



دوفصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی  
سال هشتم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۸  
شماره پیاپی: ۱۵

صاحب امتیاز: مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب  
مدیر مسئول: اکبر ایرانی  
سر دبیر: محمد باقری  
مدیر داخلی: زینب کریمیان  
ویراستار: پویان رضوانی  
اجرای جلد: محمود خانی

مدیر فنی و امور چاپ: حسین شاملو فرد

همکاران علمی

حسن امینی \* حمید بهلول \* پویان رضوانی \* حنیف قلندری \* یونس کرامتی \* امیرمحمد گمینی  
شمامه محملی فر \* یونس مهدوی \* سجاد نیک فهم خوب روان

مشاوران علمی

پرویز اذکائی \* یوسف ثبوتی \* توفیق حیدرزاده  
محمدابراهیم ذاکر \* حسن طارمی \* حمیدرضا گیاهی یزدی  
مهلتی محقق \* حسین معصومی همدانی \* محمدجواد ناطق \* سیدحسین نصر  
علی بابایف (جمهوری آذربایجان) \* جان لنارت برگرن (کانادا) \* گلن وان پروملن (کانادا) \* احمد جبار (فرانسه)  
سرگی دمیدوف (روسیه) \* رشدی راشد (فرانسه) \* جمیل رجب (کانادا) \* سری رامولا سارما (آلمان) \* ژاک سزبانو (سوئیس)  
جورج صلیبیا (امریکا) \* حکیم سید ظل الرحمان (هند) \* رادا چاران گوپتا (هند) \* ریچارد لورج (انگلستان)  
مصطفی موالدی (سوریه) \* یان پیتر هوخندایک (هلند) \* میچیو یانو (ژاپن)

تصویر پشت جلد: روی جلد چاپ عکسی دستورالمنجمین، مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب، تهران، ۱۳۹۸.

نشانی مجله: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، بین خیابان دانشگاه و ابوریحان، ساختمان فروردین، شماره ۱۱۸۲، طبقه چهارم، شماره ۱۶  
کد پستی: ۹۳۵۱۹-۱۳۱۵۶ تلفن: ۶۶۴۹۰۶۱۲ دورنگار: ۶۶۴۰۶۲۵۸

www.mirasmaktoob.ir  
miraselmi@mirasmaktoob.ir / miraselmi90@gmail.com

بها: ۲۰۰۰۰۰ تومان



## رسالهٔ مساکن تئودوسیوس<sup>۱</sup>

ترجمهٔ مهدیه نیکخواه<sup>۲</sup>

### پیش‌گفتار مصححان

کتاب مساکن تئودوسیوس<sup>۳</sup>، با روشی هندسی، در مورد پدیده‌های نجومی در عرض‌های جغرافیایی مختلف، عمدتاً در عرض‌های جغرافیایی حدی، مثل  $90^\circ$  (قضیه‌های ۱ و ۱۰)، نزدیک به  $90^\circ$  (قضیه ۱۱)،  $0^\circ$  (قضیه‌های ۲، ۵ و ۶) و  $66^\circ$  یعنی متمم زاویهٔ میل دایرهٔ البروج (قضیه‌های ۴ و ۱۲) بحث می‌کند. نویسنده، تئودوسیوس اهل بیتینیا<sup>۴</sup>، حدود سال ۱۰۰ پیش از میلاد زندگی می‌کرد. متن حاضر معمولاً متعلق به مجموعه‌ای که «نجوم صغیر»<sup>۵</sup> نامیده می‌شود در نظر گرفته می‌شود، که از «مجموعهٔ بزرگ» کلاودیوس بطلمیوس یعنی مجسطی<sup>۶</sup> متمایز شود. بعدها، اخترشناسان دورهٔ اسلامی مجموعهٔ مشابهی از متون فراهم کردند که متوسطات<sup>۷</sup>، نامیده می‌شد، و مساکن یکی از آن‌ها بود. البته اُکر<sup>۸</sup> و ایام و لیالی<sup>۹</sup> تئودوسیوس، کرهٔ متحرکه<sup>۱</sup> و طلوع و غروب<sup>۱۱</sup>

۱. ترجمهٔ فارسی رسالهٔ مساکن تئودوسیوس براساس تصحیح ترجمهٔ عربی آن فراهم آمده است که پل کونیچ و ریچارد لورج به همراه ترجمه‌های لاتینی و انگلیسی آن در سال ۲۰۱۱ در مونیخ (فرهنگستان علوم ایالت بایر) منتشر کرده‌اند:

Paul Kunitzsch & Richard Lorch, *Theodosius, De habitationibus*, Arabic and Medieval Latin Translation, Bayerische Akademie der Wissenschaften, Munich, 2011.

۲. پژوهشگر آزاد، andishmand@ymail.com

3. Theodosius

۴. Bithynia، شهر باستانی آسیای صغیر در ساحل دریای سیاه و مرمره.

۵. *The Little Astronomy* که در مقابل *The Great Astronomy* یعنی همان مجسطی بطلمیوس قرار داشت. این مجموعه شامل اگر تئودوسیوس، مساکن تئودوسیوس، ایام و لیالی تئودوسیوس، کرهٔ متحرکهٔ آوتولوکوس، طلوع و غروب آوتولوکوس، مناظر اقلیدس، مناظر آراتوس و فی الأشکال الکریهٔ منلائوس است.

6. *Almagest*

۷. متوسطات مشتمل بر آثاری بود که باید پس از اصول اقلیدس و پیش از مجسطی بطلمیوس خوانده می‌شد و شامل ترجمهٔ عربی چند کتاب از ریاضیات و نجوم یونان باستان و چند رساله از تألیفات دورهٔ اسلامی بود.

8. *Sphaerica*

9. *De diebus et noctibus*

10. *De sphaera quae movetur*

11. *On Risings and Settings*

آوتولوکوس<sup>۱</sup> و ظاهرات [الفلك]<sup>۲</sup> اقلیدس در هر دو گروه قرار دارند. همه این آثار شکلی اولیه از نجوم کروی عرضه می‌کنند.

برخی متون عربی از اوایل دوره اسلامی نیز درباره ابزارهای مربوط به عرض‌های جغرافیایی خاص است. سه مثال در اینجا ذکر می‌شود: رساله قسطا بن لوقا درباره کره [سماوی]، و دو رساله حبش حاسب درباره اسطرلاب کروی و درباره کره. در هر سه، خواننده به ساخت ابزار که برای نمایش پدیده‌ها شرح داده شده دعوت می‌شود، تا بتواند پدیده‌ها را در اندازه کوچک برای خود مشاهده کند. در رساله قسطا درباره کره فصل‌های ۴۵ تا ۴۹ بیشتر شباهت را به مساکن دارند. در اثر حبش درباره کره، عرض‌های خاص در فصل‌های ۹ و ۱۰ به‌طور خلاصه بررسی شده‌اند. رساله حبش درباره اسطرلاب کروی بیشتر به «پدیده‌های عجیب» در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌پردازد.<sup>۳</sup>

ترجمه لاتینی مساکن که گِراردوی کرمونایی<sup>۴</sup> (ح ۱۱۱۴-۱۱۸۷م) براساس ترجمه عربی آن فراهم کرد در سال ۱۵۵۸ میلادی در مسینا (ایتالیا) و سپس در سال ۱۶۴۴ میلادی در پاریس چاپ شد. متن اصلی یونانی آن در سال ۱۹۲۷ در هایدلبرگ (آلمان) منتشر شد.

### متن عربی

سه اثر تئودوسیوس که امروز شناخته شده‌اند - اُکر، مساکن و ایام و لیالی - در هر دو کتاب الفهرست ابن ندیم و تاریخ الحکمای ابن قفطی ذکر شده‌اند<sup>۵</sup>، اما در هیچ‌یک از این دو کتاب نام مترجم نیامده است. در دو نسخه از سه نسخه خطی عربی مساکن (در آغاز نسخه ۳۴۶۴ سلطان احمد سوم و در آغاز و پایان نسخه پل کراوس (نیویورک)) ترجمه به قسطا بن لوقا (د حدود ۳۰۰ق) نسبت داده شده است؛ و نصیرالدین طوسی در مقدمه تحریر خود از مساکن از این روایت پیروی کرد. در نسخه کتابخانه نبی خان (لاهور) نام مترجم ذکر نشده، اما متن در انجامه به‌عنوان «اصلاح» ثابت بن قره حرّانی (د ۲۸۹ق) توصیف شده است.

1. Autolycus

2. *Phaenomena*

۳. برای مثال نسخه خطی تهران، اصغر مهدوی ۵۰۳، برگ‌های ۹۷-۹۵. سایر نسخه‌ها عبارتند از: استانبول، ایاصوفیه ۱۶۵۴، برگ‌های ۱۰۵-۱۰۰پ، و استانبول، سلطان احمد سوم ۳۴۷۵، برگ‌های ۸۹-۷۹ر.

4. Gerard of Cremona

۵. محمد بن اسحاق ابن ندیم، الفهرست، ترجمه محمدرضا تجدد، انتشارات اساطیر، تهران، ۱۳۸۱، ص ۴۸۴، زیر نام تئودورس؛ ابن قفطی، تاریخ الحکماء، تصحیح بهین دارانی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱، ص ۱۵۱، زیر نام تئودوسیوس.

۶. تحریر اصطلاحی برای متون بازنویسی شده از کتاب‌های ریاضی و نجومی در دوره اسلامی است. از جمله کارهایی که در تحریر صورت می‌گرفت، اصلاح، تکمیل و تغییر بیان برای آسان‌تر شدن فهم مطالب بود.

## نسخ خطی عربی

A: استانبول، سرای، سلطان احمد سوم، شماره ۳۴۶۴، ۱۲۳-پ-۱۱۷، سده ۷ هجری. در این نسخه خطی مساکن و بخشی از ایام و لیالی احتمالاً به یک خط یکسان، متفاوت از دست خط اُکر نوشته شده‌اند؛ انجامه ایام و لیالی با همان دست خط اُکر نوشته شده، که به تاریخ ۶۳۰ ق است. در پایان سه تا از هفت متن این مجموعه خطی تاریخ ۶۲۵ ق آمده است.<sup>۱</sup>

دو تاریخ ۶۱۵ ق در انجامه تفسیر نسوی درباره شکل قطاع (۲۲۲-پ-۱۹۹) و ۶۸۹ ق در رساله از مؤلفی ناشناخته درباره جبر (۲۶۷-ر-۲۶۴) نیز در نسخه هست.

N: لاهور، کتابخانه شخصی م. نبی خان، صفحات ۲۹۷-۲۸۲. دست خط همانند دست خط اُکر در همان کتاب خطی است، که در انجامه "وقتی شش شب از جمادی الاول سال ۵۵۴ هجری باقی مانده"، تاریخ گذاری شده است.

K: کتابخانه شخصی (قبلاً در مالکیت ه. پ. کراوس<sup>۲</sup>، نیویورک)، ۱۰۸-ر-۱۰۲. دست خط بعدی شماره برگ‌ها را، ۱ تا ۱۵۷، و در برگ ۱ زیر عنوان متوسطات، فهرستی از مندرجات شامل نام نویسندگان و عناوین ده رساله موجود در نسخه خطی را افزوده است. در نیمه پایینی صفحه همان دست خط نسخ شرقی افزوده است "این نسخه به دست خط شیخ ابوعلی مشهور، نویسنده کتاب المبادی و الغایات است". گرچه ابوعلی مراکشی در اصل اهل مراکش بود، اما گفته‌اند که آن کتاب را حوالی سال ۶۸۰ ق در قاهره نگاشته است.

تصحیح متن عربی از سه نسخه خطی (A، N و K) با رجوع به تصحیح متن یونانی فراهم آمده است.

[منابع توضیحات پانویس‌های افزوده در پیش‌گفتار کونیچ و لورچ: امیری مقدم، معصومه، «معرفی آثار تئودوسیوس»، میراث علمی، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۱، ص ۹۷-۱۰۴؛ مهدوی، یونس، «تحریر اُکر منلائوس، رساله‌ای در مثلثات و هندسه کره»، میراث علمی، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۱، ص ۱۰۵-۱۱۱].

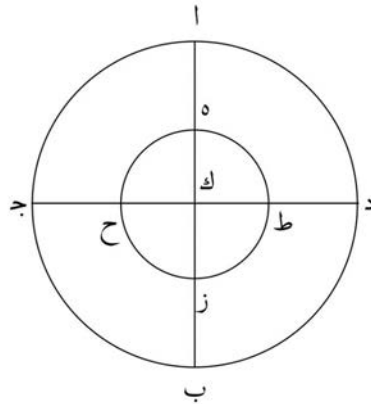
۱. اقلیدس، ظاهرات، ۱۱۵-پ-۱۰۴؛ آوتولوکوس، طلوع و غروب ۱۷۰-ر-۱۵۴، و رساله ثابت بن قره درباره نسبت‌های مرکب [احتمالاً رساله‌ای المتعلمین فی النسبة المولفة]، ۱۸۸-ر-۱۷۱.پ.

2. H. P. Kraus

## بسم الله الرحمن الرحيم

## کتاب تئودوسیوس در باب مساکن به نقل از قسطا بن لوقا

۱- کسانی که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است، نیمی از کره آسمان که برایشان پیداست، همیشه برایشان پیداست و نیمی از کره آسمان که از آن‌ها پنهان است، همیشه از آن‌ها پنهان است؛ و هیچ یک از ستاره‌ها برایشان طلوع و غروب نمی‌کنند. اما ستاره‌هایی که در نیم کره قابل رؤیت آن‌ها هستند، همیشه برایشان قابل رؤیت و ستاره‌هایی که در نیم کره پنهانشان قرار دارند، همیشه برایشان پنهانند.



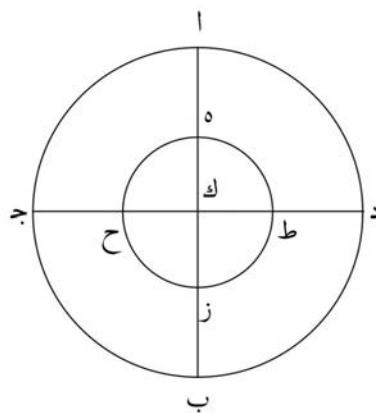
مثال: برای کسانی که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است نصف‌النهاری را فرض می‌کنیم در کره آسمان که دایره  $\overline{ا ب ج د}$  و در کره زمین که دایره  $\overline{ه ز ح ط}$  است. محور کره خط  $\overline{ا ب}$  و دو قطب کره نقطه‌های  $\overline{ا}$  و  $\overline{ب}$  است. مکانی را در نقطه  $\overline{ه}$  فرض می‌کنیم. سمت الرأس مکان  $\overline{ه}$  نقطه  $\overline{ا}$  است.

می‌گوییم: کسانی که مسکنشان در نقطه  $\overline{ه}$  است نیمی از کره آسمان که برایشان پیداست همیشه برایشان پیداست و نیمی از کره آسمان که از آن‌ها پنهان است همیشه از آن‌ها پنهان است و هیچ یک از ستاره‌ها برایشان طلوع و غروب نمی‌کنند. اما ستاره‌هایی که در نیم کره پیدا برای آن‌ها قرار دارند همیشه برایشان پدید آیند و ستاره‌هایی که در نیم کره سماوی پنهان از آن‌ها قرار دارند، همیشه از آن‌ها پنهانند.

برهان: فرض می‌کنیم مرکز زمین نقطه  $\overline{ک}$  است. پیداست که نقطه  $\overline{ک}$  مرکز کره آسمان نیز هست و از نقطه  $\overline{ک}$  خط  $\overline{ج د}$  را عمود بر خط  $\overline{ا ب}$  رسم می‌کنیم. دایره رسم شده به قطر  $\overline{ج د}$  که بر خط  $\overline{ا ب}$  عمود باشد، افق مکان  $\overline{ه}$  است و دایره رسم شده به قطر  $\overline{ج د}$  که بر خط

ا ب عمود باشد استوای سماوی (فلک معدل النهار) است. پس استوای سماوی، افق مکان ه است. چون مدار همه ستارگان موازی با استوای سماوی است، معلوم می‌شود که هیچ یک از ستاره‌ها با افقی که برای مکان ه فرض شده است برخورد نمی‌کنند و از آن طلوع و بر آن غروب نمی‌کنند. اما ستاره‌هایی که در نیم کره ج ا د هستند همیشه برایشان پدید آیند و آن‌ها که در نیم کره ج د ب قرار دارند، همیشه از آن‌ها پنهانند. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۲- کسانی که مسکنشان زیر استوای سماوی است همه ستاره‌ها برایشان طلوع و غروب می‌کنند و زمان حرکت آن‌ها بالای افقشان با زمان حرکتشان زیر آن برابر است.



مثال: برای کسانی که مسکنشان زیر استوای سماوی است خط نصف‌النهار را فرض می‌کنیم: در کره آسمان دایره ا ب ج د و در کره زمین دایره ه ز ح ط و قطر استوای سماوی را خط ا ب فرض می‌کنیم. مکانی را بر نقطه ه در نظر می‌گیریم. پس سمت الرأس مکان ه نقطه آ است.

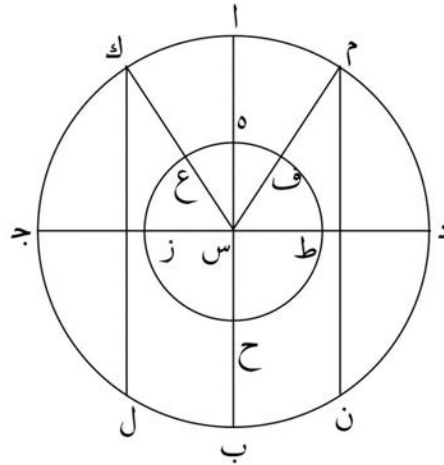
می‌گوییم: کسانی که مسکنشان در نقطه ه است، همه ستاره‌ها برایشان طلوع و غروب می‌کنند و زمان حرکت آن‌ها بالای افقشان با زمان حرکتشان زیر آن برابر است.

برهان: مرکز زمین را نقطه ک فرض می‌کنیم. نقطه ک مرکز کره آسمان هم هست. از نقطه ک خطی عمود بر خط ا ب رسم می‌کنیم که خط ج د است. بدیهی است که خط ج د محور کره است و دایره رسم شده بر قطر ج د که بر خط ا ب عمود است، افق مسکن ه است و دایره رسم شده بر قطر ج د بر دایره ا ب ج د عمود است و از دو قطب کره می‌گذرد. پس افق مسکن ه از دو قطب کره می‌گذرد. چون ستاره‌ها بر مدارهای متوازی و موازی با استوای سماوی حرکت می‌کنند و دایره‌ای که از دو قطب کره می‌گذرد دایره‌ای

متوازی را قطع و به دو نصف تقسیم می‌کند و افق مکان ه از دو قطب کره می‌گذرد، پس افق مکان ه مدارهای متوازی را که ستاره‌ها روی آن‌ها حرکت می‌کنند قطع و به دو نصف تقسیم می‌کند. پس زمان حرکت ستاره‌ها بالای افق مکان ه برابر است با زمان حرکتشان زیر آن؛ پس هریک از آن‌ها در مکان ه، نیم‌دایره‌ای را بالای زمین و نیم‌دایره‌ای را در زیر زمین می‌پیماید. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۳- هر مکانی که زیر منطقه میانی یعنی منطقه البروج قرار دارد، منطقه البروج در همه روزها در یک زمان بالای آن قرار می‌گیرد.

مثال: برای کسانی که مسکنشان زیر منطقه میانی است خط نصف‌النهار را فرض می‌کنیم: در کره آسمان دایره ا ب ج د و در کره زمین دایره ه ز ح. قطره‌های دو دایره انقلابین (رأس السرطان و رأس الجدی) را خطهای ک ل و م ن فرض می‌کنیم. نقطه س مرکز زمین است. خطهای ک س و م س را رسم می‌کنیم. پس منطقه میانی در کره آسمان کمان ک م است که بین دو نقطه انقلابین قرار دارد و در کره زمین کمان ع ه ف است که مشابه آن است.

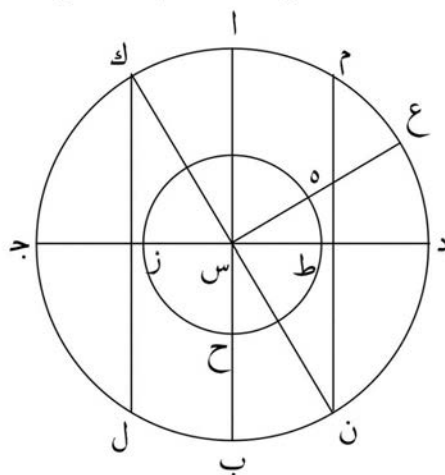


می‌گوییم: هر مکانی که زیر منطقه میانی قرار دارد، دایره البروج در همه روزها در یک زمان بالای آن واقع می‌شود.

برهان: مکانی را بر نقطه ه فرض می‌کنیم و دو نقطه ه و س را با خط ه س به هم وصل می‌کنیم و آن را تا آ ادامه می‌دهیم. پس نقطه آ سمت الرأس مکان ه است. از نقطه س خطی عمود بر خط ا ب خارج می‌کنیم و آن خط ج د است. دایره رسم شده بر قطر ج د که بر خط ا ب عمود است، افق مکان ه است. چون دایره البروج بر کل کمانی که بین انقلابین است می‌گذرد، پس در حرکتش ناچار است که در زمانی [معین] به نقطه آ برسد و هنگامی که به نقطه آ می‌رسد به نقطه ب هم که نظیر آن است می‌رسد. پس خط ا ب قطر دایره البروج است

و خط  $\overline{اب}$  بر افق مکان  $\overline{ه}$  عمود است. پس هنگامی که دایرة البروج به دو نقطه  $\overline{آ}$  و  $\overline{ب}$  می‌رسد بر افق مکان  $\overline{ه}$  عمود است. بنابراین دایرة البروج در همهٔ روزها، در یک زمان بالای هر مکان زیر منطقهٔ میانی واقع می‌شود. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۴- کسانی که فاصلهٔ نقطهٔ سمت‌الرأسشان از قطب [سماوی] پیدا، مانند فاصلهٔ یکی از انقلابین از استوای سماوی است، شش برج برایشان هم‌زمان طلوع و غروب می‌کنند.



مثال: فرض می‌کنیم خط نصف‌النهار در کرهٔ آسمان دایرة  $\overline{اب}$  ج د و در کرهٔ زمین دایرة  $\overline{ه زح}$  و محور کره خط  $\overline{ج د}$  باشد. قطب پیدا بر نقطهٔ  $\overline{د}$  و قطر استوای سماوی خط  $\overline{اب}$  است و قطرهای دو دایرة انقلابین خطهای  $\overline{ک ل}$  و  $\overline{م ن}$  هستند. کمان  $\overline{ا}$  را با کمان  $\overline{د ع}$  برابر می‌گیریم. خط  $\overline{س ع}$  را رسم می‌کنیم و مکانی را بر نقطهٔ  $\overline{ه}$  در نظر می‌گیریم. سمت‌الرأس مکان  $\overline{ه}$  نقطهٔ  $\overline{ع}$  است و فاصلهٔ نقطهٔ  $\overline{ع}$  از قطب  $\overline{د}$  با فاصلهٔ یکی از انقلابین از استوای سماوی برابر است.

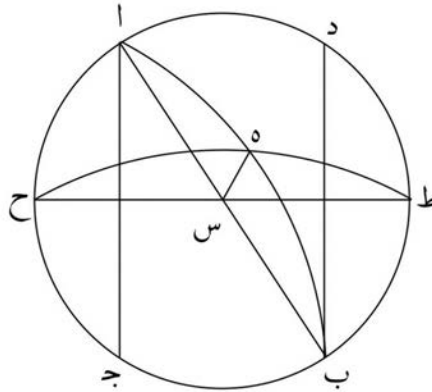
می‌گوییم: برای مکان  $\overline{ه}$ ، شش برج هم‌زمان طلوع و غروب می‌کنند.

برهان: دو نقطهٔ  $\overline{ک}$  و  $\overline{س}$  و دو نقطهٔ  $\overline{س}$  و  $\overline{ن}$  را به هم وصل می‌کنیم. چون خط  $\overline{اب}$  قطر است و دو کمان  $\overline{ا ک}$  و  $\overline{ن ب}$  برابرند، پیدا است که خط  $\overline{ک س}$  مستقیم است. همچنین چون کمان  $\overline{ک ا}$  با کمان  $\overline{د ع}$  برابر است، وقتی کمان  $\overline{ا ع}$  را مشترک بگیریم، کل کمان  $\overline{ک ع}$  با کل کمان  $\overline{ا د}$  برابر می‌شود. از این رو زاویهٔ  $\overline{ک س ع}$  با زاویهٔ  $\overline{ا س د}$  برابر و زاویهٔ  $\overline{ا س د}$  قائمه است. پس زاویهٔ  $\overline{ک س ع}$  قائمه است؛ در نتیجه خط  $\overline{ک ن}$  بر خط  $\overline{س ع}$  عمود است. پس دایرة رسم شده بر قطر  $\overline{ک ن}$  که بر خط  $\overline{س ع}$  عمود است، افق مکان  $\overline{ه}$  است. چون افق مکان  $\overline{ه}$  و دایرة انقلاب [رأس‌السرطان] که قطرش خط  $\overline{م ن}$  است، کمانی از دایرة  $\overline{اب}$  ج را در یک



نقطه قطع می‌کنند و آن، نقطه ن است و قطب‌هایشان که دو نقطه د و ع هستند بر روی آن قرار دارند، پس آن‌ها با یکدیگر مماسند. بنابراین دایره افق مکان ه بر دو دایره انقلابین مماس است. در نتیجه دایره البروج بر دایره‌هایی که افق مسکن ه بر آن‌ها مماس است، مماس می‌شود. پس هنگامی که کره دوران می‌کند دایره البروج بر افق مسکن ه منطبق می‌شود و هنگامی که دایره البروج بر هر افقی منطبق شود سپس کره بچرخد، دو نیمه‌اش با یکدیگر مبادله (جا به جا) می‌شوند. پس شش برج با هم طلوع و شش برج با هم غروب می‌کنند. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۵- کسانی که مسکنشان زیر استوای سماوی است، خط نصف‌النهار نیمی از منطقه البروج را که بالای افقشان قرار دارد قطع و به دو نیمه مساوی تقسیم می‌کند. وقتی دو نقطه تماس دایره البروج با دو دایره انقلابین در افق باشند، دایره البروج بر افق عمود می‌شود.



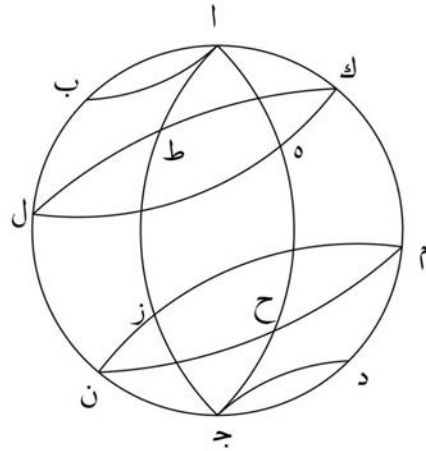
مثال: برای کسانی که مسکنشان زیر استوای سماوی است، افقی را فرض می‌کنیم و آن دایره ا ب ج د است. پس دایره ا ب ج د از قطب‌های کره می‌گذرد و قطر دو دایره انقلابین را خطهای ا ج و ب د در نظر می‌گیریم. دایره البروج را دایره ا ه ب فرض می‌کنیم. دو نقطه تماس دایره البروج با دایره‌های انقلابین روی افق باید نقطه‌های ا و ب، قطر دایره البروج خط ا ب و دایره نصف‌النهار، کمان ح ه ط باشد.

می‌گوییم: کمان ا ه با کمان ه ب برابر و دایره ا ه ب بر افق عمود است.

برهان: خط راستی از ح به ط و از س به ه رسم می‌کنیم. پیداست که خط ح ط محور و نقطه س مرکز است. چون دایره ا ج ب د که افق است از دو قطب کره می‌گذرد و روی کره دو دایره مماس بر هم قرار دارند که دایره البروج و دایره انقلاب [رأس السرطان] هستند و نقطه تماسشان روی افق است و دایره عظیمه ح ا د بر قطب یکی از آن دو، که نقطه ح است، و بر نقطه تماسشان، که نقطه ا است، رسم شده است، پس دایره ح ا د بر دو قطب دایره دیگر که

دایره  $\overline{ا ه ب}$  است می‌گذرد و بر آن عمود می‌شود. از این رو دایره  $\overline{ا ه ب}$  بر دایره  $\overline{ح ا ط}$  و دایره  $\overline{ح ه ط}$  بر دایره  $\overline{ح ا ط}$  عمود می‌شود. بنابراین فصل مشترک دایره‌های  $\overline{ح ه ط}$  و  $\overline{ا ه ب}$  بر دایره  $\overline{ح ا ط}$  عمود است و این فصل مشترک خط  $\overline{ه س}$  است. پس خط  $\overline{ه س}$  بر دایره  $\overline{ح ا ط}$  و نیز بر  $\overline{ا ب}$  و  $\overline{ح ط}$  عمود است. نقطه  $\overline{س}$  مرکز دایره  $\overline{ا ه ب}$  است. بنابراین کمان  $\overline{ا ه}$  با کمان  $\overline{ه ب}$  برابر است. از این رو دایره نصف‌النهار نیمی از دایره البروج را که بالای افق است قطع و دو نیم می‌کند، وقتی که دو نقطه تماس دایره البروج با دو دایره انقلابین روی افق واقع باشند. در این هنگام دایره البروج بر افق عمود می‌شود. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۶- کسانی که مسکنشان زیر استوای سماوی است، همه نیمه‌های دایره البروج برایشان در زمان‌های مساوی طلوع می‌کنند. همچنین کمان‌های مقابل از دایره البروج برایشان در زمان‌های مساوی طلوع می‌کنند.



مثال: برای کسانی که مسکنشان زیر استوای سماوی است افقی را فرض می‌کنیم که دایره  $\overline{ا ب ج د}$  است و دایره البروج را دایره  $\overline{ا ه ح [ج] ز ط}$  می‌گیریم. آنچه از آن زیر زمین است، کمان  $\overline{ا ه ج}$  است. از دایره البروج دو کمان مقابل هم را در نظر می‌گیریم که کمان‌های  $\overline{ا ه}$  و  $\overline{ج ز}$  هستند. دایره‌های متوازی که نقطه‌های  $\overline{ه}$ ،  $\overline{ز}$ ،  $\overline{ا}$  و  $\overline{ج}$  روی آن‌ها حرکت می‌کنند دایره‌های  $\overline{ک ه ل ط}$ ،  $\overline{م ح ن ز}$ ،  $\overline{ا ب}$  و  $\overline{ج د}$  هستند.

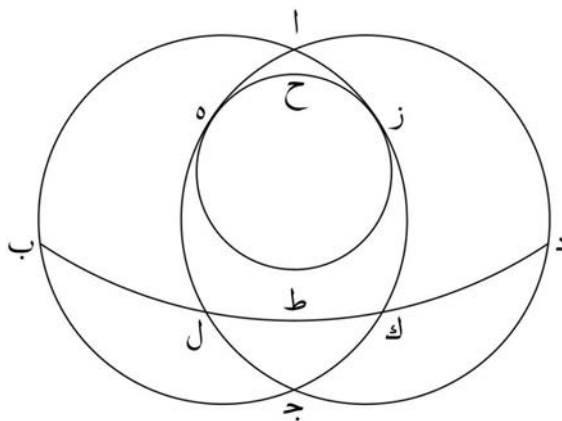
می‌گوییم: دو نیمه دایره البروج که  $\overline{ا ه ح ج}$  و  $\overline{ج ز ط ا}$  هستند در زمان‌های مساوی طلوع می‌کنند و کمان‌های  $\overline{ا ه}$  و  $\overline{ج ز}$  نیز در زمان‌های مساوی طلوع می‌کنند.

برهان: چون دایره  $\overline{ا ب ج د}$  که افق فرض شد دایره‌های  $\overline{ب ا}$ ،  $\overline{ک ط ل ه}$ ،  $\overline{م ز ن ح}$  و  $\overline{د ج}$  را قطع و آن‌ها را نصف می‌کند، هریک از دو کمان  $\overline{ح ج ز ط}$  و  $\overline{ط ا ه ح}$  نیم‌دایره‌اند. چون هریک از کمان‌های  $\overline{ا ب}$  و  $\overline{ک ل}$  نیم‌دایره‌اند، در زمانی که نقطه  $\overline{ا}$  کمان  $\overline{ا ب}$  را

می‌پیماید، نقطه ه نیز از نقطه ک شروع می‌کند و کمان ک ط ل را طی می‌کند. اما زمانی که در آن، نقطه آ از آ شروع می‌کند و کمان ا ب را طی می‌کند، نظیر آن که نقطه ج زیر زمین است از نقطه ج شروع می‌کند و کمان ج د را می‌پیماید و نیم‌دایره‌ای که ا ه ج است طلوع می‌کند. در زمانی که نقطه ه از ک شروع می‌کند و کمان ک ط ل را طی می‌کند نظیرش که نقطه ز است، از نقطه ن شروع می‌کند و کمان ن ح م را می‌پیماید و نیم‌دایره‌ای که کمان ه ج ز است طلوع می‌کند. پس نیم‌دایره‌ای که کمان ا ه ج است و نیم‌دایره‌ای که کمان ه ج ز است در زمان‌های مساوی طلوع می‌کنند. و مشابه آن، نیز نشان می‌دهیم که نیم‌دایره‌ای که کمان ه ج ز است در زمان‌های مساوی با زمان طلوع نیم‌دایره‌ای که کمان ح ج ط است طلوع می‌کند و نیم‌دایره‌ای که کمان ح ج ط است در زمان‌های مساوی با زمان طلوع نیم‌دایره‌ای که کمان ج ط آ است طلوع می‌کند. پس روشن شد که کسانی که مسکنشان زیر استوای سماوی است، همه نیمه‌های دایره البروج برایشان در زمان‌های مساوی طلوع می‌کنند. می‌گوییم: کمان‌هایی که روبه‌روی یکدیگرند نیز در زمان‌های مساوی طلوع می‌کنند.

برهان: نیم‌دایره‌ای که کمان ا ه ج است در زمان‌های مساوی با زمان طلوع نیم‌دایره‌ای که کمان ه ج ز است طلوع می‌کند. اگر از مجموعشان زمان طلوع کمان ه ج را که مشترک است کم کنیم، زمان طلوع کمان آ ه باقی می‌ماند که با زمان طلوع کمان ج ز برابر است. پس کمان‌های آ ه و ج ز در زمان‌های برابر طلوع می‌کنند. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۷- کسانی که افق‌هایشان فقط در میلشان به سوی شرق یا غرب اختلاف دارد، ستاره‌ها برایشان با هم طلوع و غروب نمی‌کنند. اما به همان مقدار که برای کسانی که مسکنشان به شرق نزدیک‌تر است زودتر طلوع می‌کنند، زودتر هم غروب می‌کنند.



مثال: دو افق را در نظر می‌گیریم که دایره‌های  $\overline{AB}$  و  $\overline{AD}$  هستند. بین دو افق  $\overline{AB}$  و  $\overline{AD}$  اختلافی وجود ندارد جز اینکه میل  $\overline{AD}$  به سمت مشرق بیشتر از میل  $\overline{AB}$  است.

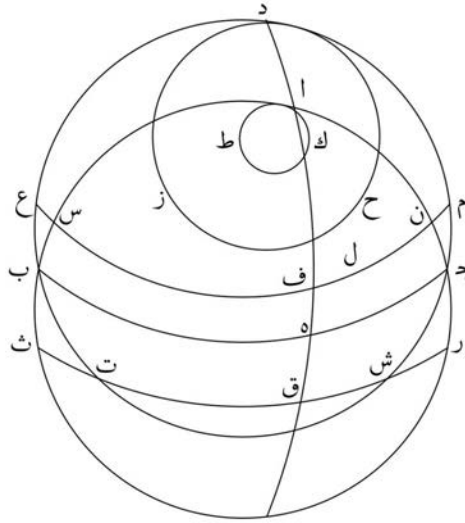
می‌گوییم: ستاره‌ها بر افق‌های  $\overline{AB}$  و  $\overline{AD}$  با هم طلوع و غروب نمی‌کنند اما به همان مقدار که طلوعشان در افق  $\overline{AD}$  زودتر رخ می‌دهد، غروبشان هم زودتر اتفاق می‌افتد. برهان: دایره همیشه پیدا را که دو افق بر آن مماسند دایره  $\overline{H}$  در نظر می‌گیریم. ستاره‌ای از ثوابت را در نقطه  $\overline{P}$  در نظر می‌گیریم و فرض می‌کنیم دایره موازی با استوای سماوی که ستاره  $\overline{P}$  روی آن حرکت می‌کند، دایره  $\overline{K}$  است. ناحیه شرقی  $\overline{D}$  و ناحیه غربی  $\overline{B}$  خوانده می‌شود. وقتی ستاره  $\overline{P}$  در نقطه  $\overline{D}$  است، بر افق  $\overline{AD}$  طلوع می‌کند و هنگامی که در نقطه  $\overline{K}$  است، در افق  $\overline{AB}$  طلوع می‌کند و وقتی در نقطه  $\overline{L}$  باشد، ستاره  $\overline{P}$  در افق  $\overline{AD}$  غروب می‌کند و هنگامی که در نقطه  $\overline{B}$  باشد، در افق  $\overline{AB}$  غروب می‌کند. بنابراین ستاره  $\overline{P}$  برای کسانی که به مشرق نزدیک‌ترند نسبت به کسانی که از آن دورترند، زودتر طلوع می‌کند و برای آن‌ها زودتر هم غروب می‌کند.

می‌گوییم: به همان مقدار که طلوعش بر افق  $\overline{AD}$  زودتر رخ می‌دهد، غروبش هم زودتر اتفاق می‌افتد.

برهان: چون کمان  $\overline{H}$  ز مشابه هر کدام از کمان‌های  $\overline{DK}$  و  $\overline{LB}$  است، کمان  $\overline{DK}$  مشابه کمان  $\overline{LB}$  است و آن دو در یک دایره‌اند. پس کمان  $\overline{DK}$  با کمان  $\overline{LB}$  برابر است. در نتیجه در مدت زمانی که نقطه  $\overline{P}$  کمان  $\overline{DK}$  را می‌پیماید، در همان مدت نقطه  $\overline{P}$  کمان  $\overline{LB}$  را می‌پیماید. اما مدت زمانی که ستاره  $\overline{P}$  کمان  $\overline{DK}$  را می‌پیماید، همان مدت زمانی است که طلوعش بر افق  $\overline{AD}$  نسبت به افق  $\overline{AB}$  زودتر رخ می‌دهد و مدت زمانی که ستاره  $\overline{P}$  کمان  $\overline{LB}$  را می‌پیماید، همان مدت زمانی است که غروب ستاره  $\overline{P}$  در افق  $\overline{AD}$  نسبت به افق  $\overline{AB}$  زودتر رخ می‌دهد. پس به همان اندازه که طلوع [ستاره]  $\overline{P}$  برای کسانی که مسکنشان به مشرق نزدیک‌تر است زودتر رخ می‌دهد، به همان مقدار هم غروبش زودتر اتفاق می‌افتد. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۸- کسانی که مسکنشان زیر یکی از خط‌های نصف‌النهار است، همه ستاره‌هایی که بین دایره همیشه‌پیدا و استوای سماوی قرار دارند، برای ساکنان مناطق شمالی نسبت به ساکنان مناطق جنوبی مدت زمان بیشتری بالای افق می‌مانند؛ و به همان اندازه که طلوعشان برای ساکنان مناطق شمالی زودتر اتفاق می‌افتد، غروبشان دیرتر رخ می‌دهد. و آنچه از آن [ستاره]‌ها که بین دایره همیشه‌پنهان و استوای سماوی قرار دارند، برای ساکنان مناطق جنوبی نسبت به ساکنان مناطق شمالی مدت زمان بیشتری بالای افق می‌مانند و هر قدر که

طلوعشان برای آن‌ها زودتر اتفاق می‌افتد، غروبشان به همان مقدار دیرتر رخ می‌دهد. ستاره-هایی که روی استوای سماوی قرار دارند، برای آن‌ها با هم طلوع و غروب می‌کنند.



مثال: برای کسانی که مسکنشان زیر خط واحدی از خطهای نصف‌النهار [سماوی] است، دو افق فرض می‌کنیم که دایره‌های اب ج و د ب ج هستند و فرض می‌کنیم خط نصف‌النهار کمان اده باشد. بزرگ‌ترین دایره همیشه پیدا در دو افق را دو دایره د ز ح و ا ط ک و استوای سماوی را کمان ب ج در نظر می‌گیریم. بدیهی است که کمان ب ج از نقاط ب و ج می‌گذرد.

می‌گوییم: همه ستاره‌هایی که بین استوای سماوی که ب ج است و دایره همیشه پیدا که د ز ح است قرار دارند، برای کسانی که مسکنشان متمایل به شمال است نسبت به کسانی که مسکنشان متمایل به جنوب است، زمان بیشتری بالای افق می‌مانند؛ و به اندازه‌ای که طلوعشان برای کسانی که مسکنشان متمایل به شمال است زودتر رخ می‌دهد، غروبشان دیرتر اتفاق می‌افتد. آنچه از آن [ستاره]ها که بین استوای سماوی و بزرگ‌ترین دایره همیشه پنهان هستند برای کسانی که مسکنشان به جنوب متمایل است نسبت به کسانی که مسکنشان به شمال متمایل است، زمان بیشتری بالای افق می‌مانند و به همان اندازه که طلوعشان برای آن‌ها زودتر رخ می‌دهد، غروبشان دیرتر است ولی ستاره‌هایی که بر استوای سماوی واقعند، همگی برایشان با هم طلوع و غروب می‌کنند.

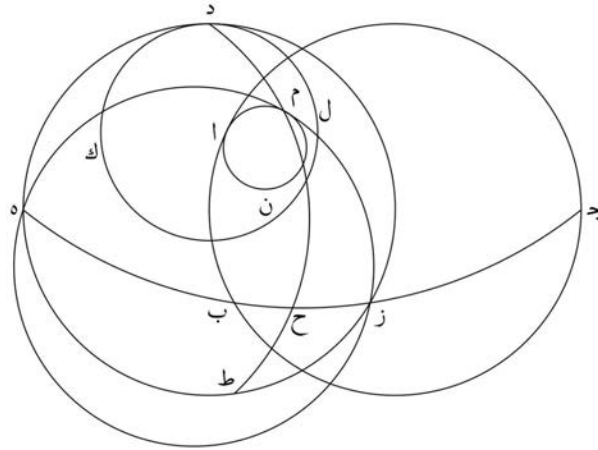
برهان: ستاره‌ای از ثوابت را بر نقطه ل فرض می‌کنیم که باید بین استوای سماوی و بزرگ‌ترین دایره همیشه پیدا یعنی د ز ح باشد و دایره موازی با استوای سماوی که ستاره ل روی آن حرکت می‌کند، دایره م ف س است. جهت شرق باید به دنبال م و جهت غرب باید به

دنبال  $\bar{س}$  باشد. بدیهی است که وقتی ستاره  $\bar{ل}$  روی [نقطه]  $\bar{م}$  است، بر افق  $\bar{د ب ج}$  طلوع می‌کند؛ و وقتی بر [نقطه]  $\bar{ن}$  است، بر افق  $\bar{ا ب ج}$  طلوع می‌کند؛ و وقتی روی [نقطه]  $\bar{س}$  باشد، در افق  $\bar{ا ب ج}$  غروب می‌کند و وقتی بر [نقطه]  $\bar{ع}$  باشد، در افق  $\bar{د ب ج}$  غروب می‌کند. پس وقتی ستاره  $\bar{ل}$  بین استوای سماوی و بزرگترین دایره همیشه‌پیداست، برای کسانی که مسکنشان به شمال نزدیک‌تر است نسبت به کسانی که مسکنشان به جنوب نزدیک‌تر است، زمان بیشتری بالای افق می‌ماند.

می‌گوییم: به اندازه‌ای که برای آن‌ها زودتر طلوع می‌کند، همان‌قدر دیرتر غروب می‌کند. برهان: چون کمان  $\bar{م ف}$  با کمان  $\bar{ف ع}$  برابرست و کمان  $\bar{ن ف}$  با کمان  $\bar{ف س}$  برابرست، و چون خط نصف‌النهار که  $\bar{د ا ف}$  است بین هر دو افق مشترک است، کمان باقی‌مانده  $\bar{م ن}$  با کمان باقی‌مانده  $\bar{س ع}$  برابر است. پس ستاره  $\bar{ل}$  کمان‌های  $\bar{م ن}$  و  $\bar{س ع}$  را در زمان‌های برابر می‌پیماید. اما کمان  $\bar{م ن}$  مقدار زمانی است که طلوع ستاره  $\bar{ل}$  بر افق  $\bar{د ب ج}$  زودتر اتفاق می‌افتد و کمان  $\bar{س ع}$  مقدار زمانی است که غروب ستاره  $\bar{ل}$  در آن دیرتر رخ می‌دهد. بنابراین به همان اندازه که طلوعش در افق  $\bar{د ب ج}$  زودتر رخ می‌دهد غروبش در آن دیرتر است. پس به اندازه‌ای که طلوع  $\bar{ل}$  برای کسانی که مسکنشان در شمال است زودتر رخ می‌دهد، غروبش برای آن‌ها همان‌قدر دیرتر است.

همچنین ستاره‌ای را در نقطه  $\bar{ق}$  فرض می‌کنیم که باید بین استوای سماوی و بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پنهان باشد. دایره موازی استوای سماوی را که ستاره  $\bar{ق}$  روی آن حرکت می‌کند دایره  $\bar{ر ش ت}$  می‌گیریم. پیداست که  $\bar{ر ش با ت}$  برابر است و ستاره  $\bar{ق}$  بالای افق کسانی که مسکنشان جنوبی‌تر است، روی کمان  $\bar{ر ق ت}$  و بالای افق کسانی که مسکنشان شمالی‌تر است، روی کمان  $\bar{ش ق ت}$  حرکت می‌کند. پس ستاره  $\bar{ق}$ ، برای کسانی که مسکنشان متمایل به جنوب است نسبت به کسانی که مسکنشان به شمال نزدیک‌تر است، زمان بیشتری بالای افق می‌ماند. پس واضح است که ستاره‌هایی که روی استوای سماوی قرار دارند، بر هر دو افق در نقطه  $\bar{ج د}$  طلوع و در نقطه  $\bar{ب}$  غروب می‌کنند. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۹- وقتی افق‌ها زیر یک خط از خطوط نصف‌النهار نباشند، همه ستاره‌هایی که بین دایره همیشه‌پیدا و استوای سماوی هستند، برای کسانی که مسکنشان به شمال نزدیک‌تر است نسبت به کسانی که مسکنشان به جنوب نزدیک‌تر است، زمان بیشتری بالای افق می‌مانند. ستاره‌هایی که بین دایره همیشه‌پنهان و استوای سماوی قرار دارند، برای کسانی که مسکنشان به جنوب نزدیک‌تر است، نسبت به کسانی که مسکنشان به شمال نزدیک‌تر است، زمان بیشتری بالای افق می‌مانند.

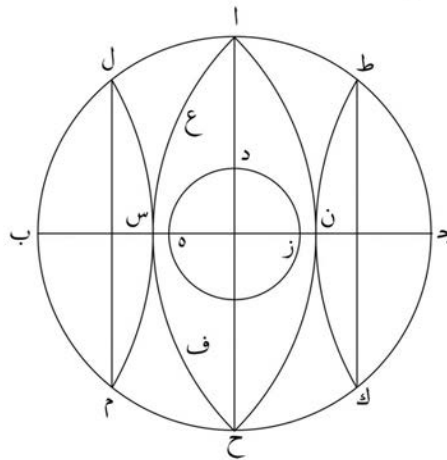


مثال: باز هم دو افق را فرض می‌کنیم که دایره‌های ا ب ج د و ه ز هستند و آن‌ها نباید زیر یک خط از خطوط نصف‌النهار باشند. خط نصف‌النهار را برای افق د ه ز دایره د ح ط و برای افق ا ب ج، دایره ا ب ج فرض می‌کنیم. دایره‌های همیشه‌پیدا را دو دایره د ک ل و ا م ن و استوای سماوی را دایره ه ز ج فرض می‌کنیم.

می‌گوییم: همه ستاره‌هایی که بین استوای سماوی که ه ز ج است و بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پیدا که د ک ل است قرار دارند، بالای افق د ه ز نسبت به افق ا ب ج زمان بیشتری می‌مانند. برهان: از نقطه م دایره عظیمه م ه ز را رسم می‌کنیم که باید بر دایره ا م ن مماس باشد. بدیهی است که از دو نقطه ه و ز می‌گذرد. دایره م ه ز را یک افق در نظر می‌گیریم. چون تفاوتی بین دو افق م ه ز و ا ب ج نیست جز اینکه افق ا ب ج به شرق متمایل است، ستاره‌ها بالای افق م ه ز و افق ا ب ج مدت زمان یکسانی می‌مانند.

همچنین چون دو افق د ه ز و م ه ز زیر یک خط از خط‌های نصف‌النهار یعنی د م ح هستند، همه ستاره‌هایی که بین استوای سماوی یعنی ه ز و بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پیدا یعنی د ک ل هستند، بالای افق د ه ز مدت زمان بیشتری نسبت به افق م ه ز می‌مانند. اما روشن شده است که زمان ماندن ستاره‌ها بالای افق م ه ز برابرست با زمان ماندنشان بالای افق ا ب ج. پس ستاره‌هایی که بین استوای سماوی یعنی ه ج ز و بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پیدا یعنی د ک ل هستند، بالای افق کسانی که مسکنشان متمایل به شمال است نسبت به کسانی که مسکنشان متمایل به جنوب است، زمان بیشتری می‌مانند. و آن [ستاره] ها که بین بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پنهان و استوای سماوی هستند، برای کسانی که مسکنشان به جنوب مایل‌تر است، نسبت به کسانی که مسکنشان به شمال مایل‌تر است، مدت بیشتری بالای افق می‌مانند. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۱۰- کسانی که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است، خورشید بیشتر از شش ماه بالای افقشان می ماند و نزدیک به شش ماه زیر افق (شان) می ماند و همچنین روزشان بیشتر از هفت ماه و شبشان تقریباً پنج ماه است.



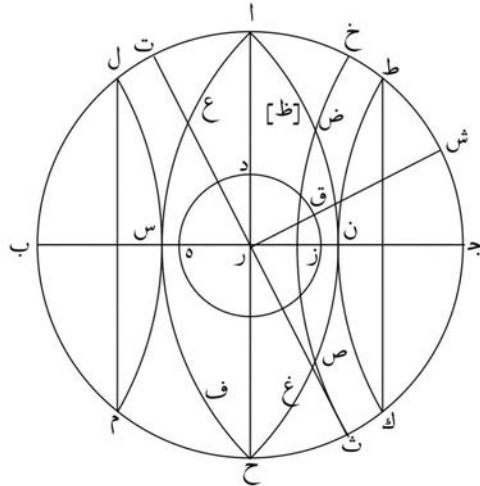
مثال: برای کسانی که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] باشد، خط نصف النهاری را فرض می کنیم که در کره آسمان دایره ا ب ج د و در کره زمین دایره د ه ز است. محور کره را خط ب ج و قطب شمال را نقطه ج فرض می کنیم. مکانی را در نقطه ز در نظر می گیریم. می گویم: کسانی که مسکنشان در نقطه ز است، خورشید بیشتر از شش ماه بالای افقشان و تقریباً شش ماه زیر افقشان می ماند و روزشان بیشتر از هفت ماه و شبشان تقریباً پنج ماه است. برهان: خط استوا [ی سماوی] را قطر ا ح فرض می کنیم. و دایره های انقلابین را روی قطرهای ط ک و ل م در نظر می گیریم و آن ها کمان های ط ن ک و ل س م هستند. دایره البروج را روی س ا ن ح فرض می کنیم. روشن است که استوا، افق مسکن ز است و اینکه نصف دایره البروج که کمان ا ن ح است، نیمی از کره آسمان است که همیشه پیداست و نصف منطقه البروج که کمان ا س ح است، نیمی از کره آسمان است که همیشه پنهان است. پس وقتی خورشید کمان ا ن ح را می پیماید بالای زمین و وقتی کمان ح س ا را طی می کند، زیر زمین است و خورشید کمان ا ن ح را در صد و هشتاد و هفت روز و کمان ح س ا را در صد و هفتاد و هشت و یک چهارم روز می پیماید. پس خورشید بیشتر از شش ماه بالای افق و حدود شش ماه زیر افق می ماند.

می گویم: روز آن جا بیشتر از هفت ماه و شبش تقریباً پنج ماه است. برهان: هر یک از کمان های ا ع و ح ف را نصف برج می گیریم و فرض می کنیم که خورشید روی ا ن ح حرکت می کند. پیداست که وقتی خورشید در [نقطه] ع باشد، آخرین



[زمان] رؤیت [پذیری] ستاره‌هاست؛ و هنگامی که در  $\overline{ف}$  باشد، اولین [زمان] رؤیتشان است. پس وقتی خورشید کمان  $\overline{ع ا ن ح ف}$  را می‌پیماید، نورش در مسکن  $\overline{ز}$  پیداست و وقتی کمان  $\overline{ف س ع}$  را می‌پیماید، در آنجا شب است. چون کمان‌های  $\overline{ع ا و ح ف}$  مجموعاً یک برج هستند، خورشید کمان‌های  $\overline{ع ا و ح ف}$  را با هم در یک ماه می‌پیماید و کمان  $\overline{ان ح}$  را در زمانی بیشتر از شش ماه طی می‌کند. از این رو کل کمان  $\overline{ع ا ن ح ف}$  را در زمانی بیشتر از هفت ماه و کمان باقی‌مانده را که  $\overline{ف س ع}$  است تقریباً در پنج ماه می‌پیماید. اما وقتی خورشید، دو کمان  $\overline{ع ا و ح ف}$  را می‌پیماید، در مسکن  $\overline{ز}$  روز است و هنگامی که کمان  $\overline{ف س ع}$  را طی می‌کند، در مسکن  $\overline{ز}$  شب است. پس ساکنان نقطه  $\overline{ز}$ ، روزشان بیشتر از هفت ماه و شبشان تقریباً پنج ماه است. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۱۱- کسانی که مسکنشان مایل به جنوب است، خورشید زمان کم‌تری نسبت به کسانی که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است، بالای افقشان می‌ماند و روزشان کوتاه‌تر از روز کسانی است که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است.



مثال: خط نصف‌النهاری را فرض می‌کنیم که در کره آسمان، دایره  $\overline{ا ب ج و}$  در کره زمین دایره  $\overline{د ه ز}$  است و محور کره را خط  $\overline{ب ج}$  و قطب شمال [سماوی] را نقطه  $\overline{ج}$  می‌گیریم. مسکنی را در نقطه  $\overline{ق}$  در نظر می‌گیریم و  $\overline{ر ق}$  را وصل می‌کنیم و آن را تا  $\overline{ش}$  امتداد می‌دهیم. پس نقطه  $\overline{ش}$  سمت الرأس مکان  $\overline{ق}$  است.

می‌گوییم: برای کسانی که مسکنشان در نقطه  $\overline{ق}$  است، نسبت به کسانی که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است، خورشید مدت زمان کم‌تری بالای افق می‌ماند. و روزشان کوتاه‌تر از روز کسانی است که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است.

برهان: دو دایره انقلابین را بر قطرهای  $\overline{ل م}$  و  $\overline{ک ط}$  فرض می‌کنیم و استوای سماوی را

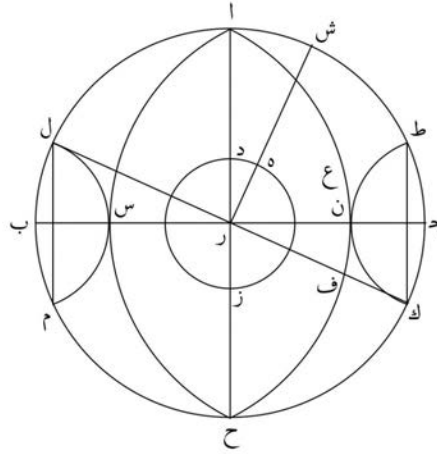
روی قطر  $\overline{AC}$  و دایره البروج را  $\overline{AN}$  ح س در نظر می‌گیریم. از نقطه  $\overline{R}$  خطی عمود بر خط  $\overline{RS}$  رسم می‌کنیم و آن خط  $\overline{RT}$  است. چون دایره رسم شده بر قطر  $\overline{RT}$  بر خط  $\overline{RS}$  عمود است، افقی برای مکان  $\overline{C}$  است. از نقطه  $\overline{T}$  کمائی موازی با دو دایره انقلابین رسم می‌کنیم که  $\overline{TK}$  است. چون روی کره، دو دایره، یعنی افق مکان  $\overline{C}$  و دایره  $\overline{TK}$ ، کمائی از دایره عظیمه  $\overline{BTK}$  را در یک نقطه، یعنی نقطه  $\overline{T}$  قطع می‌کنند و قطب‌هایشان روی آن قرار دارد، پس بر یکدیگر مماسند. پس افق مسکن  $\overline{C}$  بر دایره  $\overline{TK}$  مماس است و دایره  $\overline{TK}$  بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پیدای مکان  $\overline{C}$  است. پس  $\overline{TK}$  کمائی موازی با  $\overline{RS}$  که بخشی از دایره البروج است، همیشه بالای افق مسکن  $\overline{C}$  است. بنابراین وقتی خورشید کمائی  $\overline{TK}$  را می‌پیماید، در مکان  $\overline{C}$  بالای زمین است. کمائی  $\overline{TK}$  از کمائی  $\overline{AN}$  کوچک‌تر است. پس خورشید در مکان  $\overline{C}$  نسبت به مکان  $\overline{Z}$  یعنی مکانی که زیر قطب شمال [سماوی] است، مدت کم‌تری بالای افق می‌ماند.

می‌گوییم: مدت روز در مکان  $\overline{C}$ ، کم‌تر از مدت  $\overline{AN}$  در مکان  $\overline{Z}$  است.

برهان: هر یک از کمائی‌های  $\overline{AC}$ ،  $\overline{CF}$ ،  $\overline{FG}$ ،  $\overline{GV}$ ،  $\overline{VZ}$  را نصف برج فرض می‌کنیم. روشن است که برای ساکنان [نقطه]  $\overline{Z}$ ، مدت روز زمانی است که خورشید در آن کمائی  $\overline{AN}$  ح ف را می‌پیماید. و برای ساکنان [نقطه]  $\overline{C}$ ، مدت روز زمانی است که خورشید کمائی  $\overline{TK}$  را طی می‌کند. پس روز در مکان  $\overline{C}$  کوتاه‌تر از روز مکان  $\overline{Z}$  است. در نتیجه برای کسانی که مسکنشان مایل به جنوب است نسبت به کسانی که مسکنشان زیر قطب شمال [سماوی] است، خورشید مدت زمان کم‌تری بالای افق می‌ماند. این چیزی است که می‌خواستیم بیان کنیم.

۱۲- کسانی که فاصله سمت الرأسشان از قطب [سماوی] مرئی مانند فاصله [هریک از دو مدار] انقلاب از استوای سماوی است، خورشید در انقلاب تابستانی مدت زمان یک شبانه‌روز بالای افقشان می‌ماند و روزشان در آن زمان، سی روز است (؟) و در انقلاب زمستانی به مدت یک شبانه‌روز زیر افق می‌ماند و بقیه روزها با بقیه شب‌ها متناسبند.





مثال: خط نصف‌النهاری را فرض می‌کنیم که در کره آسمان دایره  $\overline{اب ج}$  و در کره زمین دایره  $\overline{ده ز}$  است. محور را خط  $\overline{ب ج}$  و قطب شمال کره [آسمان] را نقطه  $\overline{ج}$  در نظر می‌گیریم. دو دایره انقلابین را بر قطرهای  $\overline{ط ک}$  و  $\overline{ل م}$  فرض می‌کنیم و قطر استوای سماوی را خط  $\overline{اح}$  در نظر می‌گیریم. فرض می‌کنیم کمان  $\overline{ل ا}$  با کمان  $\overline{ج ش}$  برابر است.  $\overline{رش}$  را وصل می‌کنیم و مکانی را بر علامت  $\overline{ه}$  فرض می‌کنیم. در این صورت نقطه  $\overline{ش}$  سمت‌الرأس مکان  $\overline{ه}$  است.

می‌گوییم: کسانی که مسکنشان در نقطه  $\overline{ه}$  است، خورشید در انقلاب تابستانی مجموعاً [به مدت] یک شبانه‌روز بالای افقشان می‌ماند و روزشان سی روز است. در انقلاب زمستانی [خورشید] مجموعاً یک شبانه‌روز زیر افقشان می‌ماند و بقیه روزهایشان با بقیه شب‌هایشان متناسبند.

برهان: دایره البروج را  $\overline{ان ح س}$  در نظر می‌گیریم و  $\overline{ل ر}$  و  $\overline{ر ک}$  را وصل می‌کنیم. پس واضح است که  $\overline{ل ر ک}$  خط راست است و بر  $\overline{رش}$  عمود است. و دایره رسم شده بر قطر  $\overline{ل ک}$ ، چون بر  $\overline{رش}$  عمود است، افق مکان  $\overline{ه}$  است و بر مدارهای انقلابین مماس است. چون روی کره دو دایره - دایره رسم شده بر قطر  $\overline{ل ک}$  که افق است و دایره انقلاب تابستانی که  $\overline{طن ک}$  است - کمانی از دایره عظیمه روی کره، یعنی دایره  $\overline{اب ج}$  را در یک نقطه، [یعنی] نقطه  $\overline{ک}$ ، قطع می‌کنند و قطب‌هایشان روی آن قرار دارد، پس بر یکدیگر مماسند. پس دایره رسم شده بر قطر  $\overline{ل ک}$  که افق مسکن  $\overline{ه}$  است، بر دایره مدار تابستانی یعنی دایره  $\overline{طن ک}$  مماس است. در نتیجه دایره مدار تابستانی که  $\overline{کن ط}$  است بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پیدا در مکان  $\overline{ه}$  است و دایره مدار زمستانی یعنی  $\overline{ل س م}$  بزرگ‌ترین دایره همیشه‌پنهان در مکان  $\overline{ه}$  است. چون نقطه  $\overline{ن}$  همیشه روی دایره  $\overline{کن ط}$  و نقطه  $\overline{س}$  همیشه

روی دایره<sup>۱</sup> ل س م حرکت می کند، روشن است که نقطه<sup>۲</sup> ن برای مکان ه همیشه بالای زمین و نقطه<sup>۳</sup> س برای مکان ه همیشه زیر زمین است. اما چون وقتی خورشید به [نقطه<sup>۴</sup> ن] می رسد انقلاب تابستانی است، و وقتی در [نقطه<sup>۵</sup> س] است انقلاب زمستانی است، پیداست که خورشید در انقلاب تابستانی به مدت یک شبانه روز بالای افق، و در انقلاب زمستانی به مدت یک شبانه روز زیر افق می ماند.

می گویم: در آن هنگام روزشان سی شبانه روز است.<sup>۶</sup>

برهان: هر یک از کمان های ن ع و ن ف را نصف برج در نظر می گیریم. پس کل کمان ف ن ع یک برج می شود. وقتی خورشید کمان ع ن ف را می پیماید، در مسکن ه روز است زیرا نورش برایشان آشکار است. چون کمان ع ن ف یک برج است، خورشید آن را در سی شبانه روز می پیماید. پس روز در آغاز انقلاب تابستانی، سی شبانه روز است و پیداست که روزهای باقی مانده با شب های باقی مانده متناسبند. این چیزی است که می خواستیم بیان کنیم.



۱. در تصحیح کونینج و لورج به غلط "نقطه ر" آمده است.  
۲. منظور تنودوسیوس از اینکه "روزشان سی شبانه روز است" بر ما روشن نیست. لورج و کونینج هم در این باره توضیحی نداده اند. شکل مربوط به این قضیه هم درست به نظر نمی رسد.