



رساله تشریح الآلات فی شأن الامتحانات از سید منجم حسینی گیلانی

مرتضی صومی^۱ و محمد باقری^۲

سید محمد بن محمد حسینی مشهور به سید منجم از منجمان قرن نهم هجری و متولد لاهیجان بود. او از رکن الدین آملی به عنوان استاد خود یاد کرده است. در برخی نسخه‌ها نام او «محمد حسنی»، «محمد حسین گیلانی» و «سید محمد لاهیجی» ذکر شده است. تاریخ تالیف رساله احسن وسیله او در شرح رساله اسطرلاب نصیر الدین طوسی ۸۲۲ قمری است. به نوشته حاجی خلیفه وی در ۸۰۳ ق زنده بوده است.^۳ که با توجه به اطلاعات دیگر درست نیست. در ۸۳۰ ق دنباله داری را رصد کرده و در ۸۸۷ ق رصد خسوفی در قسطنطنیه (استانبول) را گزارش کرده است. سید منجم قاعدتاً زمانی در شهرهای لاهیجان، قسطنطنیه (استانبول) و ادرنه (در شمال غربی ترکیه) به سر برده است. چند رساله فارسی در ریاضیات، نجوم و احکام نجوم از او در دست است (منزوی، ص ۲۶۴۴، ۲۶۷۹، ۲۸۶۳، ۳۰۲۶، ۳۰۳۰).

آثار سید منجم

۱- جیب ترتیب^۴

جیب ترتیب در مثلثات قدیم حالتی از جیب است که نه بر قطر دایره بلکه بر وتری از آن عمود باشد.^۵ کوشیار گیلانی در زیج جامع جیب ترتیب را برای تعیین ارتفاع اجرام آسمانی از دایره و به عکس به کار برده است. در فهرست مجلس دو نسخه از این رساله با عنوان جیب ترتیب دایره گزارش شده اما در واقع هر دو مربوط به

۱. دانشجوی ریاضی، عضو انجمن نجوم ثاقب گیلان، Morteza2022@gmail.com.

۲. سردبیر مجله میراث علمی اسلام و ایران.

۳. حاجی خلیفه، ج ۲، ص ۴۶۳.

۴. این رساله را محمد باقری و مرتضی صومی (مؤلفان این مقاله) تصحیح کرده‌اند و آماده انتشار است.

۵. تهنوی، ج ۱، ص ۶۰۶.

یک نسخه است. این نسخه یکتا در مجموعه‌ای با نام «ثمره الفلك و رسائل دیگر» به شماره ۲۹۲۵ در این کتابخانه ثبت شده است. این رساله در ۱۳ صفحه، ناقص و دارای بخش‌های محو شده و ناخوانا در همه صفحه‌هاست.

۲- لطائف الکلام فی احکام الاعوام^۱

نسخه‌های زیادی از این رساله در کتابخانه‌های مجلس، آستان قدس، الهیات تهران، الهیات مشهد، سپهسالار و گوهرشاد موجود است. نام آن به صورت «لطائف الکرام فی احکام الاعوام» و «لطائف الکرام فی احکام الاجرام» نیز ثبت شده است. این رساله در مورد احکام نجوم است و در آن طالع تحویل سال ۳۴۳ جلالی در ربیع الاول ۸۲۴ ق به افق لاهیجان محاسبه و رصد دنباله داری در ۸۳۰ ق ذکر شده است.

۳- کنز النجوم

این کتاب تحریر دیگری از لطائف الکلام است، با اندک تغییراتی از جمله اینکه استخراج طالع تحویل سال در ۸۲۴ ق را ندارد. در آغاز آن آمده که سید منجم «مولود به لاهیجان» بوده است.

۴- احسن وسیله

این رساله در سال ۸۲۲ ق در شرح سی فصل خواجه نصیر درباره اسطرلاب نوشته شده است. از این رساله دو نسخه در کتابخانه مجلس و یک نسخه در کتابخانه آستان قدس رضوی (مشهد) موجود است.

۵- تشریح الآلات فی شان الامتحانات

از این رساله که در ۸۸۷ ق تالیف شده نسخه‌ای به خط مؤلف به شماره ۶۳۷۶ در کتابخانه مجلس شورای اسلامی موجود است که تصحیح متن آن در پی می‌آید. این نسخه در ۶۳ صفحه ۱۰ یا ۱۱ سطری کتابت شده است. عنوان باب‌های رساله چنین است:

- باب اول در در معرفت غایت میل اعظم و عرض بلد.

- باب دوم در معرفت طول بلد به طریق رصد.

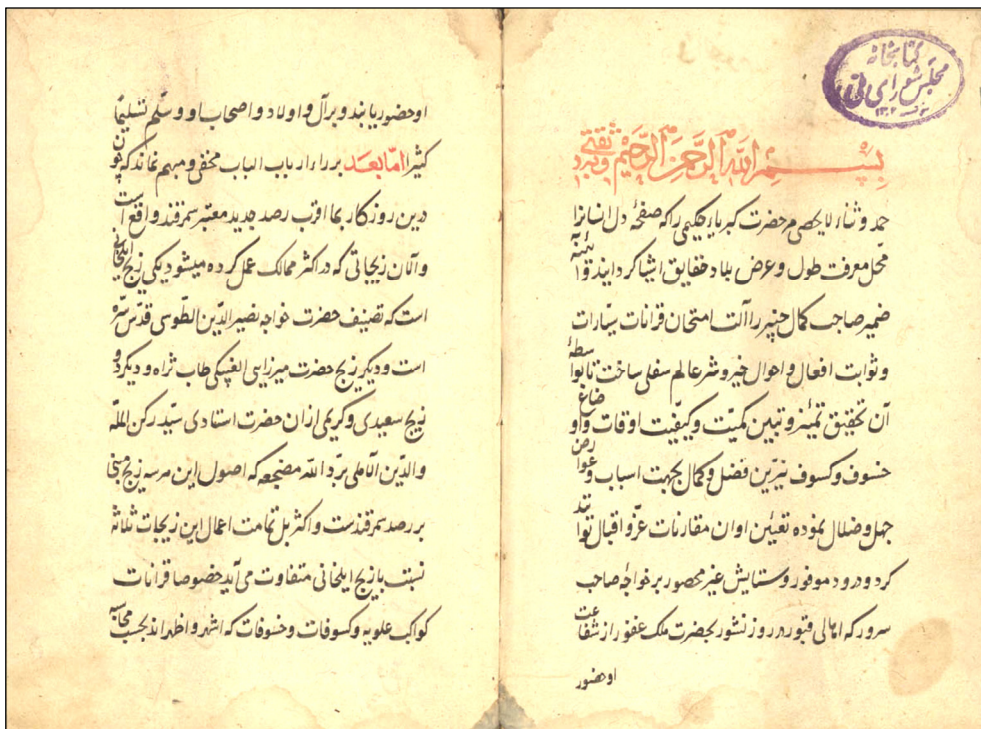
- باب سوم در امتحان تقاویم کواکب به حسب قرانات و کسوفات و خسوفات ...

در تصحیح متن این رساله رسم الخط رایج امروزی رعایت شده و نقطه گذاری و پاراگراف بندی اعمال شده است. مقادیر عددی ارقام ابجدی درون پراتنز افزوده شده است. افزوده‌هایی که برای تکمیل یا تصحیح معنی جمله لازم بود درون گروه آمده است. توضیحات مربوط به بخش‌های مختلف رساله را در پایان افزوده‌ایم.

او در این رساله چند جا از سید رکن الدین آملی (۸۰۰ ق- پس از ۸۶۰ ق) مولف پنجاه باب سلطانی و زیج جامع سعیدی به عنوان استاد خود یاد می‌کند. سید منجم این نسخه را برای ابوالمظفر بایزید خان پسر

۱. آقا بزرگ طهرانی، ج ۱۸، ص ۳۲۰ و ۳۲۱؛ استوری، ج ۲، بخش ۱، ص ۶۵ و ۶۶.

محمد خان حاکم عثمانی نوشته است. این اولین اثر سید منجم است که از نسخه‌ای یکتا منتشر می‌شود و به لحاظ اطلاعات رصدی و آنچه در مورد زیج‌های دیگر نوشته شایان توجه است.



برگ ۱ پ-۲ ر.

بسم الله الرحمن الرحيم وبه ثقتي

گ ۱ پ) حمد و ثنای لایحصى مر حضرت کبریای حکیمی را که صفحه دل انسان را محل معرفت طول و عرض بلاد حقایق اشیا گردانید و آینه ضمیر صاحب کمال خبیر را آلت امتحان قرانات سیارات و ثوابت افعال و احوال خیر و شر عالم سفلی ساخت تا به واسطه آن تحقیق تمییز و تبیین کمیت و کیفیت اوقات و اوضاع خسوف و کسوف نیرین فضل و کمال به جهت اسباب و عوارض جهل و ضلال نموده تعیین اوان مقارنات عز و اقبال تواند کرد و درود موفور و ستایش غیر محصور بر خواجده صاحب سرور که اهالی قبور در روز نشور به حضرت ملک غفور از شفاعت (گ ۲ ر) او حضور یابند و بر آل و اولاد و اصحاب او وسلم تسلیماتاً کثیراً.

اما بعد بر رای ارباب اللباب مخفی و مبهم نماند که چون درین روزگار به ما اقرب رصد جدید معتبر سمرقند واقع است، و الآن زیجانی که در اکثر ممالک عمل کرده می‌شود یکی زیج ایلخانی است که تصنیف حضرت خواجه نصیرالدین الطوسی قدس سره است و دیگر زیج حضرت میرزایی الغ بیگی طاب ثراه و دیگر دو زیج سعیدی و کریمی از آن حضرت استادی سید رکن المله و الدین آملی، برد الله مضجعه، که اصول این هر سه زیج مبنی بر رصد سمرقندست و اکثر بل تمامت اعمال این زیجات ثلاثه نسبت با زیج

ایلخانی متفاوت می‌آید. خصوصاً قرانات کواکب علویه و کسوفات و خسوفات که اشهر و اظهرند به حسب محاسبه (گ ۲ پ) و رویت و درین جاها تفاوتهای فاحش وقوع می‌یابد، چنانچه بحث این اختلافات در زیجاتی که بعد از حضرت خواجه نوشته‌اند مسطور و مذکورست. پس واجب و لازم بود، جهت رفع این شُبّهات و تمییز حق و باطل آن، مفتش این صورت شده امتحان و احتیاط کمیّت و کیفیت ازمان و اوضاع بعضی از قرانات و خسوفات و کسوفات نمودن؛ و این معنی میسر نبود آلا به آلات رصدی. بنا علی هذا این حقیر قلیل البضاعه المفتقرالی رحمة الصمد الغنی خطابی منجم حسینی غفر الله ذنوبه را داعیه خاطر فاتر بود که آتی چند جهت این امتحانات پدید گرداند و هر بار به جهت موانع و حوادث روزگار مدافعت و ممانعت (گ ۳ ر) واقع می‌شد تا غایت که اوان دولت قاهره ابد پیوند حضرت بارفعت پادشاه اسلام پناه سلطان البرّ والبحر حافظ بلاد الله ناصر عباد الله قانع افانین الکفر والطغیان واضع قوانین العدل والاحسان عارف المعارف العلویة والسفلیة مستجمع الکمالات الازلیة والابدیة المنصور بنصرة الملك المنان السطان ابن السلطان السطان ابوالمظفر بایزید خان ابن السلطان محمد خان^{xxxix} لازالت شمس عظمته وحشمته واقباله سالمة عن کسوف النقص والزوال كما وقعت بدور سلطنته ومملکتها واجلاله عاریة عن خسوف التغير والاختلال الی یوم المآل رسیده بموداء الامور مرهونة باوقاتھا باعث (گ ۳ پ) این قضیه آن شد که چون در سنة التحریر دو قران اقتضا می‌کرد یکی میان مریخ و مشتری و دیگری قران نحسین و دو خسوف کل متوالی و در سال تالی این سال قران علویین وقوع می‌پذیرفت، و درین قرانات و خسوفات از محاسبه این سه زیج مذکور تا محاسبه زیج ایلخانی اختلاف بسیار ظاهر بود، حتی در قران مریخ و مشتری قریب یط (۱۹) ساعت و در قران نحسین قریب مج (۴۳) ساعت و در قران علویین قریب نوزده روز تفاوت می‌کرد، هرآینه آلات موعود را به یمن دولت قاهره حضرت پادشاهی به اتمام رسانیده و کیفیت اعمال و وضع آن را درین رساله مشروح مسطور ساخته شد. امید که به حوزه قبول وصول یابد و این (گ ۴ ر) رساله را موسوم گردانید به تشریح الآلات فی شان الامتحانات. و چون بعضی ازین امتحانات موقوف بود به تصحیح عرض و طول بلدان خصوصاً عرض و طول بلده طیبیه دارالسلطنة قسطنطنیه حماها الله عن الآفات و البلیه که اکنون منجمان ممالک روم و یونان مبنی بر آن عرض و طول استخراج تقاویم می‌کنند و آن عرض و طول صحیح نبود، پس بدین سبب این رساله مترتب بر سه باب شد و من الله الاعانة والتوفیق.

باب اول

در معرفت رصد غایت میل اعظم و عرض بلد و این انقسام می‌یابد به مقدمه [ای] و چهار فصل

مقدمه

در ذکر مقدماتی که به تقدمه به آن احتیاج افتد. بیاید دانست که (گ ۵ پ) درین مطلوب اول احتیاج است به معرفت خط نصف النهار و معرفت آن را به دو نوع ایراد کرده می‌شود.

نوع اول: به طریق ارتفاع آفتاب، و آن چنان بود که بر سطحی مستوی که موازی دایره افق بود عمودی

قایم سازیم در وقت ارتفاع شرقی و آن عمود را مقیاس خوانیم، و ارتفاع شرقی آفتاب گرفته هم در آن زمان از مرکز قاعده مقیاس^{xxxii} خطی مستقیم به جانب سایه سر مقیاس اخراج کنیم و نگاه داریم تا ارتفاع غربی آفتاب به همان مقدار برسد. در آن وقت نیز خطی دیگر از مرکز قاعده مقیاس به جانب سایه سر مقیاس استخراج کنیم و هر آینه این خط در تقابل خط اول باشد، و زاویه [ای] که بر مرکز قاعده مقیاس از آن دو خط ظل (گ ۵ ر) حادث شود آن را تنصیف کنیم به خطی مستقیم. پس آن خط مستقیم که منصف زاویه باشد، خط نصف النهار بود.

نوع ثانی: بر سطحی مستوی که موازی سطح افق باشد، یعنی اگر فرضاً آب برو ریزند متحیز شود و به یک جانب میل نماید، بلکه میلش به جميع جهات مساوی باشد دایره [ای] مرتسم سازیم به هر مقدار که اراده باشد، و مقیاسی بر مرکز وی قایم گردانیم که طولش مثل ربع قطر دایره بود، و در حدود اوایل روز زمان تماس ظل راس مقیاس را به محیط دایره مترصد بوده بر موقع ظل سر مقیاس بر محیط آن دایره نشان کنیم و لامحاله در جانب غربی افتد و باز در حدود اواخر همین روز که دیگر باره از جانب (گ ۵ پ) دیگر سایه سر مقیاس مماس محیط دایره شود، بر محل تماس از محیط دایره نشان کنیم، و هر آینه این در طرف شرقی افتد. آنگاه از نشان اول تا ثانی خطی مستقیم بکشیم و این خط موازی خط مشرق و مغرب بود درین دایره، زیرا ممکن که بر مرکز دایره نگذرد و چون بر منتصف این خط قطری استخراج کنیم در دایره که بر این خط بر زوایای قائمه تقاطع کند آن خط نصف النهار باشد به تقریب. زیرا که در زمان این دو [وقت اتصال راس ظل به دو طرف محیط دایره هر آینه موضع آفتاب متغیر باشد؛ و چون به خط نصف النهار و قطری که موازی خط اول باشد. یعنی چون اول بر مرکز نگذشته بود قطر ثانی که موازی وی است و بر مرکز دایره گذشته (گ ۶ ر) این دایره را به اقسام اربعه متساویه منقسم گردانیم؛ این قطر ثانی خط مشرق و مغرب بود و نقطه‌های مشرق و مغرب اعتدال از محیط دایره موضع تقاطع طرفین این خط بود با محیط دایره؛ و این را دایره هندی خوانند؛ و این موازی دایره افق باشد و قایم مقام او و چون این دایره به سیصد و شصت قسمت کنند، آن اقسام را اقسام سمت گویند و ابتدای شمار آن اقسام از نقطه‌های مشرق و مغرب بود.^{xxxiii}

اما امتحان صحّت و سقم قیام مقیاس

چنان بود که بر سر مقیاس ریسمانی استوار گردانیده از چهار جانب متقابل به محیط دایره موازنه کنند. اگر مساوی باشد قیام مقیاس صحیح باشد والا فلا.

اما امتحان خط (گ ۶ پ) نصف النهار

به انواع باشد. **اول:** آنک چون کواکب دیگر یا شمس بدان خط رسد باید که در آن حین کواکب یا آفتاب را غایت ارتفاع بود در آن روز یعنی تا آن وقت ارتفاع متزاید و بعد از آن متناقص باشد؛ و **دوم:** آنک دایره و فضل الدایر در آن وقت مساوی باشد؛ و **دیگر آنک:** فضل الدایر قبل الزوال و بعد الزوال مقابل هم بود؛ و **رابع آنک:** ارتفاع بیست درجه از اجزاء شرقی از نقطه مشرق با ارتفاع بیست درجه از اجزاء غربی نسبت با نقطه مغرب مساوی بود.^{xxxiv}

فصل اول

در بیان معرفت کیفیت آلتی که در این اعمال به کار آید. بدانک سهل ترین آلتی که درین اعمال به کار آید آنست که ربعی بسازیم به بزرگی چندانک (گ ۷ ر) آن را به پنج هزار و چهارصد قسمت توان کرد. یعنی منقسم به عدد دقایق نود درجه گردد، و مسطره [ای] شبیه به نصف عضاده اسطرلاب بر آنجا گردان گردانیم که یک طرف وی بر مرکز ربع به قطب و فرس بسته باشد که بر آنجا دایر بود و دو لبه مثل لبه‌های اسطرلاب نزدیک به دو جانب آن مسطره قایم سازیم هر یکی مثقوب به دو ثقبه، یکی به غایت دقیق جهت ارتفاع آفتاب و دیگری وسیعتر جهت ارتفاع دیگر کواکب. پس اگر به وقت گرفتن ارتفاع آن ربع قایم گردانیده شده بود بر خط نصف النهار آنچه یافته شود، غایت ارتفاع آفتاب یا کواکب باشد؛ و اگر در وقت گرفتن ارتفاع (گ ۷ پ) آن ربع قایم نشده باشد بر خط نصف النهار آنچه یافته شود غایت ارتفاع نبود؛ آن را ارتفاع وقت خوانیم. و آنچه از اجزاء سمت میان نقطه مشرق یا مغرب اعتدال و میان طرف ربع واقع بود در آن وقت، آن سمت آن ارتفاع بود.^{xxxv}

فصل دوم

در رصد غایت میل اعظم و عرض بلد از وی، و طریق وی چنان بود که به وقتی که آفتاب به سر سرطان رسد غایت ارتفاع وی به آن ربع معلوم کرده نگاه داریم؛ و چون آفتاب به اول جدی رسد ایضا غایت ارتفاعش به همان ربع معلوم کنیم و نظر کنیم به این دو ارتفاع. اگر مساوی یکدیگر باشند پس آن بلد را عرض نبود و تمام (گ ۸ ر) هر ارتفاعی تا ربع دور میل اعظم باشد. مثلاً: ارتفاع سر سرطان سول (۳۰°، ۶۶') و ارتفاع سر جدی هم سول (۳۰°، ۶۶') و تمام هر ارتفاعی از این دو کج ل (۳۰°، ۲۳') و این میل اعظم باشد؛ و این شهر را عرض نبود. و اگر مساوی یکدیگر نباشد و ارتفاع اول سرطان در جهت شمال بود از سمت الرأس، تمام هر دو ارتفاع را با هم جمع کرده حاصل را تنصیف سازیم، حاصل میل اعظم بود. مثلاً: ارتفاع سر سرطان ع (۰°، ۷۰') و ارتفاع اول جدی سج ع (۰°، ۶۳') تمام ارتفاع سر سرطان ک ع (۰°، ۲۰') و تمام ارتفاع سر جدی ک ع (۰°، ۲۷') مجموع هر دو مز (۰°، ۴۷') نصفه کج ل (۳۰°، ۲۳') و این میل اعظم بود به رصد سمرقند و مراغه.

اما به جهت معرفت عرض بلد فضل میان میل اعظم و تمام (گ ۸ پ) ارتفاع اول سرطان بگیریم. مثلاً: میل اعظم کج ل (۳۰°، ۲۳') تمام ارتفاع سر سرطان ک ع (۰°، ۲۰') فضل ج ل (۳۰°، ۳') و این عرض بلد بود. یا فضل میان ارتفاع اول سرطان و تمام میل اعظم معلوم کنیم. مثلاً: ارتفاع سر سرطان ع (۰°، ۷۰') تمام میل اعظم سول (۳۰°، ۶۶') فضل که عرض بلدست ج ل (۳۰°، ۳').

یا ارتفاع اول سرطان را با میل اعظم جمع کنیم؛ و ربع دور از آن مبلغ نقصان کنیم. مثلاً: ارتفاع اول سرطان ع (۰°، ۷۰') میل اعظم کج ل (۳۰°، ۲۳') مجموع هر دو صج ل (۳۰°، ۹۳') باقی بعد از طرح ربع ج ل (۳۰°، ۳') و این عرض بلد باشد.

یا تمام میل اعظم را با تمام ارتفاع اول جدی جمع کنیم و^۱ ربع دور از آن مبلغ بیندازیم. مثلاً: تمام ارتفاع اول جدی کز \bar{O} (۲۷°، ۰') تمام میل اعظم سول (۶۶°، ۳۰') مجموع هر دو صج \bar{J} (۹۳°، ۳۰') باقی بعد از (گ ۹ ر) طرح ربع دور که عرض بلد باشد ج \bar{J} (۳°، ۳۰').

یا فضل میان میل اعظم و تمام ارتفاع اول جدی بگیریم چنانک میل اعظم کج \bar{J} (۲۳°، ۳۰') تمام ارتفاع اول جدی کز \bar{O} (۲۷°، ۰') فضل ج \bar{J} (۳°، ۳۰') و این عرض بلد باشد.

و یا ارتفاع اول جدی را با میل اعظم جمع کنیم و از ربع دور نقصان کنیم تا عرض بلد حاصل آید. مثلاً: ارتفاع اول جدی سح \bar{O} (۶۳°، ۰') میل اعظم کج \bar{J} (۲۳°، ۳۰') مجموع هر دو فو \bar{J} (۸۶°، ۳۰') فضل ربع دور برین ج \bar{J} (۳°، ۳۰') و این عرض بلد بود.

و اگر ارتفاع سر سرطان در جانب جنوب بود از سمت الرأس، فضل میان ارتفاع اول سرطان و ارتفاع اول جدی بگیریم و آن را تنصیف کنیم تا میل اعظم حاصل آید. فرضاً ارتفاع سر سرطان عب \bar{B} (۷۲°، ۱۵') و ارتفاع سر جدی که به (۲۵°، ۱۵') فضل بینهما \bar{O} (۴۷°، ۰') نصفه کج \bar{J} (۲۳°، ۳۰') (گ ۹ پ) و این میل اعظم باشد.

اما به جهت معرفت عرض بلد فضل میان میل اعظم و ارتفاع اول سرطان بگیریم؛ و آن را از ربع دور نقصان کنیم. مثلاً: ارتفاع اول سرطان عب \bar{B} (۷۲°، ۱۵') میل اعظم کج \bar{J} (۲۳°، ۳۰') فضل بینهما مح \bar{M} (۴۸°، ۴۵') تفاوت این با ربع دور ما \bar{M} (۴۱°، ۱۵') و این عرض بلد بود.

یا میل اعظم را بر تمام ارتفاع اول سرطان افزایشیم. چنانچه تمام ارتفاع سر سرطان یز \bar{M} (۱۷°، ۴۵') میل اعظم کج \bar{J} (۲۳°، ۳۰') مجموع هر دو که عرض بلد بود ما \bar{M} (۴۱°، ۱۵').

یا فضل میان ارتفاع اول جدی و تمام میل اعظم بگیریم. مثلاً: ارتفاع اول جدی که به (۲۵°، ۱۵') تمام میل اعظم سول (۶۶°، ۳۰') فضل بینهما که عرض بلد بود ما \bar{M} (۴۱°، ۱۵') یا فضل میان میل اعظم و تمام ارتفاع اول جدی بگیریم. چنانک میل اعظم کج \bar{J} (۲۳°، ۳۰') تمام ارتفاع (گ ۱۰ ر) اول جدی سد \bar{M} (۶۴°، ۴۵') فضل بینهما ما \bar{M} (۴۱°، ۱۵') و این عرض بلدست و تمام عرض بلد مساوی ارتفاع اول حمل و میزان بود. چنانچه عرض بلد ما \bar{M} (۴۱°، ۱۵') تمامه مح \bar{M} (۴۸°، ۱۵') و این ارتفاع اول حمل و میزانست. و اگر ارتفاع اول سرطان نود درجه باشد عرض بلد مساوی میل اعظم بود والسلام.^{xxxvi}

فصل سوم

در معرفت غایت ارتفاع و انحطاط کواکب به حسب میل یا بعد ایشان از معدّل النهار و دانستن عرض بلد از ارتفاع و انحطاط ایشان. بیايد دانست که غایت ارتفاع کوكب قوسی بود از دایره نصف النهار میان مرکز جرم کوكب و دایره افق فوق الارض در جهت اقرب، یعنی در جهتی که از ربع دور آن قوس کمتر واقع بود؛ و این غایت ارتفاع (گ ۱۰ پ) مدار کوكب باشد فوق الارض. و غایت انحطاط کوكب قوسی بود از دایره نصف

۱. تکرار زائد «و» در نسخه.

النَّهَارِ مِیَانِ مَرَكْزِ جَرْمِ كَوْكَبِ وَ دَايِرَةُ افقِ تَحْتِ الْاَرْضِ دَرِ جِهَتِ اقْرَبِ وَ اِيْنِ غَايَتِ انْحِطَاطِ مَدَارِ كَوْكَبِ بُوْدِ تَحْتِ الْاَرْضِ.

اَمَّا كَوْكَبِ اَبْدِي الظُّهْرِ رَا غَايَتِ انْحِطَاطِ مَدَارِ اَوْ هَمِ فَوْقِ الْاَرْضِ بُوْدِ؛ وَ طَرِيْقِ اِيْنِ عَمَلِ اَنْسَتِ كِهْ اِكْرَ كَوْكَبِ رَا عَرْضِ نَبُوْدِ نَظَرِ كُنِيْمِ بِهْ مِيْلِ اَوَّلِ اَوْ؛ وَ اِكْرَ عَرْضِ بَاشَدِ بِهْ بَعْدِ اَوْ اَزِ مَعْدَلِ النَّهَارِ. اِكْرَ شَمَالِي بَاشَدِ اَنْ رَا بَرِ تَمَامِ عَرْضِ بِلْدِ زِيَادَتِ كُنِيْمِ. اَنْچِهْ حَاصِلِ شُوْدِ اِكْرَ كَمْتَرِ اَزِ رِبْعِ دُوْرِ بَاشَدِ اَنْ غَايَتِ اَرْتِفَاعِ كَوْكَبِ بَاشَدِ. **مَثَلًا:** نَظَرِ كَرْدِيْمِ بُوْدِ مِيْلِ يَا بَعْدِ كَوْكَبِ شَمَالِي كَجَّ لَ (۳۰°، ۲۳') تَمَامِ عَرْضِ اِدْرَنَهْ مَحَّ O (۰°، ۴۸') مَجْمُوعِ هَرِ دُوْ عَا لَ (۳۰°، ۷۱) (گ ۱۱ ر) وَ اِيْنِ غَايَتِ اَرْتِفَاعِ كَوْكَبِ بُوْدِ دَرِ سَرِ سِرْطَانِ بِهْ عَرْضِ اِدْرَنَهْ دَرِ جِهَتِ جَنُوبِ اَزِ سَمْتِ الرَّاسِ. وَ اِكْرَ اَنْ مَجْمُوعِ مَسَاوِي رِبْعِ دُوْرِ بُوْدِ كَوْكَبِ بِهْ سَمْتِ الرَّاسِ مِيْ رَسَدِ وَ اِيْنِ وَاقْتِي بَاشَدِ كِهْ عَرْضِ بِلْدِ مَسَاوِي مِيْلِ كَلِّي بَاشَدِ.

وَ اِكْرَ زِيَادَتِ اَزِ رِبْعِ دُوْرِ بُوْدِ اَنْ رَا اَزِ نِصْفِ دُوْرِ كَمِ كُنِيْمِ تَا غَايَتِ اَرْتِفَاعِ كَوْكَبِ حَاصِلِ اَيْدِ دَرِ جِهَتِ شَمَالِ اَزِ سَمْتِ الرَّاسِ. وَ اِيْنِ وَاقْتِي بُوْدِ كِهْ عَرْضِ بِلْدِ كَمْتَرِ اَزِ مِيْلِ اعْظَمِ، **مَثَلًا:** تَمَامِ عَرْضِ بِلْدِ سَحْ كَ (۲۰°، ۶۸) وَ مِيْلِ يَا بَعْدِ كَوْكَبِ شَمَالِي كَجَّ لَ (۳۰°، ۲۳) مَجْمُوعِشِ صَا نَ (۵۰°، ۹۱) فَضْلِ نِصْفِ دُوْرِ بَرِ اِيْنِ فَحَّ يَ (۱۰°، ۸۸) وَ اِيْنِ غَايَتِ اَرْتِفَاعِ كَوْكَبِ بُوْدِ دَرِ سَرِ سِرْطَانِ بِهْ عَرْضِ مَكَّهْ دَرِ جِهَتِ شَمَالِ اَزِ سَمْتِ الرَّاسِ يَعْنِي كَوْكَبِ دَرِيْنِ رُوْزِ اَنْ (۵۰°، ۱) اَزِ سَمْتِ الرَّاسِ (گ ۱۱ پ) مَكَّهْ بِهْ جَانِبِ شَمَالِي مَكَّهْ اَفْتَدِ اَزِ رِبْعِ دُوْرِ. وَ اِكْرَ مِيْلِ يَا بَعْدِ كَوْكَبِ اَزِ مَعْدَلِ النَّهَارِ بِيْشْتَرِ اَزِ تَمَامِ عَرْضِ بِلْدِ بُوْدِ كَوْكَبِ اَبْدِي الظُّهْرِ بَاشَدِ. تَمَامِ بَعْدِ اَوْ رَا اَزِ مَعْدَلِ النَّهَارِ بَا عَرْضِ بِلْدِ جَمْعِ كُنِيْمِ تَا اَرْتِفَاعِ اعْلَاءِ اَوْ حَاصِلِ شُوْدِ؛ وَ فَضْلِ مِيَانِ هَرِ دُوْ بَغِيْرِيْمِ تَا اَرْتِفَاعِ اَسْفَلِ اَوْ حَاصِلِ اَيْدِ.

مَثَلًا: كَوْكَبِ جَدِي رَا بَعْدِ اَزِ مَعْدَلِ النَّهَارِ فَحَّ لَ (۳۰°، ۸۳) وَ عَرْضِ اِدْرَنَهْ مَبَّ O (۰°، ۴۲) تَمَامِ بَعْدِ جَدِي اَزِ مَعْدَلِ النَّهَارِ وَ لَ (۳۰°، ۶) مَجْمُوعِ هَرِ دُوْ مَحَّ لَ (۳۰°، ۴۸) وَ اِيْنِ اَرْتِفَاعِ جَدِي بُوْدِ بِهْ افقِ اِدْرَنَهْ اعْلَاشِ؛ وَ فَضْلِ اَكْتَرِ بَرِاقِلِ گَرَفْتِيْمِ بُوْدِ لَهْ لَ (۳۰°، ۳۵) وَ اِيْنِ اَرْتِفَاعِ اَسْفَلِ اَوْ بَاشَدِ؛ وَ چَوْنِ نِصْفِ فَضْلِ اَرْتِفَاعِ اَعْلَى بَرِ اَسْفَلِ اَزِ اَعْلَى بَكَاھِيْمِ يَا بَرِ اَسْفَلِ اَفْزَايِيْمِ، اَرْتِفَاعِ اَوْسَطِ حَاصِلِ شُوْدِ وَ اَنْ بَعِيْنَهْ (گ ۱۲ ر) مِثْلِ عَرْضِ بِلْدِ بَاشَدِ. **مَثَلًا:** اَرْتِفَاعِ اعْلَاءِ مَحَّ لَ (۳۰°، ۴۸) اَسْفَلِ لَهْ لَ (۳۰°، ۳۵) فَضْلِ بَيْنِهَمَا يَجَّ O (۰°، ۱۳) نِصْفَهْ وَ لَ (۳۰°، ۶) اَزِ اَعْلَى كَاسْتِيْمِ وَ بَرِ اَسْفَلِ زِيَادَهْ كَرْدِيْمِ حَاصِلِ شَدِ مَبَّ O (۰°، ۴۲). وَ دَرِيْنِ صَوْرَتِ هَمِيْشَهْ اَرْتِفَاعِ اَوْسَطِ كَوْكَبِ اَبْدِي الظُّهْرِ مَسَاوِي عَرْضِ بِلْدِ بُوْدِ.

وَ اِكْرَ مِيْلِ يَا بَعْدِ كَوْكَبِ اَزِ مَعْدَلِ النَّهَارِ جَنُوبِي بَاشَدِ اَنْ رَا اَزِ تَمَامِ عَرْضِ بِلْدِ نَقْصَانِ كُنِيْمِ تَا غَايَتِ اَرْتِفَاعِ كَوْكَبِ حَاصِلِ اَيْدِ دَرِ جِهَتِ جَنُوبِ اَزِ سَمْتِ الرَّاسِ.

مَثَلًا: تَمَامِ عَرْضِ دَمَشَقِ نَوَّ لَ (۳۰°، ۵۶) وَ غَايَتِ مِيْلِ كَوْكَبِ دَرِ سَرِ جَدِي يَا بَعْدِشِ اَزِ مَعْدَلِ النَّهَارِ كَجَّ لَ (۳۰°، ۲۳) جَنُوبِي فَضْلِ بَيْنِهَمَا لَجَّ O (۰°، ۳۳) وَ اِيْنِ غَايَتِ اَرْتِفَاعِ كَوْكَبِ بُوْدِ دَرِ سَرِ جَدِي بِهْ عَرْضِ دَمَشَقِ.

۱. تَكَرَّارِ زَائِدِ «و» دَرِ نَسْخَه.

و اگر میل یا بعد کوکب جنوبی بیشتر از تمام عرض بلد باشد، کوکب ابدی الخفا بود (گ ۱۲ پ) و غایت قرب او به افق مطلوب در تحت الارض به مقدار فضل میل یا بعد بود بر تمام عرض بلد. مثلاً: بعد کوکب سهیل از معدّل النهار جنوبی $\overline{\text{نآ}} \overline{\text{د}}$ (۵۱°، ۳۰')^{xxxvii} و تمام عرض قسطنطنیه این مح $\overline{\text{مه}}$ (۴۸°، ۴۵') فضل میل بر تمام عرض $\overline{\text{ب مه}}$ (۲°، ۴۵') و این مقدار قریب به افق قسطنطنیه شود سهیل از تحت الارض و به افق نرسد. و در مواضعی که بر خط استوا باشد و آن را عرض نبود، تمام میل یا بعد از معدّل النهار غایت ارتفاع کوکب بود در جهت شمال یا جنوب از سمت الرأس بلد. و اگر میل یا بعد کوکب مساوی تمام عرض بلد باشد کوکب در هر دوری یک بار مماس دایره افق شود. خواه ابدی الظهور بود یا ابدی الخفا.

مثلاً: کوکب وسط المنطقه را بعد از معدّل النهار شمالی $\overline{\text{مح}}$ (۴۸°، ۰') بود و این مساوی (گ ۱۳ ر) تمام عرض ادرنه است. پس این کوکب در شهر ادرنه ابدی الظهور بود و در شبانروزی یک نوبت مماس افق گردد و غروب نکند. و اگر عرض بلد جنوبی باشد این اعمال گذشته همه به ضد باید به اتمام رسانیدن و همیشه غایت ارتفاع کوکب در افق شمال فوق الارض مساوی غایت انحطاط بود در افق جنوبی تحت الارض و همچنین غایت ارتفاع او در افق جنوبی فوق الارض مساوی غایت انحطاط او بود در افق شمالی تحت الارض؛ و همچنین غایت ارتفاع نظیر هر درجه [ای] از فلک البروج در افق شمالی یا جنوبی فوق الارض مساوی غایت انحطاط آن درجه بود در آن افق تحت الارض.^{xxxviii}

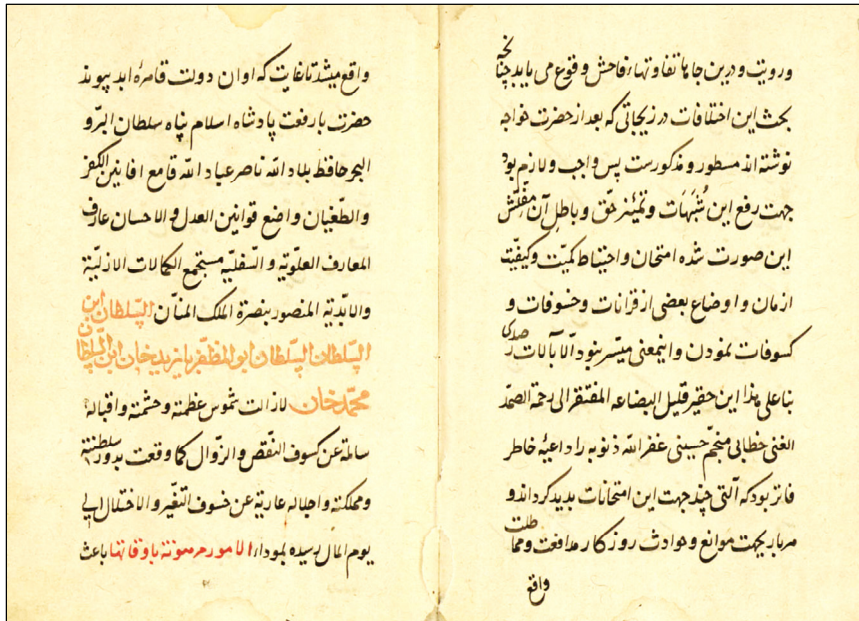
(گ ۱۳ پ) فصل چهارم

در معرفت عرض بلد از غایت ارتفاع کواکب و این بعینه عکس اعمال فصل سوم بود. و طریق عمل چنانست که نظر کنیم به میل یا بعد کوکب و غایت ارتفاع او. اگر غایت ارتفاع او در جهت جنوب بود از سمت الرأس و میل یا بعد شمالی بود از معدّل النهار آن را از غایت ارتفاع بکاهیم و اگر جنوبی باشد بر وی افزایشیم تا تمام عرض بلد حاصل آید. آن را از ربع دور نقصان کنیم تا عرض بلد حاصل شود. چنانچه مثلاً: غایت ارتفاع کوکب در سر سرطان به افق ادرنه $\overline{\text{عآ}} \overline{\text{د}}$ (۷۱°، ۳۰') و غایت ارتفاع در سر جدی به افق مذکور $\overline{\text{کد}} \overline{\text{د}}$ (۲۴°، ۳۰') و میل یا بعد کوکب در هر دو وقت $\overline{\text{کج}} \overline{\text{د}}$ (۲۳°، ۳۰'). این را بر ارتفاع (گ ۱۴ ر) سر جدی افزودیم، چه میل یا بعد جنوبی بود، و از ارتفاع سر سرطان نقصان کردیم حاصل شد بعد از اضافه و نقصان از هر یکی $\overline{\text{مح}}$ (۴۸°، ۰') و این تمام عرض ادرنه بود. فضل ربع دور برین $\overline{\text{مب}}$ (۴۲°، ۰') و این عرض ادرنه بود.

و اگر غایت ارتفاع کوکب در جهت شمال بود از سمت الرأس آن را با میل یا بعد جمع کنیم مجموع آن اگر نود درجه باشد آن بلد را عرض نبود، و اگر زیادت از نود بود، نود درجه از وی نقصان کنیم آنچه بماند عرض بلد بود در شمال از معدّل النهار. فرضاً غایت ارتفاع کوکب در شمال از سمت الرأس $\overline{\text{ف}} \overline{\text{د}}$ (۸۰°، ۳۰')

۱. در متن به غلط آ مه آمده است.

و میل اعظم شمالی کج ل (۳۰°، ۲۳) مجموع هر دو قَدَر (۰°، ۱۰۴) فضل این بر ربع دور یدَر (۰°، ۱۴) و این عرض بلد (گ ۱۴ پ) تَجَه باشد از بربره سودان. xxxix



نام مؤلف و سلطان بایزید، گ ۲-۳

و اگر ارتفاع کوكب نود درجه باشد، عرض بلد مساوی میل یا بعد کوكب بود از معدّل النهار؛ و اگر کوكب ابدی الظهور باشد ارتفاع اعلی و اسفل او را با هم جمع کنیم و حاصل را تنصیف کنیم حاصل عرض بلد بود؛ و اگر کوكب مماس افق شود در هر دوری و او را یک ارتفاع بیشتر نبود آن را تنصیف کنیم تا عرض بلد حاصل آید به طریق رصد؛ و اگر تمام ارتفاع سر سرطان را با تمام ارتفاع اول جدی جمع کرده مجموع را تنصیف کنند، حاصل عرض بلد رصد باشد.

چنانچه در دارالسلطنة قسطنطنیه ارتفاع سر سرطان معلوم کردیم، بود عب یه (۱۵'، ۷۲) تمامش یز مه (۱۷'، ۴۵) و ارتفاع سر جدی که یه (۱۵'، ۲۵) تمام این سد مه (۴۵'، ۶۴) مجموع هر دو (گ ۱۵ ر) فب ل (۳۰'، ۸۲) نصف این ما یه (۱۵'، ۴۱) و این عرض قسطنطنیه باشد به موجب رصد و این عمل خاصه مؤلف رساله است والله اعلم. xl

باب دوم در معرفت طول بلد به طریق رصد و این باب انفصال می یابد به چهار فصل

فصل اول

در معرفت طول بلد از غایت ارتفاع آفتاب و غیر آن به طریق رصد؛ و آن چنانست که به ربعی که صفت آن در فصل اول از باب اول مذکور شده، غایت ارتفاع آفتاب معلوم کنیم در بلد مفروض که عرض آن معلوم بود

و طول نه؛ و فضل میان این ارتفاع و تمام عرض بلد بگیریم تا میل آفتاب حاصل آید. پس آن را در جدول میل اول مقوس کنیم تا تقویم آفتاب (گ ۱۵ پ) حاصل آید به طول آن بلد. آن را نگاه داریم، پس هم در آن نصف النهار تقویم آفتاب به طول موضع رصد سمرقند که هست $\overline{\text{صط یو}} (۱۶', ۹۹^\circ)$ یا موضع رصد مراغه که هست $\overline{\text{فب}} (۸۲', ۰^\circ)$ یا به طول دمشق که هست $\overline{\text{ع}} (۷۰', ۰^\circ)$ یا به طول هرات که $\overline{\text{صد ک}}$ (۲۰', ۹۴) است یا به طول ساری که $\overline{\text{فح}} (۸۸', ۰^\circ)$ است.^۱ و این اطوال مصححه‌اند از جزایر خالدهات [از] زیج استخراج کنیم و بگیریم. اگر هر دو تقویم موافق یکدیگر باشند به درجات و دقائق پس طول بلد مرصود موافق یکی ازین اطوال بود که به آن از زیج تقویم حاصل کرده باشند و اگر موافق نباشد فضل میان مطالع هر دو تقویم بگیریم به فلک مستقیم؛ آن تفاوت مابین الطولین بود. پس نظر کنیم (گ ۱۶ ر) اگر فضل مطالع تقویم مرصود راست آن تفاوت مابین الطولین بر طول معمول بیفزاییم تا طول بلد حاصل آید شرقی آن طول معمول. و اگر فضل مطالع تقویم محسوب راست از وی نقصان کنیم تا طول بلد حاصل آید غربی طول معمول.^{xli}

مثلاً: ارتفاع آفتاب به افق قسطنطنیه در نصف النهار اول فروردین ماه جلالی از سنه ضنا (۸۵۱) ناقصه یزدجردیه گرفتیم، بود $\overline{\text{مط}} (۴۹', ۰^\circ)$ تمام عرض بلد این $\overline{\text{مح مه}} (۴۸', ۴۵')$ فضل بینهما $\overline{\text{یه}} (۱۵')$ و این میل آفتاب بود شمالی. این را در جدول میل اول مقوس کردیم بیرون آمد تقویم شمس درین نصف النهار $\overline{\text{لح کح}} (۳۸', ۲۸'', ۰^\circ)$ (حمل) و هم درین نصف النهار تقویم شمس به طول ساری حاصل کردیم، بود $\overline{\text{لح ن}} (۳۳', ۵'', ۰^\circ)$ (حمل) فضل بینهما به حسب مطالع $\overline{\text{د ل ح}} (۴', ۳۸'')$ (گ ۱۶ پ) و این تفاوت [تقویم شمس مربوط به تفاوت] مابین الطولین است که حصه $\overline{\text{کح ی}} (۲۸', ۱۰^\circ)$ درجه و دقیقه باشد. این را از طول بلد محسوب یعنی بلد ساری $\overline{\text{فح}} (۸۸', ۰^\circ)$ نقصان کردیم، باقی ماند $\overline{\text{نط ن}} (۵۹', ۵۰^\circ)$ و این طول دارالسلطنه قسطنطنیه باشد به موجب رصد از ارتفاع آفتاب والله اعلم.^{xlii}

فصل دوم

در معرفت طول بلد به حسب رصد خسوفات قمری. ببايد دانست که چون این عمل خواهیم کرد اول ساعات ابتداء خسوف یا انتهاء خسوف را در آن شهر که طول او معلوم نیست به رصد تحقیق کنیم. چنانکه از زمان غروب نصف جرم شمس پنگان ساعت بنهیم یا از وقت نصف النهار مقدم بر شب خسوف، و اگر از وقت غروب که مرکز جرم شمس مماس دایره افق (گ ۱۷ ر) شده باشد اوقات نگاه دارند بهتر باشد و به صحت اقرب بود درین عمل.

و اگر خواهند نزدیک به آخر روز مقدم بر شب خسوف ارتفاع غربی آفتاب بگیرند و نگاه دارند و پس پنگان ساعت بنهند تا ابتدا یا انتهای خسوف. پس ساعات منقضیه نگاه دارند تا وقتی که بر صفحه جرم قمر از جانب شرقی غبار دخانی ظاهر گردد؛ و آن ابتدای خسوف بود. و اگر تا تمام انجلا خواهند هم نگاه دارند

۱. حاشیه: "سمرقند: رصد الخیبگ. مراغه: رصد نصیرالدین طوسی. دمشق شام: رصد ابن شاطر. هرات: رصد کریمی. ساری: رصد سعیدی"

همین حکم دارد. درین صورت آنگاه نظر کنند که ساعات تا بدو خسوف یا تمام انجلا از اول نهادن پنگان چه مقدارست. پس اگر پنگان از نصف النهار نهاده باشند ساعات نصف النهار را از آن نقصان کنند، باقی (گ ۱۷ پ) ساعات بود از اول شب؛ و اگر از ارتفاع نهاده باشند درجات [دایره] ارتفاع را بر پانزده قسمت کنند خارج قسمت ساعات بود. آن را از ساعات پنگان بکاهند. باقی ساعات بود از اول شب. و اگر از وقت غروب نهاده باشند همان بعینه ساعات بود از اول شب. آن را نگاه دارند و ساعات بدو خسوف یا تمام انجلا را از زیج [الخ] بیگی ازین اطوال صحیحه که سابقاً مسطور شده است، معلوم کرده نظر کنند. اگر هر دو ساعات مساوی بود پس طول بلد مرصود مساوی طول بلد محسوب باشد؛ و اگر ساعات این دو زمان مساوی نبود فضل بینهما معلوم کرده آن را همیشه در پانزده ضرب کنیم، حاصل مابین الطولین بود. پس اگر ساعات مرصود (گ ۱۸ ر) اقل از ساعات محسوب باشد، آن تفاوت را از طول بلد محسوب نقصان کنند و اگر اکثر بود برو افزایشند باقی یا حاصل طول بلد مرصود باشد به تحقیق.

چنانچه خسوفی که واقع شد در شب یکشنبه چهاردهم ماه رمضان سنه سبع و ثمانین و ثمانمائه هجریه رصد کردیم به افق دارالسلطنه قسطنطنیه بدو خسوف در اول شب بود بعد از مرور \bar{O} و (\bar{E}°) از شب مذکور و همین خسوف را به طول \bar{FCH} $(48^{\circ}, 0')$ به حسب زیج جامع سعیدی به رصد سمرقند حساب کردیم بدین موجب: جزو اجتماع این \bar{ZIB} $(12^{\circ}, 9')$ عقرب) موضع راس \bar{A} $(17^{\circ}, 21')$ (ثور) حصه العرض یا \bar{KDM} $(24, 11, 48')$ برج) عرض قمر در وسط خسوف \bar{O} $(27^{\circ}, 0')$ جنوبی بهت قمر \bar{IB} $(12, 24, 40')$ اصابع خسوف یا \bar{MO} $(11, 46')$ ساعات سقوط \bar{AM} $(1, 47')$ ساعات اجتماع \bar{J} $(3, 45, 40')$ (گ ۱۸ پ) ساعات بدو خسوف \bar{ANM} $(1, 58, 40')$ فضل این ساعات محسوب بر ساعات مرصود که بود \bar{O} و (\bar{E}°) گرفتیم بود \bar{ANM} $(1, 52, 40')$ این را در پانزده ضرب کردیم حاصل شد \bar{KCH} $(28, 10')$ و این حصه مابین الطولین بود. چون فضل ساعات محسوب را بود این تفاوت را از طول بلد محسوب که بود \bar{FCH} $(88, 0')$ نقصان کردیم باقی ماند \bar{N} $(59, 50')$ و این طول دارالسلطنه قسطنطنیه باشد به تحقیق والسلام. ^{xliii}

فصل سوم

در معرفت طول و عرض بلد به حسب مسافت و آن چنان باشد که اگر بین البلدین مسافت معلوم باشد هر بیست و دو فرسنگ و دو تسع فرسنگی را یک درجه گیرند یا مقدار مسیر یک روزه یک کس را که از زمان طلوع نصف جرم شمس بود تا غروب نصف جرم (گ ۱۹ ر) آفتاب نیم درجه گیرند به قول ابن شاطر و یا هر بیست فرسنگ یا هر شصت میل درجه [ای] بود و نزد متقدمین هر شصت و شش میل و ثلثان میلی یک درجه باشد و متأخرین هر پنجاه و شش میل و ثلثان میلی را یک درجه گرفته‌اند و حضرت استادی سیدرکن الدین بیست و دو فرسخ و ثلثی یا شصت و هفت میل فرموده و این اصح است چه با قول متقدمین قریب است. چون بدین وجه حساب کنند تعدیل ما بین الطولین یا عرضین حاصل آید. پس نظر کنند اگر آن شهر که تفاوت میان وی و شهر مطلوب شرقی شهر مطلوب باشد این تفاوت از طول آن شهر نقصان کنند و اگر

غربی بود برافزاید تا بعد از زیاده (گ ۱۹ پ) یا نقصان طول بلد مطلوب حاصل آید به حسب رصد مسافت؛ و اگر این تفاوت محصول مابین العرضین بود و آن بلد معین جنوبی باشد از بلد مطلوب تفاوت را بر عرض آن بلد افزاید و اگر شمالی بود نقصان کنند تا بعد از زیاده یا نقصان عرض بلد مطلوب حاصل آید.

و اگر خواهند عدد فراسخ مسافت را در ب مد دقیقه و ثانیه ("۴۴'۲") ضرب کنند حاصل تفاوت مابین الطولین یا عرضین بود. آن را جهت طول از طول بلد شرقی و جهت عرض [از عرض] بلد شمالی نقصان کنند یا بر طول و عرض بلاد غربی و جنوبی افزاید تا طول و عرض بلد مطلوب حاصل آید.^{xliiv}

و اگر عرض بلد معلوم باشد و طول مجهول؛ و طول و عرض بلد دیگر معلوم، تفاوت (گ ۲۰ ر) فراسخ را که دارند از درجات و دقائق آنچه باشد در نفس خود ضرب کنند و نصف مبلغ بگیرند و مربع ما بین العرضین از آن حاصل ضرب نقصان کنند و جذر باقی بگیرند. حاصل تفاوت مابین الطولین باشد. آن را از طول بلد شرقی نقصان کنند یا بر غربی افزاید تا طول بلد مطلوب حاصل آید به تقریب. و اکثر اطوال و عروض بلدان که در زیجات نهاده اند بدین صورت معمول است والسلام.^{xlv}

فصل چهارم

در معرفت تحقیق فراسخ میان دو شهر به حسب عرض یا طول به طریق برهان. باید دانست که چون دو بلد مختلف الطول متفق العرض افتد و هر آینه یکی شرقی دیگری تواند (گ ۲۰ پ) بود و با یکدیگر بر خط مستقیم باشند پس درین صورت فضل درجات طول^۲ را هر درجه ۲۲ فرسخ و ثلثی گیریم یا همان فضل را در ۶۷ ضرب کنیم و حاصل را بر ۳ قسمت کنیم. خارج قسمت فراسخ بود بین البلدین به حسب طول و اگر ثلث حاصل ضرب بگیریم هم مطلوب حاصل آید.

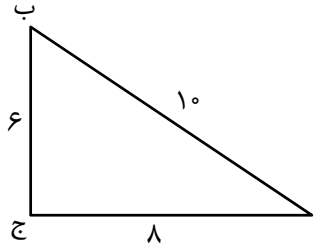
و اگر متفق الطول مختلف العرض باشند، لامحاله یکی شمالی دیگری باشد و هم بر خط مستقیم بوند با یکدیگر، درین صورت فضل درجات عرض را همان عمل کنند تا حاصل فراسخ بین البلدین بود به حسب عرض.

و اگر به حسب طول و عرض مختلف باشند، تحقیق آن حاصل نشود مگر از صورت مثلث قائم الزوایا که یک ضلع فضل عرض باشد از دایره نصف النهار و ضلع دوم (گ ۲۱ ر) این زاویه قائمه فضل طول باشد از خط مشرق و مغرب و این دو ضلع معلوم باشد و وتر قائمه خط مستقیم باشد میان آن دو بلد و این ضلع مجهولست. پس مربع هر یک از آن دو ضلع معلوم را با هم جمع کرده جذر مجموع بگیریم. حاصل درجات ضلع مجهول باشد. آن را فراسخ سازیم تا فراسخ بعد میان آن دو بلد معلوم شود.

مثالش: در مثلث اب ج که هست:

۱. در نسخه به غلط «یا» آمده است.

۲. در متن به غلط "عرض" آمده است.



و یک ضلع قائمه‌وی ۶ و ضلع دوم ۸ و وتر قائمه ۱۰ در ابعاد بلدان در اکثر امکانه وتر قائمه مجهول می آید. پس طریق آنست که مربع ضلع ۶ را که هست ۳۶ با مربع ضلع ۸ که هست ۶۴ جمع کردیم. حاصل آمد ۱۰۰ عدد. پس جذر این مبلغ گرفتیم بود ۱۰ عدد. (گ ۲۱ پ) پس دانستیم که وتر قائمه که مجهول بود ۱۰ درجه است. این را در کب ک (۲۲°، ۲۰') ضرب کردیم حاصل شد ر کج ک (۲۰۰، ۲۳، ۲۰) و این دویست و بیست و سه فرسخ و ثلثی باشد.

و به طریق دیگر ضرب کردیم عدد وتر قائمه را که بود ۱۰ در ۶۷ حاصل شد ۶۷۰. قسمت کردیم این را بر ۳ خارج شد ۲۲۳ و این عدد فراسخ بود و باقی ماند ۱ و این یک میل باشد یعنی ثلث فرسخی. و اگر احياناً ضلع فضل^۱ عرض میان این دو بلد که ۶ درجه است مجهول باشد و ضلع فضل طول که ۸ درجه است معلوم و فراسخ ضلع قائمه که ۱۰ درجه است هم معلوم بود درین صورت مربع ضلع معلوم را که هست ضلع این ۸ و مربع وی این ۶۴ از مربع وتر قائمه که هست ۱۰۰ عدد نقصان کنیم باقی ماند ۳۶. جذرش بگیریم حاصل آید ۶ و این عدد (گ ۲۲ ر) درجات ضلع فضل مجهول بود و فراسخ وی باشد این ۱۳۴ و این فراسخ بعد بین البلدین باشد؛ و اگر ضلع فضل طول که ۸ است مجهول باشد به همین وجه مربع ضلع معلوم را که هست ۳۶ از مربع وتر قائمه که هست ۱۰۰ عدد نقصان کنیم تا ۶۴ باقی ماند و جذرش باشد ۸ و این عدد درجات ضلع فضل طول باشد که فراسخش بود ۱۷۸ فرسخ و ۲ میل یعنی ثلثان فرسخی والله اعلم؛ و برهان این عمل از شکل عروس است.^{xlvi}

تنبيه: بیاید دانست که هر درجه [ای] بیست و دو فرسخ و ثلثی باشد از درجات زمینی و هر فرسخی سه میل و هر میلی چهار هزار ذراع و هر ذراعی بیست چهار اصبع و هر اصبعی به پهنای دوازده جو (گ ۲۲ پ) و هر جوی هشت موی، والله اعلم.^{xlvii}

۱. در متن به غلط «فضل ضلع» آمده است.

باب سوم

در امتحان تقاویم کواکب به حسب قرانات و خسوفات و خسوفات به ذات الشَّعبتین و غیره از آلات رصدی و این باب تفصیل می پذیرد به مقدمه [ای] و چهار فصل والله الموفق

مقدمه

در پدید کردن آلت ذات الشَّعبتین و طریق عمل بدان و این آلت را ذات المسطربین نیز خوانند و صنعت این آلت چنان بود که بگیرند دو پاره چوب ساج یا غیره که به غایت راست و هموار باشد و از آن پرگاری بسازند که طول آن به قدر چهار گز یا بیشتر یا کمتر نزدیک به آن بود و هر چند درازتر بود عمل وی به تحقیق اقرب باشد و بر موضع مسمار وی لینه [ای] قایم گردانند (گ ۲۳ ر) مثقوب مثل لینه اسطرلاب و بر سر او بر هر بازوی وی یک لینه ای دیگر تعبیه کنند غیر مثقوب چنانچه چون هر دو بازوی پرگار را فراهم آرند آن دو لینه غیر مثقوب که بر دو سر دو بازوی پرگار قایمست مماس یکدیگر گردند و لینه مثقوب که بر موضع مسمارست به جای مسمار بود و حرکت پرگار به وی باشد. پس بازوهای پرگار را هر یکی به شصت قسمت گردانند از موضع مسمار تا موضع آن دو لینه غیر مثقوب به اقسام متساویه و باز این اقسام هر یکی منقسم به اقسام دقیق سازند علی حسب الامکان. آنگاه خیطی باریک بگیرند به قدر طول پرگار بل زیادت از آن و یک طرف آن خیط را بر یکی از دو موضع لینه غیر مثقوب (گ ۲۳ پ) محکم کنند و بر یک طرف دیگر از آن خیط تقاله [ای] بر بندند مانند شاقولی؛ و اگر به جای خیط مسطره [ای] بود که منقسم بود به آن اقسام که جهت بازوهای پرگار ذکر رفت تا به وقت عمل آن را بر مقدار فتح سر پرگار نهند و کمیّت وتر بعد از آنجا معلوم کنند بی خلل تر بود و احتیاج به تقسیم بازوهای پرگار نباشد و اگر یک بازوی پرگار را قسمت نمایند هم جایزست و محتاج به هر دو بازو نیست. ^{xlvi}

اما طریق عمل به این آلت چنان باشد که چون خواهیم تا بعد میان دو کوکب بدانیم دو طرف پرگار را که لینه های غیر مثقوب بر وی است مسامت آن دو کوکب مطلوب گردانیم و از ثقبه لینه [ای] که بر موضع مسمار قایمست نظر کنیم چندانکه مرکز هر کوکبی مماس (گ ۲۴ ر) طرف لینه [ای] شود از جانب داخل آن پرگار. پس آن خیط را بر آن فتح سر پرگار نهاده نظر کنیم تا از آن خیط چه مقدار واقع است بین اللبتین^۱ آن را بر آن اجزاء اعداد که بر بازوی پرگارست بنهیم و یا آن مسطره منقسم به اقسام اعداد را بر فتح سر پرگار بنهیم. آنچه حاصل شود از اعداد، عدد وتر بعد باشد میان آن دو کوکب. قوس او معلوم کنیم چنانچه شرح آن بیاید تا بین الکوکبین حاصل آید والسلام.

فصل اول

در معرفت استخراج جیب و قوس و وتر از جدول جیب و آن چنان بود که اگر جیب معلوم بود و قوس آن

۱. در نسخه: اللبتین

خواهند، در جدول جیب و قوس عددی بیابند که کمتر از عدد محفوظ باشد و آن را ازین (گ ۲۴ پ) عدد محفوظ جنس از جنس نقصان کنند و در طول جدول در سطر عدد که به سرخی مسطورست به ازای عدد منقوص عددی که یابند بر تخته ثبت کنند و آن عدد درجات قوس بود. پس اگر از عدد محفوظ بعد از نقصان چیزی باقی مانده باشد آن را فضل خوانند و از سطر عدد منقوص در جدول جیب با سطر تالی آن تفاضل گرفته، همیشه فضل را بر تفاضل قسمت کنند. حاصل دقایق و ما تحت بود بر عددی که بر تخته مثبت است افزایشند. حاصل درجات و دقایق قوس بود. و اگر قوس معلوم بود و جیب خواهند، عدد درجات قوس را در طول جدول در سطر عدد در آورده، آنچه در یلی آن از اجزا و کسور یابند بر گرفته، نگاه دارند؛ و با درجات قوس اگر کسور بود فضل آن سطر جیب با سطر تالی خود گرفته در آن کسور (گ ۲۵ ر) قوس ضرب کنند و حاصل را بر آن جیب محفوظ جنس بر جنس افزایشند. حاصل مجموع جیب آن قوس باشد از اجزا و کسور. ^{xlix}

اما اگر قوس معلوم بود و ازین جدول خواهند که وترش بدانند. طریق آنست که قوس معلوم را تنصیف کنند و جیب نصفش ازین جدول گرفته مضاعف گردانند. حاصل تضعیف، مقدار وتر این قوس باشد. مثلاً: وتر $\bar{\text{د}}$ درجه (30°) می‌خواستیم معلوم کنیم. وی را تنصیف کردیم شد نصفش $\bar{\text{یه}}$ (15°) . جیبش از جدول گرفتیم بود $\bar{\text{یه لا مد نه}}$ $(55''، 44''، 31'، 15^\circ)$ این را مضاعف کردیم، شد چنین $\bar{\text{لا ج کط ن}}$ $(50''، 29''، 31')$ و این وتر قوس $\bar{\text{د}}$ (30°) باشد. ⁱ

اما اگر وتر معلوم باشد وقوس مجهول آن وتر را تنصیف کنیم و قوسش از جدول جیب بگیریم و مضاعف گردانیم. حاصل قوس آن وتر باشد. مثلاً: وتر معلوم (گ ۲۴ پ) هست $\bar{\text{ن م ب نا و}}$ $(51''، 42''، 5^\circ)$ این را مناصفه کردیم، حاصل شد $\bar{\text{که کا که لج}}$ $(33''، 25''، 21'، 25^\circ)$ قوس این حاصل کردیم از جدول بود $\bar{\text{که او او او}}$ $(50''، 0''، 0''، 25^\circ)$ این را مضاعف ساختیم شد $\bar{\text{او او او}}$ $(50''، 0''، 0''، 5^\circ)$ و این قوس آن وتر معلوم باشد والسلام. ^{li}

فصل دوم

در امتحان مواضع کواکب در قرانات به این آلت و آن چنان باشد که دو کواکب قران کنند و یکی دیگری را کسف کند یا مماس شود. در روز مقدم قریب به آخر روز آفتاب را ارتفاع گرفته پنگان ساعت بنهند در وقت ارتفاع و اوقات را مترصد باشند تا وقت کسف یا تماس و ساعات محصول را از زمان ارتفاع تا وقت کسف یا تماس نگاه دارند؛ و اگر کسف یا مماس واقع نشود میان ایشان بعدی باشد آن بعد یا بحسب عرض فقط تواند (گ ۲۶ ر) بود یا مرکب از طول و عرض.

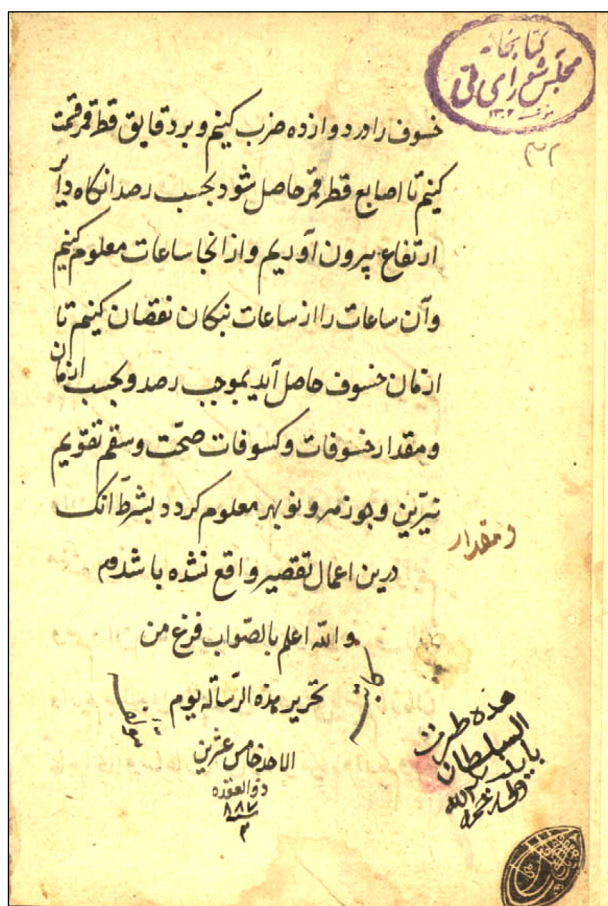
پس طریق وی آنست که در شبی که نزدیکتر باشد به قران پیش از قران یا پس از قران و اگر آن فوت شود بعد از آن به دو روز یا سه روز هم روا باشد؛ و اولی آن بود که این عمل در همان وقت یا شب قران کنند تا اصح باشد. پس چون این بعد خواهیم گرفتن پیش از آن، در آخر روز مقدم بر شب عمل، ارتفاع آفتاب گرفته، ساعت نگاه داریم همچنانک در کسف و تماس گفته‌ایم و چون کسف و تماس یا وتر بعد در غیر کسف و تماس در شب قران یا وتر بعد عام در شبهای غیر شب قران میان دو کواکب به ذات الشَّعبتین گرفته

باشیم، قوس آن وتر معلوم کنیم چنانکه در فصل اول (گ ۲۶ پ) ازین باب مذکور شده است و آن را قوس بعد خوانیم و جیب او بگیریم چنانچه گفته شده و نگاه داریم و ساعات بعد از زمان ارتفاع تا زمان رصد معلوم کرده آن را دایر^{lii} کنیم و دایر ارتفاع را که بعینه درجات ارتفاع است، از آن دایر ساعات نقصان کنیم و باقی را باز ساعات ساخته با ساعات نصف النهار مقدّم جمع کنیم تا ساعات بعد حاصل آید از نصف النهار مقدّم تا زمان رصد که آن را ساعات رصد می‌خوانیم. پس بدان ساعت هر دو کوکب را تقویم طول و عرض از زیج حاصل کنیم؛ و اگر رصد در شب قران بوده باشد و کسف یا تماس واقع بوده نظر کنیم اگر تقویم آن دو کوکب در طول و عرض (گ ۲۷ ر) و جهت متفق و مساوی باشند، فهو المطلوب و الا در محسوب خطا باشد یا در محاسبه یا در جداول زیجی، به تصحیح آن اشتغال باید نمود؛ و اگر در وقت قران بینهما بعد یافته شده باشد نظر کنند اگر تقویم آن کوکب که از زیج حاصل شده به طول متحد بود به درج و دقائق پس بعد میانشان عرض باشد. پس اگر عرض دو کوکب در جهت واحد بود، فضل میان عرض هر دو بگیریم و اگر در دو جهت مختلف باشد هر دو عرض را با هم جمع کنیم تا تفاوت عرض میان ایشان حاصل آید. **آنگاه** نظر کنیم به تفاوت عرض. اگر مساوی قوس بعد مرصود باشد عرض ایشان صحیح بود و الا در عرض ایشان خللی باشد به مقدار تفاوت (گ ۲۷ پ) مابین البعدین در اصلاح آن باید کوشید. **اما** اگر در غیر وقت قران رصد کرده باشند لامحاله بینهما بعد خواهد بود. پس بنگریم اگر آن بعد مرکب بود از طول و عرض مربع جیب فضل مابین العرضین را از مربع جیب بعد مرصود نقصان کنیم اگر عرض هر دو در جهت متحد بود، و جذر باقی بگیریم تا جیب بعد حاصل آید میان آن دو کوکب. قوس او بگیریم تا تفاوت طول معلوم شود؛ و اگر عرض ایشان در دو جهت مختلف باشد جیب مجموع هر دو عرض را بر جیب عرض کمتر قسمت کنیم آنچه بیرون آید جیب عددی باشد که مخصوص بود به عرض کمتر. چون آن را از جیب بعد نقصان کنیم جیب عددی حاصل (گ ۲۸ ر) شود که مخصوص باشد به عرض بیشتر. **آنگاه** هر یکی ازین دو جیب را مربع سازیم و مربع جیب عرضی را که به آن جیب مخصوص است از مربع آن جیب نقصان کنیم و باقی را جذر بگیریم تا به حسب هر عرضی جیبی حاصل آید. پس قوس هر یک از جدول جیب حاصل کنیم تا از مجموع هر دو قوس تفاوت طول حاصل آید.^{liii}

و اگر ازین دو کوکب یکی را عرض باشد و یکی را نه، مربع جیب عرض کوکب ذوعرض را از مربع جیب بعد مرصود نقصان [کنیم] و جذر باقی بگیریم. آنچه حاصل آید تفاوت طول باشد. قوس وی بگیریم در جدول جیب تا تفاوت طول معلوم شود؛ **و اگر** هیچ یکی را عرض نبود از آن دو کوکب (گ ۲۸ پ) همان قوس بعد بعینه تفاوت طول بود. پس اگر تفاوت طول محسوب مساوی قوس بعد باشد میان آن دو کوکب، تقویم محسوب آن دو کوکب صحیح بود و اگر نه، صحیح نبود؛ و در اصلاح آن باید کوشیدن. و این اعمال همه بعد از آن بود که تقویم طول و عرض هر دو کوکب در ساعت رصد از زیج نیز حاصل کرده باشند جهت مقابلات اعمال.

۱. افزوده زاید در نسخه: «هر»

پس چون ازین اعمال معلوم شود که تقویم ایشان صحیح نبوده است، احتیاج افتد به امتحان دیگر تا از آنجا معلوم شود که تفاوت در تقویم یک کوکبست یا در تقویم هر دو کوکب. و آن بر دو گونه بود. یکی آنک هر کوکبی را به قران کواکب (گ ۲۹ ر) ثابت امتحان کنیم به همین طریق که بیان کردیم. دوم آنک تقویم هر یک را به طریق رصد همچنانک در فصل اول از باب دوم جهت معرفت طول بلد در استخراج تقویم آفتاب مذکور شده است بیرون آوریم تا تحقیق گردد والسلام.



انتهای رساله، گ ۳۲ پ.

فصل سوم

در امتحان کسوفات به عکس شعاع و این عمل از جمله غرایب اعمال رصدی است و این فصل منقسم می-شود به دو قسم.

قسم اول: در پدید کردن آلتی که مخصوص بود به این عمل. و طریق وی آنست که بگیرند یک پاره چوبی راست که تغییر و اعوجاج بدو راه کمتر یابد مانند چوب ساج و امثال آن و از آن چوب (گ ۲۹ پ)

مسطری بسازند مانند عضاده اسطرلاب و هر چند این مسطره درازتر بود بهتر باشد و عمل صحیح‌تر آید و بر دو طرف او دو لبه قایم گردانند مانند دو لبه عضاده، عرض یکی به مقدار چهار انگشت و عرض دیگری به دو انگشت فراختر از آن و بر میانه این لبه بزرگتر ثقبه دقیق کنند و بر مسامته وی بر آن لبه کوچکتر مرکزی پیدا گردانند که بر آنجا دایره صفحه قرص آفتاب مرتسم گردد والسلام.^{liv}

قسم دوم در معرف عمل به این آلت و آن چنان بود که پیش از روز کسوف به یک روز لبه بزرگتر را به جانب آفتاب کنیم و نظر کنیم تا شعاع آفتاب (گ ۳۰ ر) از آن ثقبه بر لبه کوچکتر بر چه مقدار آن دایره صفحه قرص آفتاب مرتسم گردد. بر آن مرکز به آن مقدار دایره [ای] گردانیم و قطر آن دایره را به دوازده قسمت کنیم و آن را اصابع قطر آفتاب خوانیم و محیط آن دایره را نیز بر دوازده [ه] قسم سازیم و آن را اصابع سطح گوئیم و از اقسام محیط دایره به جانب مرکز انصاف اقطار بیرون آوریم و بر اقسام قطر دایره گردانیم؛ و هر یکی از اقسام اصابع قطر و اصابع سطح را به دقایق قسمت کنیم به آنچه منقسم شود به پنج پنج دقیقه یا بیشتر یا کمتر و در اوایل روز کسوف آفتاب را ارتفاع گیریم و پنگان ساعت بنهیم و این بر مسامته یکدیگر می‌داریم و دایره شعاع را مترصد می‌باشیم (گ ۳۰ پ) تا از جانب غربی او اثر کسوف ظاهر شود مانند ظل پر مگس که بر کناره آن شعاع پیدا آید و آن بدو کسوف باشد. پس اگر خواهیم در آن وقت ارتفاع آفتاب معلوم کنیم و اگر خواهیم پنگان احتیاط کنیم تا ساعات بدو کسوف معین شود. آنگاه مقدار او را در آن دایره شعاع نگاه می‌داریم تا آنجا که ظل جرم قمر به غایتی رسد که از آن بیشتر نشود. از آنجا مقدار کسوف معلوم کنیم از اصابع قطر و اصابع سطح و کسور هر یک و ساعات وسط کسوف. و به همین ترتیب مترصد می‌باشیم چندانکه جرم آفتاب تمام منجلی گردد؛ و سایه جرم قمر از جانب شرقی دایره شعاع آفتاب به در رود. پس ساعات (گ ۳۱ ر) تمام انجلا را از آنجا تحقیق کنیم. آنگاه دایره از ارتفاع که از اول روز کسوف گرفته‌ایم بیرون آوریم و آن را با ساعات کنیم و با ساعات پنگان جمع کنیم تا از زمان کسوف به حسب پنگان معلوم شود و از ارتفاع آفتاب زمان بدو کسوف و وسط و تمام انجلا دایره استخراج کنیم؛ و از آن جا ساعات معلوم کنیم چنانکه پیش ازین در اعمال دیگر ذکر کرده‌ایم و آن را با ساعات پنگان مقابله کنیم و صحت عمل آنست که این هر دو نوع ساعات متساوی باشند.

پس با ازمان و اوضاع کسوف که از زیج استخراج کرده شده مقابله کنیم. اگر به همه چیز متفق باشند اعمال زیجی هم صحیح بود و الا (گ ۳۱ پ) در اعمال زیجی خلل بود یا در عمل در جداول زیج، به تصحیح آن مشغول باید شد؛ و **جماعتی از اصحاب ارساد** بدو کسوف به طشت آب نگاه کنند و آن را به کرات تجربه افتاده که تا از صفحه جرم آفتاب مقدار یک اصبع یا بیشتر منکسف نمی‌شود در طشت ظاهر نمی‌گردد والسلام.

فصل چهارم

در معرفت رصد خسوفات قمری و طریق او چنانست که در آخر روزی که مقدم بر شب خسوف باشد ارتفاع آفتاب معلوم کنیم و در زمان ارتفاع پنگان ساعت بنهیم چنانکه در رصد کواکب بیان کرده شده است تا آنگاه که از جانب شرقی صفحه جرم قمر غباری دখانی پیدا آید و آن (گ ۳۲ ر) بدو خسوف باشد و بنگریم تا در

آن زمان از پنگان چند ساعت رفته است. آن را نگاه داریم و در زمان بدو خسوف به ذات الشَّعْبَتین مقدار قطر قمر را معلوم کنیم که چند دقیقه است و اگر خسوف جزوی باشد پیاپی به ذات الشَّعْبَتین مقدار خسوف را رصد می‌کنیم تا آنگاه که به غایتی رصد که از آن بیشتر منخسف نشود و آن دقایق را نگاه داریم که از قطر بیشتر از آن منخسف نشده است و آن را دقایق خسوف خوانیم و هم در آن زمان نیز ساعات وسط خسوف را نگاه داریم به پنگان و همچنان مترصد می‌باشیم تا زمان تمام انجلا و ساعات آن زمان را نگاه داریم و دقایق (گ ۳۲ پ) خسوف را در دوازده ضرب کنیم و بر دقایق قطر قمر قسمت کنیم تا اصابع قطر قمر حاصل شود به حسب رصد. آنگاه دایر ارتفاع بیرون آوریم و از آنجا ساعات معلوم کنیم و آن ساعات را از ساعات پنگان نقصان کنیم تا از زمان خسوف حاصل آید به موجب رصد و به حسب ازمان و مقدار خسوفات و کسوفات صحّت و سقم تقویم^۱ نیرین و جوزهر و نوبهر^{۱۷} معلوم گردد، به شرط آنک درین اعمال تقصیر واقع نشده باشد. والله اعلم بالصواب. فرغ من تحریر هذه الرسالة يوم الاحد خامس عشرین ذوالعقده سنه ۸۸۷. تم. کاتبه مؤلفه.

توضیحات

^{xxxix} سید منجم این رساله را به بایزید دوم سلطان عثمانی تقدیم کرده است که از سال ۸۸۶ تا ۹۱۸ ق حکومت می‌کرد و در زمان حیات پدرش در جنگ با اوزون حسن شرکت داشت. حکومت صفویان در ایران در زمان فرمانروایی او آغاز شد. بایزید دوم در سال ۹۱۸ ق به نفع پسرش سلطان سلیم اول از سلطنت کناره‌گیری کرد و در همان سال درگذشت.

^{xxxii} منظور از مقیاس شاخص است که طول سایه آن اندازه گرفته می‌شود.

^{xxxiii} روش‌های نوع اول و نوع ثانی عملاً معادل یکدیگرند. برای اطلاع بیشتر درباره روش دایره هندی برای تعیین راستای

نصف النهار (ر.ک «دایره هندی» در دانشنامه جهان اسلام، ج ۱۷، ۱۳۹۱، نوشته حمیدرضا گیاهی‌یزدی، ص ۳۴۰-۳۳۷).

^{xxxiv} دایر عبارت است از مقدار چرخش استوای آسمانی از طلوع آفتاب تا لحظه مورد نظر و فضل دایر عبارت است از کمان نیم

دایره منهای دایر. سید منجم در چهارمین روش امتحان درستی راستای نصف النهار ۲۰ درجه را به عنوان مثال گفته است. در واقع وقتی سمت خورشید در صبح و عصر نسبت به خط نصف النهار قرینه باشد، ارتفاع خورشید در صبح و عصر نیز باید برابر باشد.

^{xxxv} در این ابزار ساده، زاویه ۹۰ درجه بر حسب دقیقه درجه بندی می‌شود:

$$۵۴۰۰ = ۹۰ \times ۶۰$$

^{xxxvi} روش‌های مختلفی که در فصل دوم آمده معادل یکدیگر و قابل استخراج از رابطه‌های زیرند:

$$\Phi + \epsilon = ۹۰^\circ = \text{حداکثر ارتفاع اول سرطان}$$

$$\Phi - \epsilon = ۹۰^\circ = \text{حداکثر ارتفاع اول جدی}$$

که از جمع آنها نتیجه می‌شود:

$$\Phi = ۹۰^\circ - \frac{1}{2} \epsilon \quad (\text{حداکثر ارتفاع جدی} + \text{حداکثر ارتفاع سرطان})$$

در اینجا Φ عرض جغرافیایی و ϵ که حدود ۲۳/۵ درجه است میل دایره البروج نسبت به استوای آسمانی (میل اعظم) است. هرگاه

۱. در حاشیه عبارت «و مقدار» افزوده شده است.

مقدار ارتفاع از ۹۰ درجه بیشتر شود باید آن را از ۱۸۰ درجه بکاهیم و این ارتفاع به دست آمده نسبت به افق شمالی خواهد بود.

xxxvii امروز می‌دانیم مقدار درست آن (۴۱'، ۵۱°-) است.

xxxviii در روش‌های فصل سوم به جای خورشید از ستاره‌ها استفاده شده است. در اینجا (کمان) فاصله ستاره از استوای آسمانی d است که در متن میل یا بعد کوكب از معدل النهار خوانده شده است. در این صورت:

$$90^\circ - \varphi + d = \text{حداکثر ارتفاع (شبانروزی) ستاره}$$

$$90^\circ - \varphi - d = \text{حداکثر انحطاط (شبانروزی) ستاره}$$

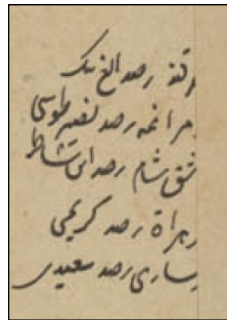
در اینجا هم هرگاه کمان ارتفاع یا انحطاط بیشتر از ۹۰ درجه شود باید آن را از ۱۸۰ درجه بکاهیم. ضمناً اگر ستاره در جنوب استوای آسمانی باشد d منفی خواهد بود. اگر ارتفاع منفی باشد به انحطاط تبدیل می‌شود و اگر انحطاط منفی باشد به ارتفاع تبدیل می‌شود.

وسط المنطقه ستاره میانی کمر بند جبار است که نزدیک استوای آسمانی است. چون سید منجم فاصله آن را از نصف النهار ۴۸ درجه گرفته است باید منظور ستاره دیگری (مثلاً عیوق با فاصله ۴۶ درجه از استوای آسمانی یا قائد که ستاره انتهای دنباله دب اکبر است با فاصله ۴۹ درجه از استوای آسمانی) باشد. در واقع در شهر ادرنه ارتفاع نصف النهاری وسط المنطقه ۴۸ درجه است و این ستاره در ادرنه ابدی الظهور نیست.

xxxix ابن شاطر در زیج جدید عرض جغرافیایی بربره (در سودان) را ۱۵ درجه ذکر کرده است (ا.ا. کندی و م. ه. کندی، ص ۶۷). ظاهراً سید منجم به این زیج دسترسی داشته است.

xl روش‌های مذکور در این فصل هم با فرمول‌های توضیح VII قابل تبیین است. مقدار دقیق عرض جغرافیایی استانبول (قسطنطنیه) ۴۱°، ۰' است و مقداری که سید منجم به دست آورده است با تقریب خوبی قابل قبول است.

xli مقادیری که برای طول جغرافیایی سمرقند، مراغه، دمشق، هرات و ساری ذکر شده تماماً منطبق بر مقادیر موجود در زیج سلطانی الغ بیگ است. برخلاف آنچه در حاشیه نسخه آمده است و طبق نوشته بنو وان دالن در پژوهشی نوین در زیج‌های دروه اسلامی (که هنوز منتشر نشده است)، زیج جامع سعیدی در هرات (نه ساری) تدوین شده است.



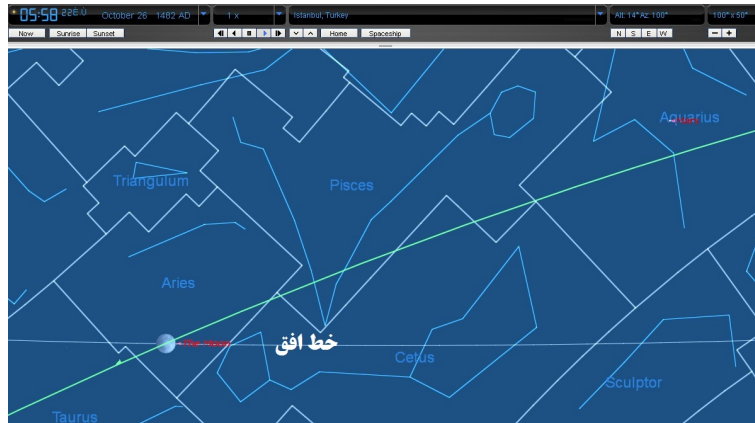
حاشیه صفحه ۲۹ نسخه تشریح الآلات فی شأن الامتحانات

ادوارد استوارت کندی در کتاب پژوهشی در زیج‌های دوره اسلامی (ترجمه محمد باقری، انتشارات علمی و فرهنگی، تهران، ۱۳۷۴، ص ۱۳) نام این زیج را بدون ذکر نام مؤلف آورده است. ضمناً در هیچ منبع دیگری به زیج کریمی که سید منجم در حاشیه آن را با عنوان رصد کریمی آورده بر نمی‌خوریم و این مطالب نیازمند جستجوی بیشتری است.

lii چون مقدار میانگین حرکت خورشید بر دایره البروج در یک شبانه روز ۵۹ درجه و ۸ دقیقه است، تفاوت طول مربوط به ۴ دقیقه و ۳۸ ثانیه به روش زیر به دست می‌آید:

$$x = 4 \frac{38}{60} \times 360 : 59 \frac{8}{60} \cong 28 \frac{1}{60}$$

تفاوت طول جغرافیایی استانبول و ساری طبق اندازه گیری‌های امروزی چنین است: $26^{\circ}, 20' = 26^{\circ}, 45' - 53^{\circ}, 5'$ ظاهرأ سید منجم در اینجا به جای ساری که به گفته خود او مبدأ زیج جامع سعیدی است، اشتباهأ سمرقند را آورده است. ^{xliii}



شبهه سازی نرم افزاری ماه گرفتگی در لحظه طلوع ماه به افق استانبول (قسطنطنیه)، ۱۴ رمضان ۸۸۷ (۱۴ اکتبر ۱۴۸۲).

اگر هر $22 \frac{2}{9}$ فرسنگ را معادل یک درجه بگیریم برای تعیین اینکه مسافتی روی زمین معادل چند درجه از کمان دایره عظیمه است باید آن را بر $22 \frac{2}{9}$ تقسیم کنیم. این کار معادل است با ضرب کردن آن مسافت در کسر زیر:

$$1 : 22 \frac{2}{9} = \frac{9}{200}$$

از طرف دیگر:

$$2', 44'' = \frac{2}{60} + \frac{44}{3600} = \frac{120 + 44}{3600} = \frac{164}{3600} = \frac{82:9}{200} \cong \frac{9}{200}$$

چون تفاوت طول جغرافیایی روی خط استوا سنجیده می‌شود و مسافت تقریباً روی مدار عرضی قرار می‌گیرد، کاربرد این روش برای محاسبه تفاوت طول خطای قابل توجهی خواهد داشت.

^{xliv} سید منجم در مورد اخیر از رابطه فیثاغورس در مثلث قائم الزاویه استفاده کرده است. جمله «نصف مبلغ را بگیرند» در اینجا زاید است.

^{xlv} منظور از شکل عروس همان قضیه فیثاغورس است.

^{xlvii} برای اطلاع از تاریخچه اندازه گیری طول یک درجه از دایره عظیمه کره زمین نگاه کنید به تاریخ نجوم اسلامی، نوشته کرلو آلفونسو نالینو، ترجمه احمد آرام، تهران، ۱۳۴۹، ص ۳۵۹-۳۳۴.

^{xlviii} جمشید کاشانی در رساله «شرح آلات رصد» هشت ابزار نجومی را توصیف کرده که نخستین آنها ذات الشعبتین است. رساله کاشانی به روسی، آلمانی و انگلیسی ترجمه شده و عکس نسخه موجود در لیدن (هلند) را آقای ابوالقاسم قربانی در کاشانی نامه چاپ کرده است. تصویر نسخه دیگری از این رساله که به شماره ۵۵۵،۲ در کتابخانه مدرسه عالی شهید مطهری (سیهسالار) موجود است و تنها نسخه دارای شکل ابزارهاست، در پیوست کتاب از سمرقند به کاشان: نامه‌های غیاث الدین جمشید کاشانی به پدرش (به کوشش محمد باقری، شرکت انتشارات علمی فرهنگی، تهران، ۱۳۷۵) آمده است. از توصیف کاشانی و مقایسه آن با آنچه سید منجم آورده چنین بر می‌آید که ذات الشعبتین مورد نظر کاشانی به طور ثابت در جای خود



نصب می‌شود ولی نوع مورد نظر سید منجم سیار است. اما اساس کار هر دو ابزار تعیین زاویه‌ای در آسمان با نشانه روی دو خط کش است که یک سر آنها با لولا به هم وصل است و از طول ضلع سوم که متغیر است مقدار زاویه قابل تعیین است. توصیف کوتاه جمشید کاشانی چنین است:

ذات السبعین سه مسطره باشد یکی قائم بر سطح افق و دوم را بر مسطره قائم به مسماری ترکیب کرده باشند و باید که طول مسطره ثانی [از] دو گز [و] نیم کمتر نباشد و مابین دو قطب که محل مسمار است از مسطره و طول مسطره ثالث به قدر وتر ربع دایره [ای] باشد که نصف قطر آن به قدر مابین المسمارین بوده و دو لبه بر مسطره ثانی نصب کرده باشند و مسطره ثالث منقسم کنند به هشتاد و پنج جزو به اجزائی که مابین قطب و راس مسطره ثانی شصت جزو باشد و هر درجه به شصت دقیقه منقسم کنند و ابتدای اعداد از نزد یک باشد و بعضی به جای مسطره ثالث ربع حلقه نصب کنند. (از سمرقند به کاشان...، ص ۱۴۶ و ۱۴۸).

^{lix} سید منجم در اینجا تعیین کمانی که سینوس آن معلوم است و سینوس کمانی را که معلوم است شرح می‌دهد و برای دقت کار از روش درونیابی استفاده می‌کند.
¹ می‌دانیم که وتر هر کمان دو برابر سینوس نصف آن کمان است. توجه کنید که مفهوم جیب شصت برابر سینوس است پس جیب ۱۵ درجه می‌شود:

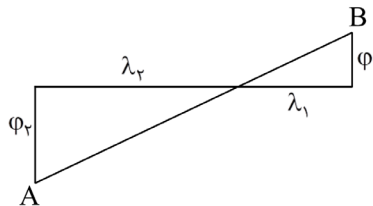
$$60 \sin 15 \cong 15 / 52914$$

که پس از بردن به پایه شصتگانی می‌شود $8 / 54'' 43' 31'' 15$. مقداری که سید منجم می‌دهد تنها $0/2$ ثلثه خطا دارد. پس طول وتری که محاسبه کرده است $0/4$ ثلثه خطا دارد.

^{li} طبق محاسبه سید منجم 60 برابر سینوس 25 درجه $33'' 25' 25'' 25$ است. محاسبه دقیق‌تر نشان می‌دهد که رقم ثلثه $672/32$ است که بر اثر گرد کردن همان 33 می‌شود.

^{lii} دایره عبارت است از مقدار چرخش استوای آسمانی در بازه مورد نظر. بنابراین برای تبدیل مدت زمانی برحسب ساعات به دایره باید تعداد ساعات را در 15 ضرب کنیم. این عدد 15 از تقسیم 360 (مقدار چرخش استوای آسمانی در یک شبانه روز) بر 24 (تعداد ساعت‌های شبانه روز) به دست آمده است. برای تبدیل دایره به ساعات (که بعداً در رساله می‌آید) باید دایره را بر 15 تقسیم کنیم.

^{liii} بیان سید منجم در مورد وقتی که بعد مرکب از طول و عرض باشد و عرض‌ها در دو جهت مختلف باشند نارساست. در واقع او می‌خواهد بعد AB را با توجه به عرض‌ها تقسیم به نسبت کند تا بتواند طول مربوط به هریک از عرض‌ها (λ_1 و λ_2) را با قضیه فیثاغورس به دست آورد و با هم جمع کند.



البته سید منجم می‌توانست در این حالت مربع جیب مجموع عرض‌ها را از مربع جیب فاصله کم کند و جذر حاصل را بگیرد. ^{liv} این ابزار ذات الثقبین (داری دو سوراخ) نام دارد و به نوشته نصیر الدین طوسی، در کتاب محسوطی بطلمیوس به آن اشاره شده است و منجمان دوره اسلامی هم انواعی از آن را ذکر کرده‌اند. رساله کوتاه نصیرالدین طوسی در مجله نجوم (سال ۸، شماره ۹، خرداد ۱۳۷۸، ص ۲۸) با عنوان «رساله خواجه نصیرالدین طوسی در ساخت ابزار مشاهده خورشید گرفتگی»

(گردآوری و نوشته گروه تاریخ علم بنیاد دایرةالمعارف اسلامی) چاپ شده است. از مقایسه توصیف سید منجم گیلانی و نصیرالدین طوسی به نظر می‌رسد که سید منجم به رساله طوسی دسترسی داشته و از آن تاثیر گرفته است.^{۱۷} طبق نوشته محمد بن احمد خوارزمی در مفاتیح العلوم (حدود ۳۷۰ ق) نه‌بهر (= نه‌بهر) یعنی یک نهم برج‌ها که هندیان آن را نوبهر می‌گویند (خوارزمی، ص ۲۱۵). ارتباط این اصطلاح احکام نجومی با مفاهیم تقویم نیرین و جوزهر که در متن آمده است بر ما روشن نیست.

منابع

- آقا بزرگ طهرانی، الذریعة الی تصانیف الشیعه، دار الاضواء، بیروت، ۱۴۰۳ ق (۱۹۸۳ م).
تهانوی، شیخ محمد علی، کشف اصطلاحات الفنون والعلوم، مکتبه لبنان، ۱۹۹۶.
حاجی خلیفه، کشف الظنون، دارالفکر، بیروت، ۱۴۱۹ ق (۱۹۹۹ م).
خوارزمی، ابو عبدالله محمد بن احمد، مفاتیح العلوم، ترجمه حسین خدیوچم، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران، چاپ سوم، ۱۳۸۳ ش.
درایتی، مصطفی، فهرستواره دستنوشته‌های ایران (دنا)، کتابخانه و موزه مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی، تهران، ۱۳۸۹ ش.
سید منجم حسینی، احسن وسیله، نسخه خطی شماره ۸۵۰/۱، کتابخانه و موزه مجلس شورای اسلامی.
سید منجم حسینی، تشریح الآلات فی شأن الامتحانات، نسخه خطی شماره ۶۳۷۴، کتابخانه و موزه مجلس شورای اسلامی.
سید منجم حسینی، جیب ترتیب دایره، نسخه خطی شماره ۲۹۲۵/۳، کتابخانه و موزه مجلس شورای اسلامی.
سید منجم حسینی، لطایف الکرام (الکلام) فی احکام الاعوام، نسخه خطی شماره ۶۴۶۲/۱، کتابخانه و موزه مجلس شورای اسلامی.
منزوی، احمد، فهرستواره کتابهای فارسی، جلد چهارم، انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، تهران، ۱۳۷۸.

Kennedy, E.S. & M.H. Kennedy, *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*, Frankfurt, 1987.

Storey, C. A., *Persian Literature*, vol. II, part 1, London, 1972.

