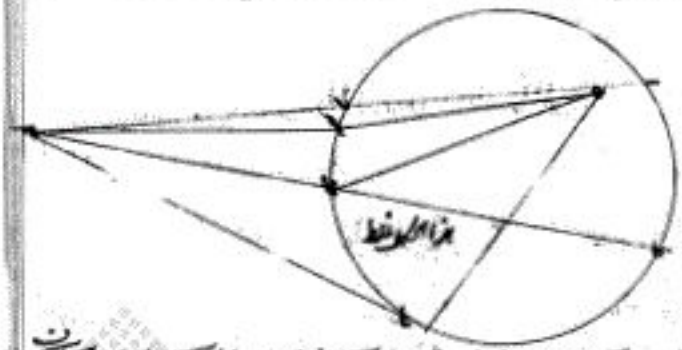
هذا الشكل غير الصحيح الذى بخاطره

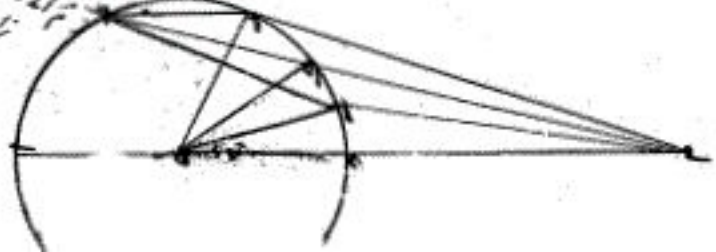
المركزية فنسبة حركة الحامل الى حركة التدوير اعظم من نسبة زاوية ط م ے الى زاوية
ه ے ففى زمان يتحرك الكوكب بالتدوير ويحدث زاوية ه ے على مركز التدوير و
زاوية ط م ے على مركز العالم على خلاف التوالى يحدث على مركز العالم بحركة الحامل على
التوالى زاوية اعظم من زاوية ط م ے مثل زاوية ط م ن فيرى ان الكوكب يتحرك على التوالى
بقدر زاوية ے م ن فيرى مستقيما واذا كان الكوكب على نقطة ن كان فى مثل ط م ن
نسبة م ك الى ك ط اعظم من نسبة زاوية م ط ن الى زاوية ط م ن بحكم المقدمة المذكورة
وبالخلاف نسبة ط ك الى ك م اصغر من نسبة زاوية ط م ن الى زاوية م ط ن وهو نصف
المقدم فى احدى النسبتين وتضعيف التالى فى الاخرى نسبة نصف ط ك الى ك م
اصغر من نسبة زاوية ط م ن الى زاوية ه ے المركزية التى هى ضعف زاوية م ط ن المحيطة
فنسبة حركة الحامل الى حركة التدوير اصغر من نسبة زاوية ط م ن الى زاوية ه ے
فيكون نسبة زاوية ط م ن التى هى اصغر من زاوية ط م ن الى زاوية ه ے ففى زمان يحدث
فيه الكوكب بحركة التدوير زاوية ه ے على مركز التدوير وزاوية ط م ن على مركز العالم
الى خلاف التوالى يحدث ذلك الكوكب بحركة الحامل على التوالى زاوية ط م ن فيرى
ان الكوكب يتحرك على خلاف التوالى بقدر زاوية ے م ن فيرى راجعا وهو الخطأ واما

الكوكب في احدى جهتي نقطة ر راجعا وفي الجهة الاخرى مستقيما كان عند نقطة ض مقيما
وهو المطلوب ثم ليكن ابيان ان الكوكب اذا كان في الخارج المركز المذكور بالشرائط المذكورة
التي قد حكم بانها مقتضية للرجوع في جهة الاوج من الخط المذكور الذي هو مار
بمركز الموافق ووتر الخارج بحيث يكون نسبة ما وقع منه بين مركز الموافق ومحيط
الخارج من الجانب الابعد الى نصفه كنسبة حركة الخارج المركز الى حركة موافقة كان
مستقيما واذا كان في جهة الحضيض منه كان راجعا وانما ابنه منطقة الخارج المركز
على مركز ي وليكن ع مركز العالم والخط المذكور هو ع ن ليكون نسبة ع منه
الى نصفه كنسبة حركة الخارج المركز الى حركة موافقه فنقول اذا كان الكوكب في جهة الاوج
من ذلك الخط مثلا على نقطة ه ومن خط ع ه وكان مستقيما واذا كان في جهة الحضيض
منه مثلا على نقطة ف ومن خط ف ع ح كان راجعا ولنعد من الشكل المذكور في
التدوير منطقة التدوير وهي د ا ش ه ط ا مع خطي م ه ط م ح ما ولما كان خط
ع ه في الخارج نظير الخط
على مركز الخارج بعد
م ه الكائنة
ه ط لما تقرر فاذا
مساوية لزاوية ح ي
ي د ووصلنا م د كان مثلثا م ه ع ي د متشابهين لتساوي زاويتي ه ع ي
وتناسب الاضلاع المحيطة بهما اعني نسبة ه ع الى ع م كنسبة ع ي الى ي د فيكون ايضا
م د في ع ي مساويتين وكانت زاويتا م ه ع ي ع متساويتين لتشابه مثلثي
ي ع فيكون فضل زاوية ي د ع على زاوية ي ع مساوية لزاوية ه م د مجموع
هذا الفضل وزاوية ي د ع التي هي مساوية لزاوية ه د م مساوي لزاوية ي ع ن
لكن نسبة زاوية ي د ع الى هذا الفضل اعظم من نسبة حركة التدوير الى حركة موافقه

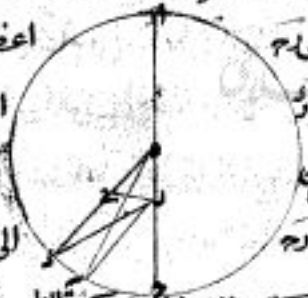








الى زاوية ب ے ف كنسبة حركة موافق الخارج المركز الى حركته ففى زمان يقطع
فيه الخارج المركز الخلاف التوالى قوس ب ف ويحدث عند مركز الخارج زاوية
ف ے ب ويحدث عند المركز الموافق زاوية ف ع ب يقطع موافقه الى التوالى قوسا
موتره لزاوية اصغر من زاوية ف ع ب فيبقى الفضل لحركة الخارج المركز الى خلاف
التوالى فيرى الكوكب راجعا وهو المطلوب فهذا البرهان مما الهمنى به فالحمد لله على ما انعم
واما فى اصل الخارج المركز على تقدير ان لا يكون نسبة حركته الى حركة موافقه اعظم
من نسبة الخط الواصل بين مركز الموافق وبين البعد الاقرب الى نصف قطر الخارج
فلا يمكن ان لا يكون فيه رجوع نفرض دائرة احد منطقة الخارج المركز على مركزه
ومركز العالم نقطة ر ثم نفرض الكوكب فى قرب الحضيض على نقطة د ونصل خطى
ه د ر د ونفصل من ه د ه ح مساويا له ر د ونصل د ح ولان نسبة ه ح الى ح د
اعظم من نسبة زاوية د ه ا الى زاوية د ه د بالمقدمة المذكورة فبالتركيب نسبة ه د
الى د ح بل نسبة ه ح الى ح د اعظم من نسبة مجموع زاويتى
د ه د ه د بل زاوية ح د الى زاوية د ه د وبالخلاف
نسبة د ح الى ه ح اصغر من نسبة زاوية د ه د بل ح د ه
الى زاوية ح د ه لكن نسبة د ح الى ه ح ليست اصغر من نسبة
حركة الخارج المركز الى حركة موافقه فنسبة حركة الخارج المركز الى حركة حامل اصغر
من نسبة زاوية ح ه د الى زاوية ح د ه ولكن نسبة زاوية اصغر من زاوية ح ه د كزاوية
ح ه س الى زاوية ح د ه فى زمان تحرك الكوكب بالخارج المركز قوس ح س الى خلاف التوالى
ويحدث عند مركز الخارج زاوية ح ه س وعند مركز الحامل زاوية ح د س تحرك بموافق
المركز الى التوالى قوس ح س د بحيث يكون موتر الزاوية ح د فيبقى الفضل للحركة الى
التوالى بقدر س د فيرى الكوكب مستقيما ولما لم يتصور للكوكب رجوع فى حوالى
الحضيض الذى حركة الخارج فى حواليه فى غاية السرعة لم يتصور له رجوع فى جميع اجزاء



فان زاوية ح د ك مساوية لمجموع زاويتى د ه د ه د
بشكل لك من الاصول حيث قال كل مثلث
اخرج احد اضلاعه فزاوية الخارجة مساوية
لمقابليها الداخلتين فزاوية ح د ك خارجة
عن مثلث د ه د وزاويتا د ه د ه د
داخلتان متقابلتان

خارج المركز

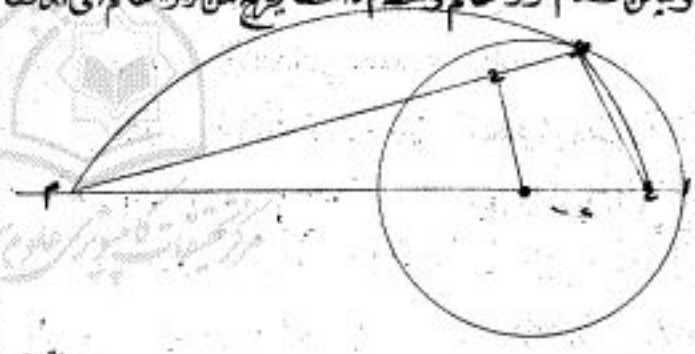
خارج المركز وذلك ما اريد بيانه هذا اذا جعل حركة الخارج المركز الى خلاف التوالي
وحركة التدوير على وجه يكون في البعد الابعد الى التوالي وان جعل حركة الموافق
المركز والخارج المركز مخالفتين في الجهة لما فرضنا فيكون حركة الخارج المركز الى التوالي
وحركة الموافق المركز الى خلافه وجعل حركة الحامل للتدوير كما كانت لكن جعل
حركة التدوير على وجه يكون في البعد الابعد الى خلاف التوالي وسائر الشروط
بحالها بادلت حالتا القطعتين القريبتين والبعيدتين وفيه بحث لان البطو
في القطعة البعيدة من الخارج انما يثبت اذا فرضت حركة الخارج اسرع من حركة
موافقه اذ لو بقيت على حالها كانت حركة الكوكب في القطعة البعيدة سريعة كما
كانت لانها تكون الى خلاف التوالي ولما لم يتحقق البطو في القطعة البعيدة
على هذا التقدير لم يتحقق الوقوف والرجوع فيها بل يجب على تقدير كون حركة التدوير
في البعد الابعد الى خلاف التوالي وحركة الخارج الى التوالي بخلاف حركة حامله ان
تفرض حركة موافق الخارج بقدر فضل حركة التدوير على حركة حامله وتفرض حركة
الخارج مساوية لحركة التدوير كما مر ليتصور رجوع الكوكب في جانب البعد الابعد من
الفلكين ووقوفه بالشرائط المذكورة ونظائرها ويمكن دفع البحث بان يقال المراد
بقوله وسائر الشروط بحالها بقاؤها في العدد سواء كان البقاء باعتبار الشرائط
عينها او باعتبار نظائرها فان كل شرط يعتبر في الصورة الاولى يجب اعتبار ذلك الشرط
بعينه او نظيره في الصورة الثانية فان الشرط الذي هو كون نسبة نصف قطر التدوير
الى نصف قطر حامله كنسبة ما بين المركزين الى نصف قطر الخارج المركز يعتبر بعينه في
وهكذا الشرط الذي هو كون حركتي الخارج المركز والتدوير متساويتين واما الشرط
الذي هو كون حركة الحامل الخارج المركز مساوية لمجموع حركتي التدوير وحامله فهو انما
يعتبر في الصورة الاولى ونظيره الذي هو كون حركة حامل الخارج المركز مساوية لفضل
حركة التدوير على حركة حامله هو معتبر في الصورة الثانية وباقي الشروط المعتبرة في الاولى

الصورة ٣

وحركة حامل الخارج مساوية لمجموع حركة حامل التدوير
وحركة التدوير وحركة الخارج مساوية لحركة حامل التدوير
فتقاطع ذلك التقدير كتقاطع حركة الخارج المركز
من حركة موافقه

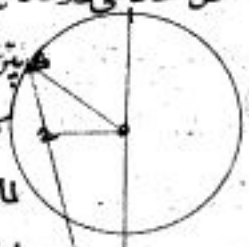
معتبرة في الصورة الثانية بعد ان يجعل البعد الابعد مقام البعد الاقرب فلا يعتبر في
الصورة الثانية الا نظائر تلك الشروط والتفصيل في الصورة الثانية ان يقال
بعد اشتراط كون حركتي الخارج والتدوير متساويتين وكون حركة موافق الخارج
مساوية لفضل حركة التدوير على حركة موافقه وكون نسبة نصف قطر التدوير
الى نصف قطر حامله كنسبة ما بين مركزي الخارج وموافقه الى نصف قطر الخارج
ان نسبة نصف قطر التدوير او الخارج الى الخط الواصل بين مركز الموافق المركز و
بين البعد الابعد لا بد اما ان يكون اعظم من نسبة حركة الموافقين الى حركة التدوير
وحركة الخارج كل الى صاحبه او لم يكن اعظم وعلى الثاني لا يحدث للكوكب بسبب الحركتين
الا السرعة في القطعة القريبة والبطوء في القطعة البعيدة اما في الخارج المركز فلان
فضل حركة الخارج على حركة حامله في القطعة القريبة اكثر من فضلها عليها في القطعة
البعيدة واما في التدوير فلان الحركة في القطعة القريبة مجموع الحركتين وفي القطعة
البعيدة فضل حركة الموافق على حركة التدوير ولا يكون للكوكب رجوع اصلا
ولا وقوف لا عند كونه في البعد الابعد على تقدير تساوي النسبتين المذكورتين
فقط وعلى الاول يحدث للكوكب رجوع في القطعة البعيدة بين وقوفين فيكون
على هذا التقدير اخراج خطين من مركز الموافق عن جنبي الخط المذكور اعني الواصل
بين مركز الموافق وبين البعد الابعد الى كل واحد من الفلكين الى محيط الخارج والتدوير
في الجانبين بحيث يكون نسبة حركتي الخارج والتدوير الى حركتي الموافقين كل الى
صاحبه مساوية لنسبة ما وقع من كل واحد من ذينك الخطين بين مركز الموافق ومحيط
الخارج المركز او التدوير من الجانب الابعد الى نصف القوس الفاصل لكل واحد من الفلكين
الى قطعتين من ان لان الخط كل الى صاحبه فيكون الكوكب عند وصوله الى اول ذينك
الخطين في القطعة البعيدة واقفا للرجوع بعد بطوء متدرج الى الوقوف ومنه
الى وصوله الى الخط الثاني راجعا رجوعا متدرجا من بطوء الى سرعة غايتها في البعد

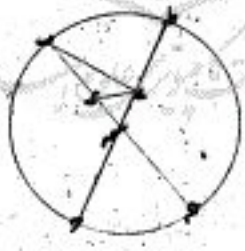
الابعد ثم سنا الى بطؤ ينتهي عند الخط الثاني وعند وصوله اليه واقفا ثانيا للاستقامة
وبعد ذلك مستقيم متدرجا من الوقوف الى السرعة ويكون السيران المتوسطان بين
البطؤ والسرعة عند البعدين الاوسطين ولنبين امكان اخراج خط من
مركز العالم الى محيط التدوير في جانب الذروة بحيث يكون نسبة نصف ما منه
وتر للتدوير الى ذلك الخط كنسبة حركة الحامل التي هي حركة المركز المرئية الى حركة
التدوير التي هي الخاصة المرئية على تقدير كون نسبة نصف قطر التدوير الى الخط
الواصل بين مركز العالم وذروة التدوير اعظم من نسبة حركة مركز التدوير المرئية
الى حركة التدوير التي هي الخاصة المرئية دائرة اه منطقة التدوير على مركزه
ولكن نقطة م مركز العالم وخط م ه اخطا يخرج من مركز العالم الى الذروة



فمعلوم انه كان نسبة اه الى ام اعظم من نسبة حركة مركز التدوير المرئية الى حركة التدوير
التي هي الخاصة كان بالعكس ثم بالتفصيل ثم بالعكس نسبة اه الى ام اعظم من نسبة
حركة المركز المرئية الى فضل حركة التدوير التي هي الخاصة المرئية عليها اي على حركة
المركز المرئية فليكن بينهما نسبة الحركتين اي نسبة الحركة المركز المرئية الى فضل الخاصة المرئية
عليها كنسبة خط اقصر من اه كخط ع ه الى ام فبالعكس ثم بالتركيب ثم بالعكس نسبة
ع ه الى ع م كنسبة حركة مركز التدوير المرئية الى الخاصة المرئية ثم نرسم على خط ع م نصف
دائرة ع ف م القاطعة لمنطقة التدوير على ف ثم وصلنا م ف فهذا الخط هو المط
لانه اذا وصلنا ف ع واخرجنا من نقطة ه عمود ه ح على ف م حدث مثلثا ح ه م ع

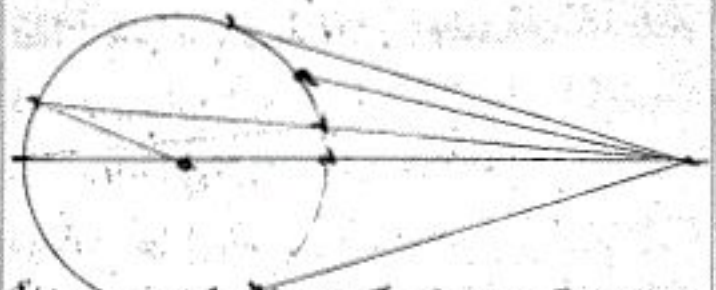
متشابهين لاشتراك زاويتهم بينهما وكون زاويتي ا ح ه م ع الواقعة في نصف دائرة
ع ه م قائمتين وتساوي الزاويتين الباقيتين لكون زوايا المثلثين متساويتين فاضلوا عليها
متناسبة فنسبة ع م الى م ه كنسبة ه م الى م ح فبالتقلب نسبة ع م الى ع ه كنسبة ه م
الى ه ح وبالعكس كان نسبة ع ه الى ع م كنسبة ه ح الى ه م وهو المطلوب ثم ليكن لنا
امكان تحقق نظير ذلك الخط اى خط م ح ط المذكور في التدوير في الخارج المركز
المشروط بالشروط المذكورة على تقدير ان يكون نسبة نصف قطر الخارج الى الخط
الواصل بين مركز العالم والاوج اعظم من نسبة حركة الموافق المركز الى حركة الخارج
المركز دائرة ط ب ه منطقة الخارج على مركز ى وليكن نقطة ب مركز العالم ولنعد
في اشكال المذكور في التدوير منطقة التدوير مع خطي م ه ا م ح ط ونصل ط
ولنعمل على مركز منطقة الخارج زاوية ط ى ب مساوية لزاوية ا ه ط ونصل ب ى
ونخرجه الى ك ولنخرج من نقطة ى عمود ى د على و ترب ه فيكون منصفا له كما





بين في المقالة الثالثة من كتاب الاصول فنقول لما كان زاوية ط ى ب مساوية لزاوية ا ه ط كان زاوية ب ى د ه م يكون زاويتا ى د ه ى ه م متساويتين وزاويتا ب ه م متساويتين وكذلك زاويتا د ه ح ى ه م متساويتين فمثلثي ب ى ه ح ى ه م متشابهان فيكون نسبة ب ى الى ى ه كنسبة ه م الى ه ح وكون زاويتي ى ح ه ى م ه متساويتين فيكون المثلثان متشابهين ونسبة ب ى الى ى ه كنسبة ه ح الى ه م ثم في مثلثي ب ى ه ح ط لتساوي زاويتي ى ح ه ط ى ب ه وكون زاويتي ى ح ه ى م ه قائمتين يتساوى زاويتا ه الباقيتان من الزوايا الثلث في مثلثي ب ى ه ح ط فيكون

هذان المثلثان متشابهين فيكون نسبة ب ر الى ر ك كنسبة ه ح الى ح ط وكان نسبة
ب ر الى ر ك كنسبة م ح الى ح ج فبالمساواة المنطقة يكون نسبة ب ر الى ر ك كنسبة
م ح الى ح ج فبالعكس ثم بالتركيب يكون نسبة ب ر الى ر ك كنسبة ط م الى م ح التى
هى كنسبة حركة الدوير الى فضلها على حركة حامله بل كنسبة حركة الخارج المركز الى
حركة حامله وهو المطلوب اخفا في اذا تحقق خط في كل من اسلى الدوير و
الخارج المركز بالصفة المذكورة فى احد طرفى البعد الابعد تحقق خط آخر بتلك
الصفة فى الطرف الآخر واذا تقدم ما ذكر فنقول اذا فرض الدوير متحركا بحيث
يكون حركته فى القطعة العليا الى خلاف التوالى وهى قوس ا د مثلا من دائرة
ا د ب التى هى منطقة الدوير على مركزه و فرض وافقه متحركا الى التوالى و لم
يكن نسبة خط ا ه وهو نصف قطر الدوير الى الخط الواصل بين مركز العالم
وذروة الدوير وهو خط م ا اعظم من نسبة حركة مركز الدوير بحركة موافقه
الى التوالى الى حركة الدوير التى هى الخاصة المرئية لم يحصل للكوكب بسبب حركة
الدوير رجعة لان الكوكب اذا كان فى قطعة ه د تحرك بمجموع الحركتين واذا كان
فى القطعة الاخرى وهى قطعة ا ب لم يتصور له الرجوع لانه اذا كان على نقطة
ر مثلا ووصلنا خطى ط م ح ر وجعلنا المقدمة المذكورة نسبة ا ه الى م ط اعظم



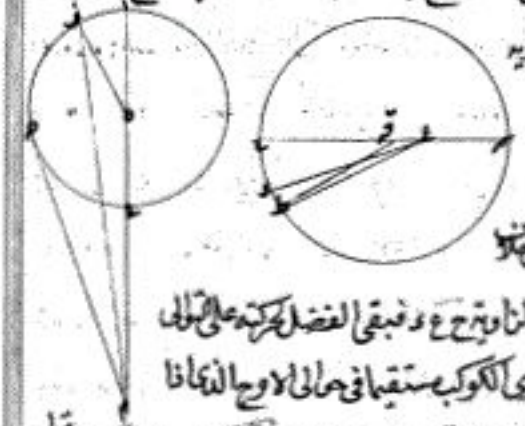
من نسبة زاوية ا م ر الى زاوية ر م ا وبالعكس نسبة ح م الى ا ه اصغر من نسبة زاوية ا م
الى زاوية ر م ا وبالتركيب نسبة ا م الى ا ه اصغر من نسبة مجموع زاويتى ر ا م ر م ا
اى الداخلة من مثلث ا م الى زاوية ر م ا وبالعكس نسبة ا ه الى ا م اعظم من نسبة

زاوية ح م الى زاوية آ ه ر وبتنصيف المقدم في احدى تينك النسبتين التي هي النسبة
الاولى وتضعيف التالي في الاخرى كان نسبة آ ه الى آ م التي هي اما مساوية لنسبة حركة
موافق التدوير الى حركته واما اصغر منها اعظم من نسبة زاوية ح م ى الى ضعف زاوية
آ ى ر وهو زاوية آ ه ر فنسبة حركة موافق التدوير الى حركته اعظم من نسبة زاوية
آ م ى الى زاوية آ ه ر فيكون نسبة زاوية اعظم من زاوية آ م ى مثل زاوية آ م ه الى
زاوية آ ه ر ففي زمان يقطع الكوكب فيه محركة التدوير قوس آ ى يحدث عند مركز التدوير
زاوية آ ه ر الى خلاف التوالي وعند مركز الموافق المركز زاوية آ م ى يحدث بحركة الموافق
المركز زاوية آ م ه عند مركزه فيحصل الفضل لحركته الى التوالي بقدر زاوية ه م ر
فيرى الكوكب مستقيما وهو المط وليكن لبيان هذا الحكم في الخارج المركز دائرة
ح ط س منطقة الخارج على مركز ق وتقطع ح ع مركز الحامل الموافق المركز ولنفصل
ع ق ونخرجه في الجهتين الى ح س وليكن ح الاوج ولنعد من الشكل المذكور منطقة
التدوير ايضا آ ر ع خطوط م آ م ر م ه ر ه فمعلوم اذا عملنا زاوية ح ق ط
على مركز الخارج مساوية لزاوية آ ه ر الكائنة على مركز التدوير ووصلنا ط ع كان
في مثلثي ط ق ع ر ه م لكون زاويتي ط ق ع ر ه م اللتين هما تمام زاويتي ح ق ط آ ه ر
المتساويتين من قائمتين متساويتين ونسبة ق ع وهو ما بين المركزين الى ط ق وهو نصف
قطر الخارج كنسبة ر ه نصف قطر التدوير الى ه م نصف قطر منطقة مركز التدوير
فزاوية ق ع ط مساوية لزاوية ه م ر وزاوية ق ط ع مساوية لزاوية ه م ر وكان
نسبة زاوية آ ه ر الى زاوية ه م ر اعظم من نسبة حركة التدوير الى حركة حامله لما تركان بالتعديل
نسبة زاوية ح ق ط التي هي مساوية لزاوية آ ه ر الى زاوية ح ع ط المساوية لزاوية ه م ر
التي هي فضل زاوية آ ه ر على زاوية ه م ر اصغر من نسبة حركة الخارج المركز التي هي مساوية
لحركة التدوير الى حركة حامله التي هي فضل حركة التدوير على حركة حامله فنسبة زاوية
ح ق ط الى زاوية اصغر من زاوية ح ع ط كزاوية ح ع ك نسبة حركة الخارج المركز

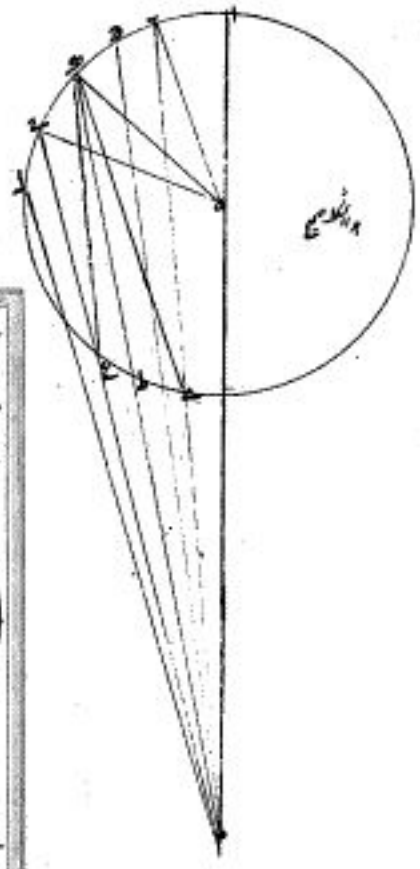
قب النسبة هو اعني نسبة المقدم
الى فضله لان المحرر

الحكم

الى حركة موافقه ففى زمان يقطع فيه الكوكب قوس ح ط بحركة الخارج الى التوالى



يحدث عند مركز زاويه
ح ق ط وعند مركز
العالم زاوية ح ع ط
يقطع بحركة حامله الى خلاف
التوالى قوسا موتره لزاوية ح ع د فبقى الفضل لحركته على التوالى
بقدر زاوية د ع ط فيرى الكوكب مستقيما فى حوالى الاوج الذى اذا
لم يتحقق الرجوع فى حواليه لم يتحقق اصلا كما لا يخفى واما اذا كان نسبة اه نصف قطر
التدوير الذى هو او الى ام الخط الواصل بين مركز العالم وذروة التدوير اعظم من
نسبة حركة موافق التدوير الى حركته فامكن ان يوجد خط من الخطوط الخارجة
من مركز العالم القاطعة لمنطقة التدوير مثل خط م ط بحيث يكون نسبة نصف
ما منه وتر القوس من منطقة التدوير مثل خط ط ط الى تمام ذلك الخط اعنى ط
م كنسبة حركة موافق التدوير الى حركته على ما مر بيانه فنقول اذا كان الكوكب فى ذلك
الخط فى جهة الذروة كان راجعا واذا كان منه فى جهة الحضيض كان مستقيما واذا كان
على ذلك الخط فى الطرف الاعلى اعنى نقطة ط كان مقيما ولنفرض لبيان ذلك ان الكوكب
اولا فى خلاف جهة الذروة من الخط المذكور على نقطة ح ونصل م ع ح قاطعا لمنطقة
التدوير على نقطة ه ثم نصل خطى ط ع ط ه فنقول بحكم المقدمة المذكورة اولا
فى مثلث ط م ع نسبة ط ط الى ط م اعظم من نسبة زاوية ع م ط الى زاوية ع ط م
ثم بالتركيب ثم بالعكس نسبة ط ط الى ط م اعظم من نسبة زاوية ع م ط الى زاوية ح ع م
الخارجة المساوية لزاويتى ع م ط ع ط م وبتنصيف المقدم فى النسبة الاولى وتضعيف
التالى فى الاخرى نسبة نصف ط ط الى ط م بل نسبة حركة موافق التدوير الى حركته
التى هى الخاصة المرئية اعظم من نسبة زاوية ع م ط الى زاوية ط ه ح ففى زمان واحد



الكوكب بحركته الخاصة المرئية زاوية ح ه ط على مركز التدوير وزاوية ح م ط على مركز
العالم بخلاف التوالي المحدث على مركز العالم بحركة موافق التدوير الى التوالي زاوية

اعظم من زاوية ك م ح مثل زاوية ك م ل
فبقي الفضل بحركته على التوالي بقدر زاوية
ح م ل فيرى الكوكب مستقيما ثم لنفرض الكوكب على نقطة ز في جهة الذروة من الخط
المذكور ونصل خطي م ز ه ز قاطعا المنطقة التدوير على ي ثم نصل خطي ه ي
فنقول بحكم المقدمة المذكورة في مثلث ك م ز نسبة ط م الى ط ك اعظم من نسبة
زاوية ك م ز الى زاوية ك ز م فبالتركيب نسبة ك م الى ك ط اعظم من نسبة زاوية
ك ز م المساوية لزاوية ي م ك ز الى زاوية ك م ز وبالعكس نسبة ك ط الى ك م
اصغر من نسبة زاوية ك م ز الى زاوية ك ز م وبتنصيف المقدم في النسبة الاولى
وتضعيف التالي في الاخرى كان نسبة نصف ك ط الى ك م بل نسبة حركة موافق
التدوير الى حركته اصغر من نسبة زاوية ك م ز الى زاوية ز ه ط المركزية التي هي ضعف
لزاوية ك ز م فبفي زمان حدوث الكوكب بحركة التدوير زاوية ك ه ز على مركزه وزاوية
ك م ز على مركز العالم على خلاف التوالي المحدث بحركة موافق التدوير الى التوالي على
مركز العالم زاوية اصغر من زاوية ك م ز مثل زاوية ز م ه فبقي الفضل بحركته الى
خلاف التوالي بقدر زاوية ك م ه فيرى الكوكب راجعا فلما كان الكوكب راجعا في
الذروة من الخط المذكور ومستقيما في الجهة الاخرى منه كان مقيما عند كونه في تلك
الخط على نقطة ك وذلك ما اردنا بيانه ولما كان حركتا الخارج المركز والتدوير متساويتين
وكان نسبة ما بين المركزين الى نصف قطر الخارج مساوية لنسبة نصف قطر التدوير

الى نصف

الى نصف قطر منطقة حاملة وكان مجموع حركتي الحاملين مساويا لحركة الخارج التي هي
مساوية لحركة التدوير في الفرض المذكور لزم ان يشابه حركتا التدوير وحامله على
النحو المذكور حركتي الخارج المركز وحامله على النحو المذكور اقتضاء الترجيح والا تفاقة
في جميع الحدود كما يظهر بالتامل فيما ذكر من تشابه المثلثين المذكورين في الشكلين اللذين
رسما لاثبات عدم تحقق الرجعة في الخارج على التقدير الاول اعني مثلثي طقع ده م
فاذا ثبت تشابه نظيريهما في ذينك المثلثين في جميع الحدود لزم تساوي زاويتي الاختلاف
اعني زاويتي ده م قطع في كل حدين متشابهين من الخارج والتدوير فاذا كان التعديل
في حد من التدوير اعني زاوية يحدثها الكوكب بحركة التدوير التي هي الخاصة المرئية على
خلاف التوالي عند مركز حامله مساوية لزاوية يحدثها الكوكب بحركة الحامل الى التوالي
عند مركز ليتحقق الوقوف كان الاختلاف في نظير ذلك الحد من الخارج اعني الزاوية الحادثة
عند مركز الكوكب عن تقاطع الخطين الخارجين من مركز الخارج وموافقه مساويا لزاوية
محدثة من حركة حامل التدوير ايضا فيكون فضل زاوية حركة الخارج المركز عند مركزه
على ذلك التعديل وهو زاوية حركة الخارج المركز المرئية عند مركز الموافق المتحرك الى
خلاف التوالي مساويا لزاوية حركة ذلك الموافق لكونهما مساوية لفضل زاوية حركة
التدوير التي هي مساوية لزاوية حركة الخارج على زاوية حركة الحامل التدوير فيلزم
الوقوف في الخارج ايضا واذا كان زاوية الاختلاف في حد من التدوير في حوالي ابعد
الابعد ازيد من زاوية حركة حامله ليلزم الرجوع لزم في نظير ذلك الحد من الخارج
الرجوع ايضا لانه اذا كان زاوية الاختلاف في حد من حدود التدوير ازيد من زاوية
حركة حامل التدوير فضل زاوية حركة الخارج على ذلك الاختلاف في نظير ذلك
الحد من الخارج انقص من زاوية حركة موافق الخارج التي حركته الى خلاف التوالي
الفضل لحركة موافق الخارج فيلزم الرجوع واذا كان زاوية الاختلاف في حد من حدود
التدوير في حوالي ابعد البعد انقص من زاوية حركة موافقه ليلزم استقامة الكوكب

مساوية لفضل حركة التدوير على حركة حامله
فيلزم ان يكون حركة التدوير مساوية
لحركة حامله وفضل الفرض حينئذ حركة
حامل الخارج فحركتا الحاملين متساويتان
لحركة التدوير التي هي مساوية
لحركة الخارج

لان زاوية حركة الخارج عند مركزه فضل الى
زاوية الاختلاف بقدر الزاوية الحادثة
عند مركز الموافق لان الحاصلة مساوية
لهذا ختين

لان المفروض ان فضل حركة الخارج حركة
حامل التدوير مساو لحركة موافق الخارج فالاختلاف
التدوير في هذه الصورة ازيد من حركة
التدوير فضل حركة الخارج على ذلك الاختلاف
الذي هو اول اختلاف الخارج انقص
من حركة موافق الخارج

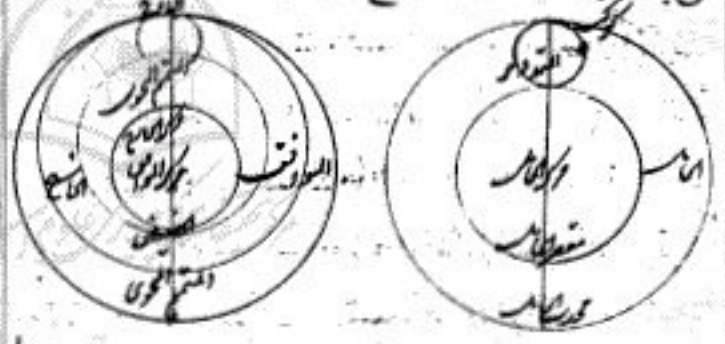
لزم في نظير ذلك الحد من الخارج المركز ايضا الاستقامة لانه اذا كان الاختلاف انقص
من زاوية حركة موافق التدوير التي هي مساوية لفضل حركة الخارج المركز على حركة
موافقه ففضل زاوية حركة الخارج على ذلك الاختلاف الذي هو انقص من
زاوية حركة موافق التدوير يكون ازيد من زاوية حركة موافق الخارج التي هي مساوية
لفضل زاوية حركة الخارج على زاوية حركة موافق التدوير فيكون الفضل في ذلك
الحد لحركة الخارج التي هي الى التوالي فيرى الكوكب في ذلك الحد مستقيما فليتأمل
فان هذا وجه دقيق لطيف قد تفردت باستنباطه والحمد لله على ما اعطانا

فهذه المباحث المذكورة في هذا الفصل لضبط الاختلافات المرئية اصول
وقوانين لا بد من معرفتها ليحصل الاطلاع بها على احوال الكواكب في اختلافاتها
بحسب الرؤية على وجه يوافق قواعد الحكمة اوردناها في هذا الموضع على سبيل الحكاية
اي مجردة عن دلائلها وبراهينها مذكورة بالخطوط في المجسطي وفائدة ايرادها على
سبيل التصوير ان يسهل بادراكها تصور تلك الاختلافات مطابقة لتلك القواعد
وبراهين هذه القواعد بعضها مذكورة بالفعل في المجسطي وبعضها غير مذكورة
الا بالقوة وانما اخرجنا الجميع ههنا الى الفعل مفصلة والتزمنا الاطناب لنفاستها
فان اصابة الحق في استخراج الاسباب التي يوجب الاختلافات المرئية للكواكب مع
استواء حركاتها في انفسها امر عظيم القدر واعلم ان اصل الخارج انما يمكن في
الكواكب الثلثة العلوية التي يبعد عن الشمس كل البعد دون السفليين لان
هذا الاصل يقتضي كل الابعاد ففي العلوية يمكن كل من اصلي الخارج والتدوير
وفي السفليين لا يمكن الا اصل التدوير والاقتصار على الدوائر كاف للناظر في
البراهين في جميع هذا العلم واذا اقتصر فيه على ذلك بقي هيئة غير مجسدة وكان من
العلوم الرياضية الصرفة اما من يحاول تصور مبادي الحركات على وجه يقتضيه
قوانينهم فلا بد من معرفة هيئة الاجسام المتحركة بتلك الحركات على وجه يظهر تلك

الحركات في مناطقها واذا اعتبرهذا العلم كذلك يسمى هيئة مجسمة وكان له عروض العلوم
الطبيعية التي موضوعها الجسم الطبيعي من حيث الحركة والسكون كما مر الاشارة اليه
وعليه ان يتصوّر كلا من الموافق لمركز الذي للخارج المركز والحامل للتدوير فلكا
مجسما يحيط به سطحان متوازيان يتساوى البعد بينهما من جميع الجهات مركزاهما واحد بالضرورة
وهو مركز العالم او مركز الخارج وان يتصوّر الخارج المركز فلكا مجسما واقعا في بطن
المركز يحيط به ايضا سطحان متوازيان مركزاهما واحد بالضرورة كما في الموافق لكنه
خارج عن مركز الموافق الذي هو مركز العالم بقدر ما توجبه الاخلاف في غاياته الا
التي هي اعظم الزوايا الحادثة عند مركز الكوكب من خروج خطين ليصل احدهما من مركز
العالم والاخر من مركز الخارج والمحدب من سطحيه اى سطحي الخارج ما يلي المحدب الموافق
اى الخارج واقع فيما بين سطحي الموافق ما يلي الجانب منه بحيث يكون محدبه ما يلي المحدب
على نقطة واحدة هي ابعد نقطة عليه اى على الخارج من مركز الموافق ومقعره اى
مقعر الخارج ما يلي مقعر الموافق على نقطة واحدة مقابلة للاولى هي اقرب نقطة عليه
اى على الخارج منه اى من مركز الموافق وان يتصوّر ثخنه اى ثخن الخارج بحيث يسع
ذلك الثخن ما يجب ان يكون فيه اى في ذلك الثخن من تدوير او كوكب بحيث يماس محدبه
اى محدب ما يكون فيه سطحيه اى سطحي الخارج على نقطتين فيساوي قطر التدوير او
الكوكب ثخن الخارج ولا يخفى عليك ان الحكم بمماسة الخارج لسطحي الموافق وكون
ثخن الخارج مساويا لقطر ما فيه مبني على امر استحساني هو ان الاشبه ان لا يكون هناك
فضلا يحتاج اليه وان يتصوّر منطقة اى منطقة الخارج مدار مركز التدوير او
مركز الكوكب اى يتصوّر كون التدوير او الكوكب مركوزا في الخارج بحيث يتحرك
احدهما على مدار هو في سطح منطقة مفروضة بحيث يكون محدبها على محدب الخارج
فيكون في حكمها لاتحاد مركزيهما وكونهما في سطح واحد لا في سطح دائرة موازية لمنطقة
الخارج احترازا عن الفضل وهذا معنى ظهور تلك الحركات في مناطقها فان تلك

الدوايرالتى يكفى الاختصار عليها جعلت مناطق المجتمات فظهرت حركات الكواكب فيها
وان يتصور منطقة الموافق دائرة مركزها مركز الموافق مساوية لمنطقة الخارج مقاطعة
اياها فى نقطتين اما كون مركزها مركز الموافق فامر لابد منه لتكون تلك الدائرة فى
حكم منطقة الموافق لكونها فى سطحها وموافقة لها فى المركز واما اعتبار التساوى فلاوقوعه
امر محدود يتم به المقصود وح لابد من تقاطعهما لاختلاف المركزين الواقعين فى داخل
الدائرتين كما فى هذا الشكل وتقوم بحملها اى منطقة
الموافق دائرة تماس منطقة
الخارج على نقطة محاذية
للبعد الابعد هكذا
فيكون قطر منطقة الموافق
اطول من قطر منطقة الخارج
بضعف مقدار ما بين المركزين وان يتصور فلك التدوير
كرة فى تخن حامله محدبها ماس لسطحيه على نقطتين هما ابعد نقطة
عليه واقربها من مركز حامله فالتى بماس عليها محدب سطحيه ابعد تلك النقط والاخرى
اقربها من ذلك المركز والكواكب مركوزة مغرقة فيه اعنى فى التدوير بحيث يماس سطحه اى سطح
الكوكب الذى هو الخارج محدب التدوير على نقطة ادنى لانه لو كان لكان الكوكب نائيا عنه
فيلزم الخرق والالتحاق او لكان التدوير فضل مستغنى عنه ولا يعتبر مقعرها اى مقعر التدوير
والكوكب فى لاحاجة بنا اليه فيفرضان مصمتين ويجب ان يتصور منطقة اى منطقة التدوير
دائرة هى بدار مركز الكوكب على قياس ما عرفت فى الخارج وان يتصور منطقة الحامل
هى بدار مركز التدوير على ذلك القياس وينفصل من الموافق المركز بعد انفصال الخارج
المركز عنه جسمان تعليان اى جسمان مستديران تخينان غليظا الوسط يستدق
ذلك الغلظ شيأ فشيأ الى ان ينعدم عند نقطة مقابلة لغاية الغلظ يحيطان
بالخارج المركز من جانبى محدبه ومقعره فيكون احدهما حاويا له والآخر محويا له على نسبة
وضع غلظهما فغلظ الحاوى من جانب البعد الاقرب ورقته من جانب البعد الابعد وغلظ

المحيي ورقته على عكس ذلك ويسميان المتممين لانهما يتمان الخارج فيصير المجموع الموافق المركز
وليعلم ان مركز الموافق المركز مركز المحدب المتمم الحاوي والمقعر المحيي ومركز الخارج المركز
مركز المقعر الحاوي والمحدب المحيي فكل واحد من المتممين داخل في هذا الكرة باعتبار محدبة
فيكون المتممات اكر مخالفة الشكل في قديب لها حركات خاصة وبعد الخارج مع الموافق
اربع كرات ولا بعد ذلك لان الدويري بعد وتكرة اتفاقا مع كونه بعد انفصال
الكوكب عنه مثل المتمم سواء والبعد الابعد في الخارج المركز يسمى الاوج وفي الدويري
يسمى القدوة والبعد الاقرب فيهما يسمى الحضيض وقد يسمى الخارج المركز بطلان الاوج
والمتحرك في الفلكين من البعد الابعد الى الاقرب هابط والمتحرك منه اي من البعد الاقرب
الى البعد الابعد صاعد وفي بعض النسخ هابطا وصاعدا على انها في حيز التثنية وهذه



صورتها اي صورة الفلكين المجتمعين مع الموافق بالفرض سواء الاقلون المجتمعة على ان يتكلموا
في السطوح المستوية ولما فرغ من توطية المقدمات والقوانين شرع فيما هو الغرض الاول
من هذا الفن وهو تقرير هيئة الافلاك السيارة على وفق الاختلافات المشاهدة فيها
فقدم امر القمر لانها اشهر الكواكب واعظمها وانورها واشرفها وبسبب تحدث الايام والليالي
التي يقدر بها وباجزائها وما يتركب منها كالشهور والاعوام حركات الافلاك وكانت
اختلافاتها الموجودة اقل من اختلافات غيرها اذ لا يوجد لها من الاختلافات الا
السرعة والبطوء والتوسط واختلاف مقاديرها في الحس فلهذا افلاكها ابسط من افلاك غيرها
من السيارات ولان البحث عن احوال السيارات قد يتوقف على معرفة احوالها ولان لها

مزايا اخرى لا يخفى وقعها الفصل السادس في احوال الشمس على سبيل الاستكشاف عن احوالها والاستبصار فيها وجدت حركتها مختلفة في اجزاء منطقة البروج بان كانت بطيئة في نصف منها بعينه وهو النصف الشمالي سريعة في النصف الآخر وانما عرف ذلك بان وجدت زمان حركتها من اول الاعتدال الربيعي الى آخر حلولها الاعتدال الخريفي اكثر من زمان عودها من الخريفي الى الربيعي فالحركة التي في النصف الذي من الاعتدال الربيعي الى الخريفي يكون ابطأ منها في النصف الآخر واستدل بذلك على ان الشمس في البطوء ابعد من مركز العالم ليحتاج الى قطع القطعة العظمى من الخارج او المدير فيكون المدة اكثر وفي السرعة اقرب ليحتاج الى قطع القطعة الصغرى من احدهما فيكون المدة اقل وانما عرف حلول الشمس الاعتدالين بالحلقة المسماة بالحلقة الاسكندرية المنصوبة في المربع المنصوب في سطح معدل النهار المبنية على يوم الاستواء بصيرورة الضوء في جانبي تقعر الحلقة على السواء بعد ان كان ابتداء الاضاءة من الشمال او الجنوب وكذا وجدت زمان ما بين نزول الشمس الاعتدال الربيعي وبين نزولها الانقلاب الصيفي المعلوم بالتأثيرين المماثلين المنصوبتين في آخر نصف النهار بادارة احديهما المحاطة بالاخرى التي لها شطيتان كشطيتي الاسطرلاب كل يوم لتستظل الشطية السفلى بالعليا لتعرف بها غاية تباعد الشمس عن المعدل شمالا وجنوبا اكثر من زمان ما بين نزولها الانقلاب الصيفي ونزولها الاعتدال الخريفي فالحركة في الربع الربيعي ابطأ منها في الربع الصيفي فهذا هو الاختلاف الطولي ولم يوجد للشمس اختلاف في العرض والى هذا اشار بقوله ووجد مركز جرمها دائما ملازما لمنطقة البروج غير مائل عنها لا الى الشمال ولا الى الجنوب ولذلك ربما يعرف منطقة البروج بمدار الشمس مرارا واختلاف ابعاد مركزها عن موضع الناظر الذي هو حكما حكم مركز العالم وان كان يوجب في الحقيقة اختلافا لها في الرؤية لكن المتقدمين لم يجدوا لذلك قدرا محسوسا فحكموا بان قطر

ان الاوج في اول الاسد كان مقدار ما بعد الانقلاب الصيفي اربعة وعشرين جزء ونصف جزء

في النظر

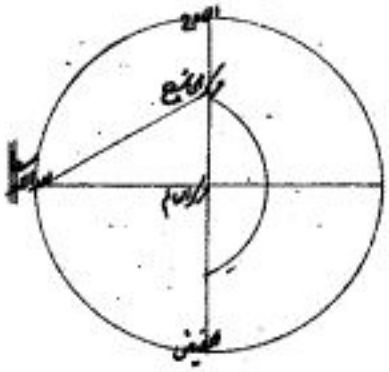
في المنظر واحد في جميع ابعادها فعلى هذا الرأي لا يكون لها الا اختلاف واحد واما
المتاخرون فوجدوا جرمها في اواسط زمان البطوء اصغر قليلا منه في اواسط زمان السرعة
وذلك لان القمر انما ينكسف بسبب حيلولة الارض بينها وبين الناظرين كما سيجيء ان شاء الله تعالى
فاذا كان جرم القمر على مقدار واحد كسوفين متساويين بعديه من الناظر في الحالين في
الشمس تمامها ويمكث الكسوف زمانا صالحا فاذا كان جرمها اصغر لا محالة مما اذا انكسف وسطها
وبقيت حلقة نورانية من اطرافها فالحالة الاولى حال الشمس في اواسط زمان ابطائها
والثانية حالها في اواسط زمان اسراعها فاذن ثبت للشمس اختلاف آخر والى هذا اشار
بقولهم ووجدوا بالنظر الدقيق في الكسوفات جرمها في اواسط زمان البطوء اصغر قليلا
منه في اواسط زمان السرعة فان محمد بن اسحق السرخسي احترق في الكسوفات بكاظمة
في اواسط زمان البطوء وابا العباس الايراني شهري احترق بمجلقة نورانية في اواسط
زمان السرعة مع ان بعد القمر في الوقتين كان واحدا فاستدلوا الى المتاخرون من ذلك
الى من اختلاف جرمها في الرؤية ايضا على كونها في البطوء ابعد من مركز العالم وفي السرعة
اقرب والمتقدمون وان لم يجدوا ذلك الاختلاف لكنهم حكموا بهذا المطلب لكون
زمان البطوء اكثر من زمان السرعة فانه يدل على هذا المقصود ايضا فحصل لهم دليل
واحد عليه وللمتاخرين دليلان عليه والمتاخرون وجدوا ايضا المنتصف بطوءها
وسرعتها وهما الاوج والحضيض بل لكل موضع حال من احوالها كسير معين ونحوه
انتقالا فاجزاء منطقة البروج على التوالي قريبا من انتقالات الثوابت بالحركة الثامنة
البطيئة جدا وذلك بان رصد مقدار سيرها في جزءين من منطقة البروج بعيد
مفارقتها الاعتدال الربيعي قبل ان تبطئ غاية الابطاء الى ان جاوزت ذلك الغاية و
عادت الى مثل الحالة الاولى فعلم ان الاوج على منتصف القوس الواقعة بين الحالين و
الحضيض على مقابله ثم رصد موضع الاوج بعد مدة مديدة فوجد منتقلا على
التوالي عن الموضع الاول الى موضع آخر فقسم القوس التي بين الموضعين من المنطقة على

الزمان الذي بين الرصدين فخرجت حركته في كل ست وستين سنة بحسب اكثر رصدهم
وفي كل سبعين سنة بحسب الرصد الجديد بجزء واحد وبطليموس لم يجد ذلك لانتقال
فاقتضى ذلك الذي ذكر من احوال الشمس ان يثبت لها اما خارج مركز منطقته
في سطح منطقة البروج يكون الشمس في تخته المساوي لقطرها وهو يتحرك ويحرك الشمس
تواليا البروج بقدر حركة وسط الشمس او نقص نهاية حركة اوجها عند من يقول بها ويسمى
حركة مركزها وبيان ذلك انهم قسموا الدور وهو ثلثمائة وستون جزء على عود واحد
للشمس فاعتبروا بين نزولها النقطة الربيعية الى عودها اليها وهو ثلثمائة وخمسة وستون
يوما وربع يوم بالتقريب فخرجت لكل يوم بليلة تسع وخمسون دقيقة وثمان ثوان وعشرون
ثالثة بالتقريب فسميت الحركة على هذا المقدار حركة وسط الشمس والحركة المستوية لها وثبت
ايضا حركة مركزها المتحركة بحركة خارجها عند من لا يقول بحركة اوجها واما عند من يقول
بها فاذا نقصت من حركة وسطها حركة اوجها كان الباقي نهاية حركة الخارج المسماة بحركة
مركز الشمس واما تدوير وحامل منطقتها كذلك اي في سطح منطقة البروج يكون الشمس
على التدوير مغربة فيه كما سبق وهو يحركها في النصف الاعلى الى خلاف التوالي بعدد
حركة مركز الشمس الى حركة خارجها والحامل يحرك التدوير الى التوالي ايضا بقدر تلك
الحركة ليتم الدوران معا ويحدث لمركز الشمس حركة كما احدثها الخارج المركز بعينها على
مدار خارج المركز على ما مر بيانه ويكون ذلك الحركة اي حركة الخارج وما في حكمها في النصف
الاوجي اي في النصف من فلك البروج الذي فيه الاوج بطيئة وفي النصف الحضيضي
من فلك البروج وهو النصف الذي فيه الحضيض سريعة فينضبط احوال الشمس العائدة
بالرصد باحد هذين الشكلين وبطليموس اختار الاول اي اصل الخارج من غير ضرورة
داعية الى اختياره لكونه ابسط كما مر بيانه والزم على اصل الخارج المركز اثبات فلك
موافق المركز يكون الخارج المركز في تخته ويفصل عليه بتمامه على الوجه الذي مر ذكره
والا لزم الخلاء او التفصل ويسمى هذا الموافق لفلك الممثل بفلك البروج لكونه بالمركز

والمنطقة

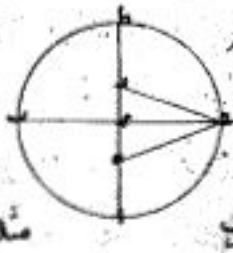
والمنطقة والقطبين موافقاله وهواى الموافق المسمّى بالممثل يتحرك بذاته حركة الثوابت
اى مثلها فيحرك الاوج والحضيض وذلك اى تحريكه وتحريكه اياهما انما هو عند المتاخرين
القائلين بحركة اوجها وحضيضها دون بطليموس اذ لا حركة لاوجها عنده فلا يكون مثلها
على رأيه تحركا اصلا لا بالذات ولا تبعا لتحضيض عنده فانه وجد الحامل في دفع الفلكة
عن وجه الخارج المركز واما على اصل الدويرفالفلك الثامن كاف في تحريك الاوج
والحضيض عند المتاخرين اذ هو محرك لجميع دونه حركة عرضية وقد يقال انه كاف ايضا في
تحريكهما عندهم على اصل الخارج فلا طائفة الى فرض الممثل متحركا حركة ذاتية على رايهم لا
انهم ذهبوا الى ان ذلك اولى من كونه معطلا عن الحركة الذاتية لكن يلزمهم ان لا يحرك الفلك
الثامن مع شمول حركته لما دونه والاعتذار بان النفس المتعلقة بالثامن محوج ان يحرك
بعض المثلثات دون بعض بعيد جدا والاقرب ان يقال المثلثات متحركة بذواتها اكثر
مثل حركة الثامن وهذا معنى شمول حركته اياها وكونه محركا لها ومن ثمة قيل انها اكثر
بحركته تعالى هذا ينتسب حركة الاوج في اصل الخارج الى حامله واما على اصل الدويرفاما
ان ينتسب الى فلك آخر محيط بالحامل الموافق المركز ويحركه ذلك الفلك بالعرض وهو الفلك
الثامن هو المثل واما ان ينتسب الى مثل فوقه وهو مثل المريخ هكذا قيل وانا اقول على تقدير
اختيار ان المثلثات متحركة بذواتها يكون على اصل الدويران يزاد على حركة الحامل
الموافق المركز مثل حركة الفلك الثامن فيلزم حركة الاوج والحضيض على ما توهمانه و
الحامل الموافق المركز على اصل الدويرهو الفلك المسمّى بفلك البروج فيما ذكر في
اصل الخارج ولكون مركز جرم الشمس اما في سطح منطقة الخارج او في سطح منطقة
الدويروهما في سطح منطقة الممثل الكائنة في سطح منطقة البروج لا يكون لهما
عرض اصلا ونحن اوردنا صورة فلكيهما على اصل الخارج كما مال اليه بطليموس و
اختاره المتاخرون ويلزم للشمس اختلاف واحد في الطول بمقدار مخالف حركتها
المرئية المخالفة حركتها الوسطى المستوية وهواى ذلك الاختلاف زاوية مجدث عند

مركز الشمس من خطين يخرجان من مركز فلكيهما اي خارج المركز والممثل اليه اي الى مركز
الشمس فهذه الزاوية يسمى زاوية التعديل اذ بها يعدل الحركة المرئية المختلفة الحركة الوسطى
المتشابهة اذ هي التفاضل بين الحركة الوسطية التي يعتبر بالنسبة الى مركز الخارج والمرئية
التي يعتبر بالنسبة الى مركز العالم الذي هو مركز الممثل لانه يحدث مما بين المركزين والخطين
المذكورين مثلث فان كانت الشمس هابطة من الاوج الى الحضيض كان الزاوية الكائنة
في المثلث المذكور عند مركز العالم مقدار الحركة المرئية وتمام الزاوية التي فيه عند مركز
الخارج من قائمتين مقدار الحركة الوسطى والثانية لانها خارجة عن المثلث اعظم من الاولى
لانها داخلة فيه والتفاضل بينهما بقدر الداخلة الاخرى التي عند مركز الشمس وهي زاوية
التعديل وان كانت صاعدة من الحضيض الى الاوج كان الامر بعكس المذكور اي يكون تمام
الزاوية الكائنة في المثلث المذكور عند مركز العالم من قائمتين مقدار الحركة المرئية
والزاوية التي في المثلث عند مركز الخارج مقدار الحركة الوسطى والاولى لكونها خارجة
من المثلث اعظم من الثانية التي هي داخلة فيه والتفاضل بينهما بقدر الداخلة الاخرى
التي عند مركز الشمس واستبان من هذا نقصان الاختلاف عن الوسط ليحصل الحركة المرئية
ما دامت الشمس هابطة وزيادته عليه ليحصل الحركة المرئية ما دامت صاعدة وقد عرفت
سابقا بالبرهان ان الاختلاف وهو زاوية التعديل يختلف بالصغر والكبر وانها تصير
اعظم ما يمكن في البعدين الاوسطين بحسب الحركة وهما خط فاخط يخرج من مركز العالم بحيث
يكون عمودا على الخط المار بمركزي العالم والخارج المنتهي الى الاوج والحضيض و
ينعدم زاوية التعديل عند البعدين الآخرين اي البعد الابعد والبعد الاقرب
لانطباق احد الخطين المذكورين على الآخر فيهما ويكون هذه الزاوية عند وصولها
الى غاية عظمها بقدر ما يقتضيه ما بين المركزين اي مركزي الممثل والخارج فان ما بينهما
يكون جيبا للقوس الموتر لتلك الزاوية من محيط دائرة وقعت تلك الزاوية
في مركزها اذا اخذ معنا على مركز الشمس حين كونها في احد من البعدين الاوسطين



بحسب الحركة وآثرة بعد مركز الخارج عنه لم يمر بمركز العالم لكونه اقرب اليه من مركز
الخارج فان وتر القائمة اطول من ضلعها بل بنقطة اخرى من الخط الماد الى البعد الاقرب
والابعد فينحصر قوس من هذه الدائرة بين مركز الخارج وتلك النقطة ويكون الخط
الواصل بين مركزي الشمس والعالم عمودا على وتر تلك القوس فيكون منصفا له والقوس
ايضا كما بين في المقالة الثالثة من الاصول فيكون نصفه وهو ما بين المركزين جيبا
لنصفها وهو القوس المؤتر لزاوية التعديل كما يتخيل من هذا الشكل وبالجيب يعرف
القسي التي يعرف بها اقدار التزول اما عند مركزها وهو اي ما بين المركزين في فلك الشمس
عند بطليموس ب لا اي دجتان ونصف على ان نصف قطر الخارج ستون جزءا علم
ذلك بان وجد موافقا لاخر زمان الربيع صد لد وزمان الصيف صب لب واخذ
قوسي الزمانين من منطقة الخارج فوجد قوس زمان الربيع صح ط وقوس زمان الصيف
صا اما واخذ جيب نصف فضل مجموعهما الذي هو قفد وقسم على نصف الدور وهو يو
مح جب فضل القوس الربعية على مجموع ذلك النصف وربع الدور وطلب الخط
القوي عليها فوجد خطا مقداره ب الط على ان يكون نصف قطر الخارج ستين جزءا
وما بين المركزين عند اصحاب الارصاد من المتاخرين قريب من ب ه اي دجتين وخمس دقائق
على ان يكون نصف قطر الخارج المركز للشمس ستين جزءا على ذلك بالقاعدة المذكورة و
موضع الاوج عند بطليموس مقدم على نقطة الانقلاب الصيفية باربعة وعشرين
جزءا ونصف اي هو في منتصف الدرجة السادسة من الجوزاء علم ذلك من كون نسبة
جيب فضل القوس الربعية المذكورة على الربع ونصف فضل مجموعهما الذي هو قفد
على نصف الدور الى ما بين المركزين كنسبة جيب قوس من دائرة البروج بين موضع
الاوج والنقطة الصيفية الى نصف قطر الممثل فيكون جيب تلك القوس من دائرة
البروج الدخ ويكون قوسه الدل فيكون الاوج عند في خمسة اجزاء ونصف من الجوزاء
وموضع الاوج عند المتاخرين مختلف فيه كما ذكروا في زيجاتهم بعيد التاريخ وقد

انتهى بحساب الرصد الجديد في سنة ثلثين وتسعمائة الهجرية الى الدرجة الرابعة من السرطان بالبعد
واربعين دقيقة تقريبا وقوم يجعلون البعد الاوسط من الجانبين حيث يتساوى الخطان
الخارجان من المركزين اى مركزى الخارج والعالم اليه اى الى هذا الحد وهذان الخطان
الاوسطان هما نقطتا تقاطع محيط منطقة الخارج والخط القائم عموداً على منتصف
ما بين المركزين من الخط المار بالبعد الابعد والاقرب لانا اذا وصلنا بين تينك
واحد التقاطعين المذكورين حدث مثلثان اضلاع كل واحد مساوية لاضلاع الآخر
كما يظهر من هذا الشكل



فانا اذا وصلنا بين نقطتى ه د
وهما مركزا الخارج و
العالم واحد طرفى خط ه د
المار بمنتصف ما بين المركزين
عموداً على خط ا ر ط المار بالبعد
الابعد والاقرب حدث
مثلثا ه ح د ه ح د وضلعا ه د ه د
وزاوية ه ح د من مثلث ه ح د لضلعى د ح د ه وزاوية د ح د من مثلث د ح د يكون
خط ه ح مساويا لخط د ح وهو المطلوب وهذا الحد الذى ذكر هو بعد الاوسط
بحسب المسافة لان البعد الابعد يزيد على هذا الحد من مركز العالم بما بين المركزين كما انه زائد
على البعد الاقرب بمثل ما بينهما ايضا فيكون هذا البعد نصف مجموع بعد الاقرب والابعد الذى هو نصف
مجموع حاشيتيه المتقابلتين فيكون لفظ
الاوسط فى هذه النسبة
ماخوذا من الواسطة

العقدية وما ذكرناه من
هو البعد الاوسط بحسب الحركة
وتقدير وتبيينه وهذه
صورة افلاك الشمس
صورتها مجسمة على التسطيح واذا تقرر

هذا فاعلم ان الوجه

الشمس يقال لما يقع من المثل بين اول الحمل ونقطة الاوج على التوالي ومركز الشمس يسمى
خاصتها ايضا يقال لما يقع من الخارج المركز بين الاوج ومركز الشمس على التوالي والوسط
يقال للمجموع منها اى لمجموع هاتين القوسين اللتين هما الاوج والمركز ووجه الجمع بينهما
ان يتوهم زاوية على مركز العالم من خروج خطين منه الى طرفي حركة الاوج في زمان
وزاوية اخرى على مركز الخارج من خروج خطين منه الى طرفي حركة المركز في ذلك
الزمان ثم يجمع هاتين الحركتين باعتبار ان كل قائمة تسعون درجة فما حصل فهو قوس
وسط الشمس وهذه القوس شبيهة بالحركة المركبة التي لا يختلف هذا ان لم يكن احد
القوسين المذكورتين نصفا لدورا واكثر والعبارة الجامعة هي ان يقال اخذ عدد
اجزاء كل منهما على ان يكون المحيط ثلثمائة وستين جزءا وجمع عدد اجزاء القوسين فما حصل
فهو قوس الوسط والتقويم يقال لما وقع من المثل بين اول الحمل وطرف الخط
الخارج من مركز العالم الى جرم الشمس ومنه الى المثل على التوالي وهو اى التقويم
ناقص من الوسط بقدر زاوية الاختلاف مادام الشمس هابطة من اوجها الى حضيضها
لكون طرف الخط الخارج من مركز العالم اقرب الى الاوج من طرف الخط الخارج من
مركز الخارج وزائد عليه اى على الوسط بالقدر المذكور مادامت اى الشمس صاعدة من
حضيضها الى اوجها بعكس ما ذكر اى لكون طرف الخط الخارج من مركز الخارج اقرب
الى الاوج من طرف الخط الخارج من مركز العالم ومن هذا الشكل يتضح عندك
هذه المعاني فان دائرة الطرف هي المنطقة
المثل على مركز ز ونقطة ه هي اول
الحمل ونقطة ا هي الاوج ودائرة ا د ع
على مركز ح هي منطقة الخارج فقوس
ه ا من المثل هي اوج الشمس وقوس ا ر من
منطقة الخارج مركزها وخاصتها ومجموع هاتين القوسين اللتين لا يختلف شيء منهما

بالقياس الى مركزه اذا اجتمعا على الوجه المذكور وسطها الذي لا يختلف اضلاعه
قوس ه ط تقويمها وهو ناقص عن مجموع القوسين الذي هو الوسط بقوس ط ح
الذي هو مقدار الزاوية التعديلية وزائد عليه في الجانب الآخر بقوس سرك وغرض
على ذلك بان تلك القوس انما يكون مقدار الزاوية التعديلية اذا كانت هذه الزاوية
على مركزها فالصواب ان يخرج خط د ب من مركز العالم موازيا للخارج من مركز التابع
ليحدث زاوية على مركز العالم وهي زاوية ط د ب المساوية لزاوية التعديل لكونهما متبا
على خطين متوازيين فيكون قوس ط ب مقدار هذه الزاوية ولهذا المقدار يكون
التقويم ناقصا عن الوسط اذا اعتبرا معا من المثل فقوس ا ب هي مركزها وقوس ط
هي التقويم وقوس ه ب هي الوسط المركب من قوسيها التي هي الاوج وقوس ا ب
التي هي المركز وقس على ذلك حال الزيادة باخراج خط من مركز العالم ايضا موازيا
للخط الخارج عن مركز الخارج كخط د ع وهذا ما اعتبره بطليموس والمحققون ليكون الكل
من دائرة واحدة فاذن انتظم امر الشمس بفلكين وحركتين اذ ليس لها الا اختلاف واحد
هو ما ذكرناه هو المشهور وعليه الجمهور وذلك ما اردناه .

نمایه‌ها

کتب

ا

آثارالباقية ٤٤

أصول أقليدس ٢١، ٢٦

أكر مانالاؤوس ١٨

اصول ٤٠، ٤١

اكرمانالاؤوس ١٨، ٤٠

الأصول ٣٩، ٤١، ٥١

الاستشهاد باختلاف الأرصاد ٤٤، ٤٥

التذكرة ٨، ٩، ١٨، ١٩، ٢٤، ٣٢

التفهيم ٥٧، ٥٨، ٥٩

القانون المسعودي ٢٠

المجسطي ٩، ١١، ١٨، ٢٥، ٤٠، ٤٤، ٥٢، ٥٣

ت

تحرير أكرمانالاؤوس ٢٠

تحرير مجسطی ٧، ١٢، ١٨، ٣٤، ٣٨، ٤٣

تذكره ٨، ٩، ١٩، ٢٤، ٣٢

تفسير التحرير ٤٩

ج

جامع بهادری ٦٢

جونپوری شیرازی ٦٢

د

دروس هیئت ٥٧، ٥٨، ٥٩، ٦٠، ٦١، ٦٣

ر

رسائل ٤٥

ز

زیج الغ بیک ١٩

ش

شرح التذكرة ١٠

شرح تذکره‌ی خواجه‌ی طوسی ٣٣

شرح مجسطی ١١

ق

قانون مسعودی ٢٠

ک

کشّاف اصطلاحات الفنون و العلوم ٦١

م

مجسطی ٧، ١٠، ١١، ٢٤، ٢٥، ٤٤، ٤٥، ٥٣

مفتاح الحساب در علم حساب ٢٨

ه

هزار و یک نکته ٦٢، ٦٣

اعلام

ا

أبرخس ۱۲

أبوالريحان ٤٩

أبونصر ۳۵، ٤٥، ٤٩

ابوريحان ۲۰، ٥٠، ٥٧، ٥٨، ٥٩

البرجندي ۹

البيروني ۲۰، ٤٤

الحسن بن عبدالله الطبري الآملي ٥٣

الخفري ۹، ۳۲

الطوسي ۳٤

النيسابوري ۱۱، ٤٥، ٥۲

ب

بطليموس ۷، ۱۰، ۱۱، ۱٤، ۱٥، ۲٤، ۲۸، ۳۲، ٤٥، ٤٩، ٥۲، ٥۳

بيرونی ۲۰

ت

تهانوی ٦۱

ح

حسن‌زاده‌ی آملی ٥۳، ٥۷، ٥۸، ٥۹، ٦۰، ٦۱، ٦۲

خ

خفری ۳۳، ۳٤

خواجه نصیرالدین طوسی ۱۹، ۲٤، ۳٤، ۳٥، ۳۸، ٤۳

ط

طوسی ۳۷

غ

غلامحسین ٦۲

غیاث الدین جمشید ۲۸

ف

فاضل بیرجندی ۹

فاضل خفری ۹، ۳۲

فاضل نیشابوری ۱۱، ٤۹

م

محمّدﷺ ۷

محمد بن احمد ۳۳، ٤٤، ٥۷، ٥۸، ٥۹

ن

نیشابوری ٤٥، ٥۳