

## An Introduction to the Treatise *al-Hātimiyya* on Determining the Meridian Line and the Qibla Direction by Mullā Muẓaffar Gunābādī

Hosein Ramezani-Aval <sup>1</sup> 

1. Department of Physics, Faculty of Science, University of Gonabad, Gonabad, Iran., E-mail: [ramezani@gonabad.ac.ir](mailto:ramezani@gonabad.ac.ir)

---

### Article Info

#### Article type:

Research Article

#### Article history:

Received: 09 April 2026

Revised: 27 April 2026

Accepted: 103 May 2026

Published online: 13 May 2026

#### Keywords:

al-Hātimiyya, Mullā Muẓaffar Gunābādī, Determination of the Meridian Line, Determining the Qibla Direction

### ABSTRACT

This article introduces and examines the treatise *al-Hātimiyya* by Mullā Muẓaffar Gunābādī. The treatise consists of an introduction and five chapters. In the introduction, the author presents a set of definitions divided into two groups: geometrical definitions and astronomical definitions. In the first chapter, eight methods for determining the meridian line are described. In the subsequent chapters, four general methods for determining the direction of the qibla are presented. In these methods, the author considers differences in the geographical longitude and latitude of locations as well as various observational and measurement conditions, and provides a specific practical procedure for each case. The article also discusses some of the author's scholarly characteristics on the basis of internal evidence from the treatise.

---

**Cite this article:** Ramezani-Aval, H. (2026). An Introduction to the Treatise *al-Hātimiyya* on Determining the Meridian Line and the Qibla Direction by Mullā Muẓaffar Gunābādī. *Journal for the History of Science*. 24 (1), 3-32.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jihs.2026.412513.371896>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

---

## معرفی رساله الحاتمیه در استخراج خط نصف النهار و سمت قبله اثر ملامظفر گنابادی

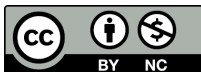
حسین رضانی اول<sup>۱</sup>

۱. گروه فیزیک، دانشکده علوم، مجتمع آموزش عالی گناباد، گناباد، ایران. رایانامه: [ramezani@gonabad.ac.ir](mailto:ramezani@gonabad.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۲۰	در این مقاله، رساله الحاتمیه، در استخراج خط نصف النهار و تعیین سمت قبله، اثر ملامظفر گنابادی معرفی و بررسی شده است. این رساله مشتمل بر یک مقدمه و پنج باب است. در مقدمه، مؤلف مجموعه‌ای از تعاریف را در دو دسته تعاریف هندسی و تعاریف هیئت‌ی ارائه می‌کند. در باب نخست هشت روش برای تعیین خط نصف النهار بیان شده است. در باب‌های بعدی نیز چهار شیوه کلی برای تعیین سمت قبله مطرح می‌شود. مؤلف در این روش‌ها با توجه به اختلاف طول و عرض جغرافیایی شهرها و نیز شرایط مختلف رصد و اندازه‌گیری، برای هر حالت دستور عملی مشخصی ارائه کرده است. در این مقاله همچنین برخی ویژگی‌های علمی مؤلف بر اساس شواهد درون‌متنی رساله بررسی شده است.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۰۷	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۳	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۲/۲۳	
کلیدواژه‌ها: الحاتمیه، ملامظفر گنابادی، استخراج خط نصف النهار، تعیین سمت قبله	

**استناد:** رضانی اول، حسین (۱۴۰۵). معرفی رساله الحاتمیه در استخراج خط نصف النهار و سمت قبله اثر ملامظفر گنابادی. تاریخ علم، ۲۴ (۱)، ۳-۳۲.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jihs.2026.412513.371896>



ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

## مقدمه

## ۱/۱. ملامظفر گنابادی

علی بن محمد قاسم مظفر گنابادی در سال ۹۷۰ هجری قمری (۱۵۶۲ میلادی) در شهر گناباد دیده به جهان گشود. سال تولد او در منابع تاریخی بطور دقیق ذکر نشده ولی خود او در متن یکی از کتاب‌هایش به نام تنبیهات‌المنجمین که در سال ۱۰۳۱ قمری تألیف شده است، جایی که به ظهور دنباله‌داری در سال ۹۸۵ هجری قمری اشاره کرده، گفته است: «کمینه در آن وقت پانزده ساله بودم» (علیزاده غریب، ۱۳۸۶: ۳۹۵).

از برخی حاشیه‌نویسی‌های باقی‌مانده از آثار ملامظفر می‌توان درباره‌ی دوران حضور او در گناباد اطلاعاتی به دست آورد. برای نمونه، در نسخه‌ای از تحریر و تحشیه‌ی زیج الغیبیگ که در سال ۹۹۶ قمری نوشته شده است، به صراحت آمده است که نگارش اثر در گناباد انجام گرفته است (صدرایی خوبی، ۱۳۹۰: ۶۷۹). در آن هنگام، وی ۲۶ سال داشته است. از سوی دیگر، عبارتی در مقدمه کتاب شرح بیست باب، که در سال ۱۰۰۴ قمری نگاشته شده است، حاکی از آن است که وی در زمان نگارش آن هنوز به دربار صفوی نییوسته بود. او در مقدمه آن کتاب می‌نویسد که اثر را «علی‌رغم طوفان موانع و چیرگی غم‌ها» تألیف کرده است (ملامظفر، شرح بیست باب: گ ۴)؛ عبارتی که از شرایط دشوار شخصی او در آن سال‌ها حکایت دارد. در مقدمه کتاب تنبیهات‌المنجمین، ملامظفر تصریح می‌کند که آن را «پس از بیست‌وپنج سال خدمت در درگاه شاه» نوشته است (ملامظفر، تنبیهات‌المنجمین: گ ۶)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که او در حدود سال ۱۰۰۶ قمری به خدمت شاه عباس اول درآمده و تا حدود ۳۶ سالگی در گناباد اقامت داشته است.

منابع تاریخی و سفرنامه‌های اروپایی از جایگاه خاص ملامظفر نزد شاه عباس یاد کرده‌اند. گفته می‌شود که شاه در بسیاری از تصمیم‌های مهم سیاسی و نظامی از مشورت او بهره می‌گرفت. این مشورت‌ها عمدتاً

از سنخ اخترشماری و تعیین زمان‌های سعد و نحس (اختیار ایام<sup>۱</sup>) بوده است، نه دخالت در اصل تصمیم‌گیری سیاسی. برای نمونه، پیش از اعلام ولایتعهدی سام میرزا (که بعدها با نام شاه صفی اول به تخت نشست)، شاه عباس دربارهٔ زمان مناسب این اقدام با ملامظفر مشورت کرده بود. همچنین در برنامه‌ریزی لشکرکشی‌ها و انتخاب تاریخ آغاز جنگ، نظر او از حیث تعیین وقت مناسب لحاظ می‌شد. (علیزاده غریب، ۱۳۸۶: ۳۹۸). محاسبات و پیش‌بینی‌های تنجیمی او بسیار دقیق تلقی می‌شد و به او نفوذ قابل توجهی در امور درباری می‌داد. از جمله پیش‌بینی‌های موفق که به ملامظفر نسبت داده شده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مرگ شیخ بهایی، خنثی کردن توطئه پسر شاه عباس (صفی میرزا) برای قتل شاه، زمان پیروزی شاه عباس بر خلیل پاشا ژنرال عثمانی، و حتی تاریخ تقریبی مرگ جهانگیر امپراتور مغول (علیزاده غریب، ۱۳۸۶: ۳۹۹ و ۴۰۰؛ مهمان نواز، ۱۳۹۹: ۹۳ و ۹۸؛ اسفندیاری مهنی، ۱۳۹۷: ۱۸).

ملامظفر مؤلفی پرکار بود. کتاب‌ها و رساله‌های شناخته‌شدهٔ او عبارتند از: *تنبیهات المنجمین* (یا *اختیارات النجوم*)، *منتخب التنبیهات*، شرح بیست باب (شرح بیست باب در معرفت تقویم)، *الحاتمیه*، *تحریر و تحشیه زیج الغ بیگ* و چند رساله کوتاه و متفرقه. این آثار که به زبان فارسی نوشته شده‌اند، طیفی گسترده از موضوعات از طالع‌بینی گرفته تا نجوم را در بر می‌گیرند.

او حداقل دو پسر داشت که ستاره‌شناس شدند: میرزا محمدتقی و میرزا محمدشفیع. در منابع تاریخی تأکید شده است که ملامظفر گنابادی و خاندان او - از جمله پسرانش محمدتقی و محمدشفیع، و نیز نوادگانشان محمدرضا (فرزند محمدتقی) و محمدعلی (فرزند محمدرضا)، مشهور به مظفر ثانی - مورد توجه شاهان صفوی بوده‌اند. عالم‌آرای عباسی اشاره می‌کند که شاه عباس با «مولانا محمد تقی ولد مولانا مظفر منجم جنابدی که از زمرهٔ منجمان خاصهٔ شریفه و امین و معتمد بود» مشورت می‌کرد، همان‌طور که با ملامظفر مشورت می‌کرد (منشی، ۱۲۷۶: ج ۳؛ ۷۵۶). در کتاب ذیل تاریخ عالم‌آرای عباسی نیز در مورد محمد تقی و برادر او محمد شفیع چنین آمده است: «میرزا محمد شفیع و میرزا محمد تقی ولدان مرحوم

۱. در سنت درباری ایران اسلامی، منجمان غالباً در اصل تصمیم‌های سیاسی دخالت نمی‌کردند، بلکه بر اساس قواعد احکام نجوم، زمان مناسب برای انجام امور مهم - مانند تاج‌گذاری، اعلان ولایتعهدی، آغاز جنگ یا حرکت سپاه - را تعیین می‌کردند. این عمل در منابع با عنوان «اختیار ایام» یا «اختیارات» شناخته می‌شود.

مولانا ملامظفر جنابدی که ابوریحان عهد و بطلمیوس زمان بودند از اکفا و اقران گوی تفوق و رجحان می‌بودند... هر دو برادر بین الامثال والاقران به عواطف خسروانه و مراحم پادشاهانه ممتاز بودند» (سهیلی خوانساری، ۱۳۱۷: ۲۷۶). میرزا شفیح به مقام والای منجم باشی در دربار صفوی منصوب شد، سمتی که تا دوران شاه عباس دوم نیز در اختیار داشت (امیری مندی، ۱۳۹۷: ۹۸). شاردن، جهانگرد فرانسوی که در دهه ۱۶۶۰ میلادی (۱۰۷۰ قمری) در اصفهان اقامت داشت، می‌نویسد: «حقوق منجم‌باشی یعنی سرکرده و مهتر اخترگران صد هزار لیور است. زمانی که من در اصفهان بودم منجم‌باشی دربار میرزا شفیح بود که پیری دانا و متین بود. پیش از وی برادرش که نابینا، و به فرمان شاه از این خدمت معاف شده بود این سمت را داشت، و پسر این برادر، هم اکنون پس از منجم‌باشی بر دیگران سر است و پنجاه هزار لیور حقوق می‌گیرد» (یغمایی، ۱۳۷۲: ج ۳: ۹۸۸).

تاریخ دقیق مرگ ملامظفر معلوم نیست، اما در تاریخ عالم‌آرای عباسی، در وقایع سال ۱۰۵۲ هجری قمری، هنگام اشاره به فرزندان او، از تعبیر «مرحوم ملامظفر» استفاده شده است (امیری مندی، ۱۳۹۷: ۹۷). بر اساس چنین شواهدی، می‌توان زمان درگذشت او را میان سال‌های ۱۰۳۶ تا ۱۰۴۵ هجری قمری و مکان آن را احتمالاً در اصفهان دانست. ملامظفر در نقطه‌ای خاص از تاریخ ایستاده بود. او تقریباً معاصر گالیه (۹۷۲ تا ۱۰۵۱ قمری) بود. بنابراین دوران زندگی ملامظفر مصادف با یکی از مهمترین تحولات علمی تاریخ جهان است.

## ۲/۱. رساله الحاتمیه

رسالة الحاتمیه در استخراج خط نصف‌النهار و سمت قبله که به نام قبله الآفاق نیز مشهور است، نمونه‌ای از آثار نجوم اسلامی است که در آن ملامظفر به تبیین روش‌های مختلف برای تعیین نصف‌النهار و سمت قبله پرداخته است. این رساله به حاتم بیگ صافی اردوبادی (اعتمادالدوله) وزیر شاه عباس اول به سال ۱۰۱۹ قمری اهدا شده و عنوان الحاتمیه برگرفته از نام او است. نسخه‌های فراوانی از آن موجود است که همه آن‌ها در کتاب دو رساله در معرفت سمت قبله ذکر شده است (باباپور و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۷). از جمله، نسخه‌ای از این رساله در کتابخانه دانشکده الهیات دانشگاه تهران، نسخه‌ای در کتابخانه

مرکزی این دانشگاه و نیز نسخه‌ای در مدرسه عالی شهید مطهری وجود دارد (امیری مندی، ۱۳۹۷: ۹۷). این مقاله بر اساس نسخه کتابخانه ملی ایران به شماره ۲۰۹۵/۱ و نسخه الکترونیکی کتابخانه دیجیتال نور نوشته شده است (ملا مظفر، استخراج خط نصف النهار و قبله، ۱۰۱۹ قمری).

هر چند مولف در مقدمه این رساله به تعریف مفاهیمی که «تعلق به علم هیئت دارد» پرداخته است، اما این اثر از نظر موضوع و روش، در شمار آثار نجوم عملی و محاسباتی در سنت نجومی اسلامی قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر این رساله حاوی وجوه کیهان‌شناسانه نیست و بنابراین نمی‌توان آن را در شمار آثار هیئت به شمار آورد (گمینی، ۱۳۹۲: ۲۴۴؛ قلندری، ۱۳۹۰: ۹).

این اثر از جهت ترکیب دانش نظری و فنون عملی اهمیت دارد. نویسنده ابتدا مفاهیم پایه هندسه و سپس مفاهیم نجومی را شرح می‌دهد. در ادامه هشت روش برای پیدا کردن خط نصف النهار بیان می‌شود. پس از آن چهار روش کلی برای تعیین سمت قبله معرفی می‌کند.

### ۳/۱. رویکرد مقاله

رویکرد این مقاله درون‌متنی است و تمرکز آن بر بازخوانی ساختار، مفاهیم و روش‌های مطرح‌شده در متن رساله قرار دارد. همچنین ویژگی‌های علمی مؤلف نیز صرفاً بر اساس شواهد موجود در همین متن بررسی شده است. هدف این پژوهش مقایسه تطبیقی دیدگاه‌ها و روش‌های مؤلف با آثار دیگر منجمان هم‌دوره یا متون مشابه نیست و نیز مقایسه ویژگی‌های علمی مؤلف با سایر منجمان هم‌دوره یا تعیین جایگاه علمی او مد نظر نبوده است. همچنین بررسی گسترده بستر تاریخی، اجتماعی یا تحولات کلی سنت علمی مرتبط با این موضوع در دستور کار این پژوهش قرار ندارد و از طرح هرگونه ادعای فراتر از داده‌های صریح یا قابل استنباط از متن رساله پرهیز شده است.

### ۲. دیباچه رساله

مؤلف رساله را با حمد و ثنای الهی و درود بر پیامبر و خاندان او آغاز می‌کند و، چنان‌که در نگارش آثار آن دوره رایج بوده است، در همین دیباچه به برخی واژه‌های اصلی رساله اشاره می‌کند. در نخستین جمله

دییاجه آمده است: «... اساس کعبه جلالش از قصور و فتور مبراست و سمت قبله وصالش از عدول و انحراف مبرا». در این عبارت دو واژه کلیدی «کعبه» و «سمت قبله» به کار رفته‌اند که یادآور موضوع علمی رساله‌اند. افزون بر این، کاربرد ترکیب «عدول و انحراف» نیز از اصطلاحاتی است که در مباحث قبله‌یابی به کار می‌رود. در بخش بعدی دییاجه، مؤلف در ستایش پیامبر اسلام از تصویرهای نجومی بهره می‌گیرد: «... ارتفاع آفتاب عزتش به غایتی است که از قبول افول مجرد، و انبساط ظل کرامتش به نهایتی است که از مآل زوال منزّه است و آل و اولاد آن مبرور که هر یک قبله‌نمای طالبان وادی حقیقت و مشکل‌گشای سالکان شاهراه شریعت و طریقت‌اند». در این بخش هم‌تعبیر «ارتفاع آفتاب» و «انبساط ظل» و «قبله‌نما» استفاده شده است که کاملاً مرتبط با موضوع رساله است.

از نظر صنایع ادبی نیز دییاجه شامل مراعات نظیر و تقابلهای لفظی است. واژگانی چون «قصور و فتور»، «عدول و انحراف» و «افول و زوال» در کنار یکدیگر آمده‌اند و نوعی توازن لفظی و معنایی ایجاد کرده‌اند. این واژگان در عین داشتن بار معنایی ادبی، در حوزه مفاهیم نجومی نیز کاربرد دارند و همین امر سبب می‌شود که فضای معنایی دییاجه با موضوع علمی رساله هماهنگی پیدا کند.

### ۳. مقدمه رساله: تعاریف

مقدمه رساله الحاثمیه شامل دو بخش است که در آن به ارائه تعاریفی در هندسه و هیئت می‌پردازد. بخش اول، که تحت عنوان «در آنچه تعلق به علم هندسه دارد» آمده، با تعریف مفاهیم بنیادین هندسی آغاز می‌گردد. ملامظفر از ساده‌ترین مفاهیم به سمت مفاهیم پیچیده‌تر حرکت می‌کند: نقطه، خط (مستقیم و منحنی)، سطح (مستوی و غیرمستوی)، زاویه (قائمه، منفرجه، حاده)، دایره (مرکز، نصف قطر، وتر، قوس، قطاع دایره)، و تقسیم‌بندی‌های زاویه‌ای (درجه و جزء)، و در نهایت، تعریف اجسام هندسی پایه مانند مثلث، مخروط و کره. همچنین تعریف دو خط یا دو سطح موازی، فاصله بین نقطه و خط هم آمده است. در پایان این بخش تعاریفی از «فلک» و «کوکب» آورده می‌شود:

و چون کره بر نفس خود متحرک باشد، هر نقطه که بر محیط آن کره فرض کنند، بعد از اتمام دوره، دایره‌ای رسم کند سواى دو نقطه متقابل که آن را دو قطب کره و دو قطب حرکت گویند. و دایره را مدارات نقاط خوانند. و از آن جمله یکی را که بُعد او بین القطبین متساوی بود، منطقه گویند و آن را مجاز فلک

نیز گویند. و هر کره مستقیمه که انفکاک اجزاء او مستحیل بود، اگر فی الجمله منیر بود آن را کوکب گویند و الا فلک (گ ۳ر).

می‌توان گفت که مؤلف در این موضع از تعریف‌های صرفاً هندسی گذر می‌کند و بدین وسیله زمینه ورود به مباحث بعدی رساله را فراهم می‌کند.

بخش دوم، تحت عنوان «در آنچه تعلق به علم هیئت دارد» آمده است. در این بخش، مؤلف به تعریف مفاهیم بنیادین علم هیئت می‌پردازد و با زبانی آموزشی و دقیق اصطلاحات اصلی این علم را برمی‌شمارد. وی از «افلاک تسعة مشهوره» آغاز می‌کند و ضمن معرفی «فلک الأفلاک»، «فلک اطلس» و «فلک اعظم»، جایگاه «فلک ثوابت»، «فلک البروج» و «سماء رؤیت» را توضیح می‌دهد و از «معدل النهار» و «منطقه البروج» سخن می‌گوید. سپس مفاهیم پایه‌ای نجومی چون «نقطه اعتدال»، «نقطه انقلاب»، «مدار یومی»، «دایره افق حقیقی»، «افق حسی»، «افق استوائیه»، «افق رحوی»، «قوس النهار» و «قوس اللیل» را تعریف کرده و در ادامه ساختار هندسی «دایره نصف النهار»، «دایره مشرق و مغرب» و «دایره ارتفاع» را تبیین می‌نماید. در پایان به مفاهیم دقیق‌تر مانند «قوس ارتفاع»، «قوس سمت» و «سعه مشرق و مغرب» می‌رسد که پایه نظری محاسبات قبله و مشاهده اجرام آسمانی را تشکیل می‌دهند.

#### ۴. باب اول: در استخراج خط نصف النهار

این بخش برخلاف مباحث مقدماتی، کاملاً متمرکز بر دستورالعمل‌های رصدی و کاربرد ابزارهای اندازه‌گیری است و شواهد روشنی از توانایی تجربی و فنی مؤلف را ارائه می‌دهد. محتوای این باب را می‌توان در سه بخش اصلی طبقه‌بندی کرد:

##### الف. آماده‌سازی بستر رصد: تسطیح سطح و تثبیت افق

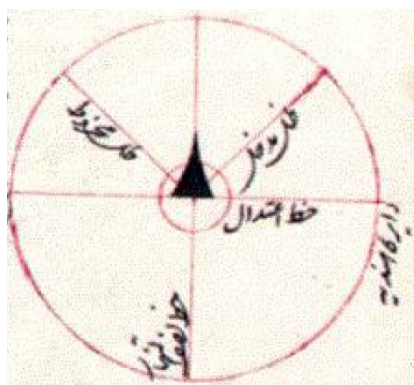
این مرحله بر ایجاد یک سطح مرجع کاملاً هموار برای انجام مشاهدات تأکید دارد. تسطیح قطعه‌ای از زمین به نحوی که سطح آن موازی با افق حسی ناظر باشد. در این روش با استفاده از گونیا، شاقول و مسطره (خط‌کش تخت با دو سطح موازی) سطحی هموار حاصل می‌شود که به تصریح مؤلف، در حکم سطحی واقع در افق حسی و موازی با افق حقیقی است. وی برای تأیید این نتیجه به شکل چهاردهم از

مقاله یازدهم اصول اقلیدس استناد می‌کند و با تکیه بر این اصل هندسی و نیز اصل تمایل اجسام سنگین به سوی مرکز عالم، موازی بودن این سطح با افق حقیقی را نتیجه می‌گیرد.

### ب. روش‌های استخراج خط نصف‌النهار

در این باب هشت روش برای تعیین خط نصف‌النهار ارائه می‌دهد. پنج روش با استفاده از سایه شاخص، یک روش با کمک اسطرلاب، یک روش با کمک شاقول، زیچ و اسطرلاب و یک روش پایانی که ادعا می‌کند ابداعی خود اوست. این فهرست نشان می‌دهد که ملامظفر با طیف وسیعی از روش‌ها، از مشاهده مستقیم و تجربی (سایه) تا محاسبات پیچیده (زیچ)، آشنا بوده است.

**روش اول: استفاده از سایه مقیاس (شاخص).** ابتدا یک «مقیاس مخروطی شکل صحیح الاستداره و ثقیل الوزن» را با جزئیاتی که بطور مفصل و دقیق در رساله ذکر شده بر مرکز دایره‌ای روی



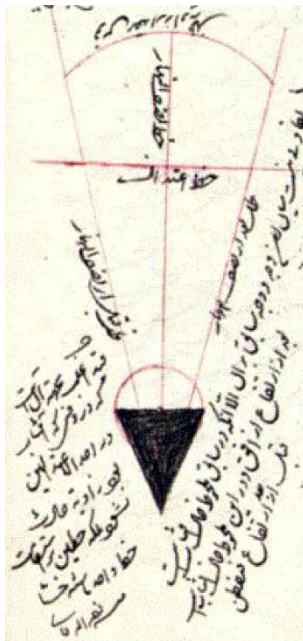
شکل ۱. روش اول تعیین خط نصف‌النهار

زمین مسطح عمود می‌کنند. پیش از ظهر، هنگامی که با افزایش طول سایه نوک سایه شاخص به محیط دایره می‌رسد، محل آن علامت‌گذاری می‌شود که در جانب غربی قرار دارد. پس از ظهر نیز زمانی که دوباره نوک سایه به محیط دایره برسد، نقطه دوم در جانب شرقی علامت زده می‌شود. سپس قوس میان دو نقطه نصف می‌شود و خطی از مرکز دایره به نقطه میانی آن قوس رسم می‌گردد؛ این خط همان خط نصف‌النهار است (شکل ۱). مؤلف توصیه می‌کند این عمل در زمان یکی از انقلابین، به‌ویژه

انقلاب صیفی، انجام شود؛ زیرا در این زمان تغییر میل خورشید در مدت کوتاه محسوس نیست و مسیر سایه یکنواخت‌تر است. افزون بر این، در تابستان هوا صاف‌تر و سایه کوتاه‌تر است و موانع جوی که مشاهده سایه را مختل می‌کنند کمتر خواهد بود؛ از این رو نتیجه رصد دقیق‌تر به دست می‌آید:

و اولی و انساب آن است که این عمل وقتی بجا آورند که آفتاب در احد الانقلابین یا قریب به آن باشد. به سبب آنکه چون آفتاب به حرکت خاصه خود متحرک است، دخول و خروج ظل بر یک مدار نتواند بود، الا

نادراً. و مبنای برهان این عمل آن است که شمس در هر وقت بر یک مدار باشد تا میل او مختلف نشود. و چون در احد الانقلابین و حوالی آن بود، اختلاف میل آن به اندک زمانی محسوس نگردد (گ ۳ر).  
**روش دوم:** در هنگام وقوع یکی از اعتدالین، اگر در زمان طلوع یا غروب خورشید (هرکدام که به لحظه اعتدال نزدیکتر باشد) امتداد سایه شاخص بر سطح افق رسم شود، آن خط، خط اعتدال (شرق-غرب) خواهد بود؛ سپس با رسم خطی عمود بر آن، خط نصف النهار (شمال-جنوب) به دست می‌آید.

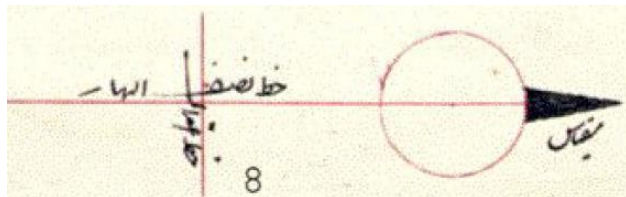


**روش سوم:** در این روش ابتدا پیش از ظهر، ارتفاع خورشید با یک آلت رصدی اندازه‌گیری می‌شود و در همان لحظه امتداد سایه شاخص بر سطح افق رسم می‌گردد. سپس بعد از ظهر انتظار می‌کشند تا ارتفاع خورشید دوباره به همان مقدار برسد و در آن لحظه نیز امتداد سایه رسم می‌شود. معمولاً دو خط حاصل در محل شاخص زاویه‌ای می‌سازند؛ «پس آن زاویه را به شکل نهم از اولی اصول، تنصیف کرده، از رأس زاویه چون خطی به منتصف کشند، خط نصف النهار بود» (شکل ۲). اگر دو خط بر یک امتداد قرار گیرند، همان خط، خط اعتدال (شرق-غرب) است و عمود بر آن خط نصف النهار خواهد بود. این روش در زمان انقلابین یا نزدیک به آن دقیق‌تر است.

**روش چهارم:** در این روش، در یک روز واحد هنگام طلوع

و غروب خورشید امتداد سایه شاخص بر سطح افق رسم می‌شود. معمولاً این دو خط در محل شاخص زاویه‌ای می‌سازند؛ با نصف کردن این زاویه، خط منصف خط نصف النهار به دست می‌آید و خط عمود بر آن خط اعتدال (شرق-غرب) خواهد بود. انجام این عمل نیز در زمان انقلابین یا نزدیک به آن مناسب‌تر و دقیق‌تر است.

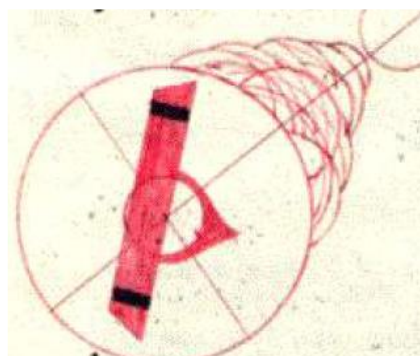
**روش پنجم:** پیش از ظهر، زمانی که سایه شاخص پیوسته کوتاه‌تر می‌شود، بی‌درپی محل نوک سایه



شکل ۳. روش پنجم تعیین خط نصف النهار

علامت‌گذاری می‌شود تا وقتی که سایه به کوتاه‌ترین مقدار برسد و سپس دوباره رو به افزایش گذارد. نزدیک‌ترین این نقاط به پایه شاخص مشخص می‌شود و

خطی از آن نقطه به مرکز پایه شاخص رسم می‌گردد؛ این خط، خط نصف النهار است و خط عمود بر آن خط مشرق و مغرب خواهد بود (شکل ۳).



شکل ۴. روش ششم تعیین خط نصف النهار

**روش ششم:** در این روش که وابسته به کار با اسطرلاب است، ابتدا ارتفاع خورشید اندازه‌گیری می‌شود. سپس درجه خورشید بر روی اسطرلاب مُسَمَّت (کالیبره‌شده) مطابق با همان ارتفاع قرار داده می‌شود تا

قوس سمت و جهت خورشید نسبت به شمال، جنوب، مشرق و مغرب معلوم گردد. پس از آن اسطرلاب را بر روی سطحی تراز می‌گذارند، به گونه‌ای که صفحه آن مماس با سطح باشد و عروه اسطرلاب رو به جنوب قرار گیرد. سپس عضاده از خط مشرق و مغرب به اندازه قوس سمت به دست آمده در جهت مناسب حرکت داده می‌شود. در ادامه اسطرلاب را بر روی همان سطح می‌چرخانند تا زمانی که سایه لینه کاملاً بر بدنه عضاده بیفتد و به هیچ طرفی منحرف نشود. در این حالت، خط وسط السماء همان خط نصف النهار خواهد بود (شکل ۴).

**روش هفتم:** یک رویکرد ترکیبی است و از اندازه‌گیری سایه شاقول در نزدیکی افق و سپس استفاده از محاسبات زیجی یا اسطرلابی برای تعیین سمت بهره می‌برد. در این روش در زمانی که خورشید نزدیک افق است، شاقولی آویزان می‌کنند و امتداد سایه آن را بر زمین به صورت خطی رسم می‌کنند. در همان لحظه ارتفاع خورشید با ابزار دقیق اندازه‌گیری می‌شود و از روی آن سمت خورشید (با اسطرلاب یا محاسبات زیجی) به دست می‌آید. سپس با استفاده از خط سایه و مقدار سمت خورشید، بر زمین دایره‌ای

رسم می‌کنند و از نقطه سمت، به اندازه مقدار سمت بر محیط دایره می‌شمارند. از نقطه حاصل خطی به مرکز دایره کشیده می‌شود که خط اعتدال (شرق-غرب) است و از آن جهت شمال و جنوب نیز مشخص می‌شود. در برخی حالت‌ها نیز نتیجه ساده‌تر است: اگر سمت خورشید به  $90^\circ$  درجه برسد، همان خط سایه شاقول خط نصف‌النهار خواهد بود.

**روش هشتم:** ملامظفر در مورد این روش گفته: «به وجهی دیگر که به خاطر فاطر خطوط کرده است». بر این اساس می‌توان گفت این روش را از دیگران نقل نکرده و آن را حاصل خطور ذهنی خویش دانسته است. با این حال، نه مؤلف رساله و نه نویسنده این مقاله ادعایی درباره این که این شیوه پیش‌تر در جایی مطرح شده یا نه، مطرح نمی‌کنند. در این روش، «تقویم» خورشید (طول و در نتیجه میل آن) در زمان طلوع یا غروب گرفته می‌شود و از آن سعه مشرق یا مغرب با استفاده از اسطرلاب یا زیج به دست می‌آید. «سعه» در اینجا به معنای زاویه‌ای است که خورشید نسبت به مشرق یا مغرب حقیقی انحراف دارد. سپس در همان لحظه، امتداد سایه شاخص یا شاقول بر سطحی تراز رسم می‌شود و بر آن دایره‌ای ترسیم می‌گردد که آن خط از مرکز دایره می‌گذرد. از نقطه تقاطع خط سایه با محیط دایره (در جهت خورشید)، محیط دایره به  $360^\circ$  قسمت تقسیم می‌شود. سپس به اندازه سعه مشرق یا مغرب بر محیط دایره شمرده می‌شود: اگر خورشید در بروج شمالی باشد به سوی جنوب و اگر در بروج جنوبی باشد به سوی شمال. از نقطه حاصل خطی به مرکز دایره کشیده می‌شود که خط اعتدال (شرق-غرب) است و خط عمود بر آن خط نصف‌النهار خواهد بود. اگر خورشید در آن زمان سعه مشرق یا مغرب نداشته باشد، همان خط سایه، خط اعتدال محسوب می‌شود.

در حاشیه روش هشتم دو روش برای به‌دست آوردن سعه مشرق و مغرب خورشید بیان شده است. روش اول با کمک اسطرلاب است: درجه خورشید بر خط افق شرقی اسطرلاب قرار داده می‌شود و فاصله آن تا مدار رأس‌الحمل (مشرق حقیقی) بر دایره‌های سمت سنجیده می‌شود؛ این فاصله همان سعه مشرق است. اگر موضع خورشید داخل مدار رأس‌الحمل باشد، سعه شمالی و در غیر این صورت جنوبی است. برای سعه مغرب نیز همین عمل انجام می‌شود، با این تفاوت که افق غربی در نظر گرفته می‌شود. دانستن یکی از دو سعه (مشرق یا مغرب) برای شناخت دیگری نیز کافی است. روش دوم با کمک زیج است: «جیب میل آفتاب را بر جیب عرض بلد منحنی قسمت جیب سعه مشرق حاصل شود، اگر میل آفتاب در

وقت طلوع مأخوذ باشد... و چون جیب را در جدول مقوس کنند، قوس حاصل آید». برای محاسبه، جیب (سینوس) میل خورشید ( $\delta$ ) بر سینوس متمم عرض محل ( $\varphi$ ) تقسیم می‌شود تا سینوس سعه مشرق (در وقت طلوع) یا سینوس سعه مغرب (در وقت غروب) به دست آید:

$$\sin A = \frac{\sin \delta}{\sin(90 - \varphi)}$$

سپس با مراجعه به جدول‌های مثلثاتی معکوس سینوس، زاویه واقعی یعنی سعه آن استخراج می‌شود.

### ج. تعیین اوقات شرعی با استفاده از دایره هندیه و سایه شاخص

در پایان باب نخست، مؤلف به معرفی دایره هندیه و صفحه رخامه و کاربردهای عملی آن در اندازه‌گیری برخی کمیت‌های نجومی می‌پردازد. سپس مؤلف کاربرد این دایره را در تعیین سعه مشرق و مغرب و نیز قوس سمت بیان می‌کند. بدین صورت که در هنگام طلوع یا غروب خورشید، از امتداد خطی که بر امتداد سایه شاخص قرار دارد، نقطه طلوع یا غروب خورشید بر محیط دایره تعیین می‌شود و قوسی از دایره میان آن نقطه و خط اعتدال، سعه مشرق یا مغرب به شمار می‌آید. همچنین در زمان‌های مختلف روز، از امتداد سایه شاخص می‌توان نقطه سمت خورشید و قوس سمت را بر همین دایره به دست آورد. در ادامه، مؤلف به بحث ظل شاخص و فیء زوال می‌پردازد و توضیح می‌دهد که کوتاه‌ترین طول سایه در هنگام عبور خورشید از نصف‌النهار پدید می‌آید و از تغییرات طول سایه پس از آن می‌توان برای تعیین اوقات نماز و برخی محاسبات دیگر استفاده کرد:

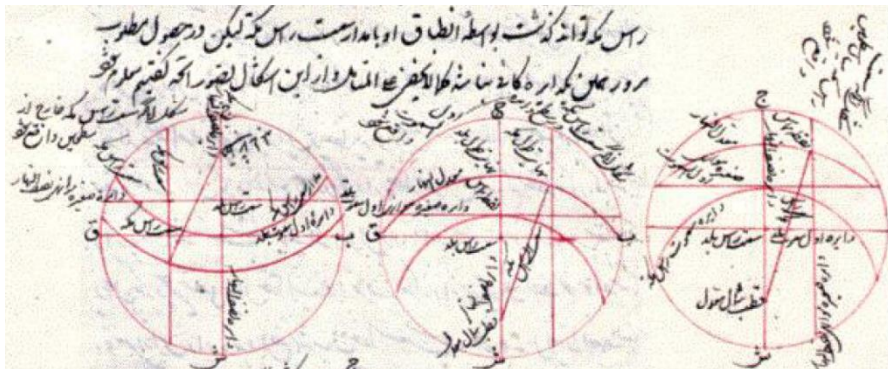
و چون ظل مقیاس بعد از غایت قصر شروع در زیادتی کند یا بعد از انعدام شروع در حدوث نماید، اول وقت نماز پیشین باشد. و چون دو قدم بر فیء زوال زیاده شود، آخر وقت نافله پیشین باشد. و چون چهار قدم بر فیء زیاده شود، آخر وقت نافله عصر باشد. و چون برابر مقیاس شود، سوای فیء زوال، آخر وقت فضیلت پیشین باشد. و چون دو برابر مقیاس شود، سوای فیء زوال آخر وقت فضیلت عصر بود (گ ۱۲ر).



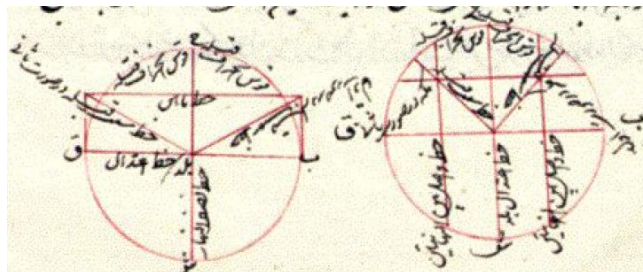
پس از معرفی کلی روش، مؤلف حالات گوناگون اختلاف طول و عرض جغرافیایی میان شهر مورد نظر و مکه را به تفصیل بررسی می‌کند. این حالات به طور کلی شامل موارد زیر است: شهر عذیم‌الطول باشد، شهر عذیم‌العرض باشد، عرض شهر جنوبی باشد، عرض شهر شمالی و کمتر از عرض مکه باشد، و حالتی که عرض شهر شمالی و بیشتر از عرض مکه باشد. همچنین وضعیت‌های مختلف اختلاف طول شهر با مکه نیز در نظر گرفته شده است؛ از جمله زمانی که طول شهر کمتر از طول مکه باشد یا بیشتر از آن باشد. در ادامه برای توضیح بهتر این وضعیت‌ها، چهار حالت کلی از ترکیب اختلاف طول و عرض شهر با مکه با ذکر نمونه‌هایی از شهرها مطرح شده است: حالتی که طول و عرض شهر هر دو کمتر از طول و عرض مکه باشد (شکل ۶. شکل اول)، حالتی که طول و عرض هر دو بیشتر باشد (شکل ۶. شکل دوم)، حالتی که طول بیشتر و عرض کمتر باشد (شکل ۶. شکل سوم)، و حالتی که عرض بیشتر و طول کمتر باشد (شکل ۶. شکل چهارم). این تقسیم‌بندی‌ها به منظور تبیین موقعیت‌های مختلف شهرها نسبت به مکه و نحوه ترسیم جهت قبله در هر یک از این وضعیت‌ها ارائه شده است.

سپس، مؤلف با ذکر دو دلیل می‌گوید که روش دایره هندیه «تقریبی است نه تحقیقی»؛ زیرا بر این فرض استوار است که دو دایره صغیره از سمت رأس مکه عبور می‌کنند، در حالی که در واقع چنین نیست. او برای تصور بهتر استدلال‌هایش از رسم چند شکل کمک می‌گیرد (شکل ۷).

در پایان باب دوم، مؤلف در چند «فصل» حالت‌های خاص را بررسی می‌کند که در آنها تعیین قبله با روش دایره هندیه با دشواری یا عدم دقت همراه است و برای هر مورد توضیحی ارائه می‌دهد:



شکل ۷. توضیح تصویری استدلال‌های تقریبی بودن روش دایره هندیه



شکل ۸. تعیین قبله وقتی اختلاف طول جغرافیایی شهر با مکه نود درجه یا بیشتر باشد.

در فصل اول حالتی مطرح می‌شود که اختلاف طول جغرافیایی شهر با مکه نود درجه یا بیشتر باشد. او یادآور می‌شود که «بعضی از محققین در این دو صورت حیلتی در استعمال مطلوب کرده‌اند»؛ از جمله ترسیم خطی موازی با خط اعتدال و تعیین نقطه‌ای که به منزله سمت رأس مکه عمل کند و سپس کشیدن خطی از مرکز دایره به آن نقطه تا جهت قبله مشخص شود. همچنین بیان می‌کند که اگر شهر در این حالت عظیم‌العرض باشد، مقدار عرض مکه خود به صورت قوس انحراف از نقطه شمال در نظر گرفته می‌شود و با اندازه‌گیری آن بر دایره هندیه جهت قبله تعیین می‌گردد (شکل ۸).



شکل ۹. تعیین قبله برای شهری که طول جغرافیایی آن

با مکه یکسان است

در فصل دوم حالتی را بررسی می‌کند که طول جغرافیایی شهر و مکه یکسان باشد. در این وضعیت قوس انحراف وجود ندارد و جهت قبله بر امتداد خط نصف‌النهار قرار می‌گیرد؛ بنابراین نمازگزار باید بر همان خط رو به شمال یا جنوب بایستد. برای توضیح این حالت، مؤلف از شهرهایی مانند صنعا در یمن، ارزن‌الروم، اربیل و ارمیه مثال می‌آورد (شکل ۹).

در فصل سوم می‌گوید اگر اختلاف طول میان شهر و مکه برابر با نیم‌دور باشد و هر دو بر یک دایره نصف‌النهار قرار گیرند، جهت قبله یا در سوی شمالی خط نصف‌النهار است یا در سوی جنوبی آن، که این امر به مقدار

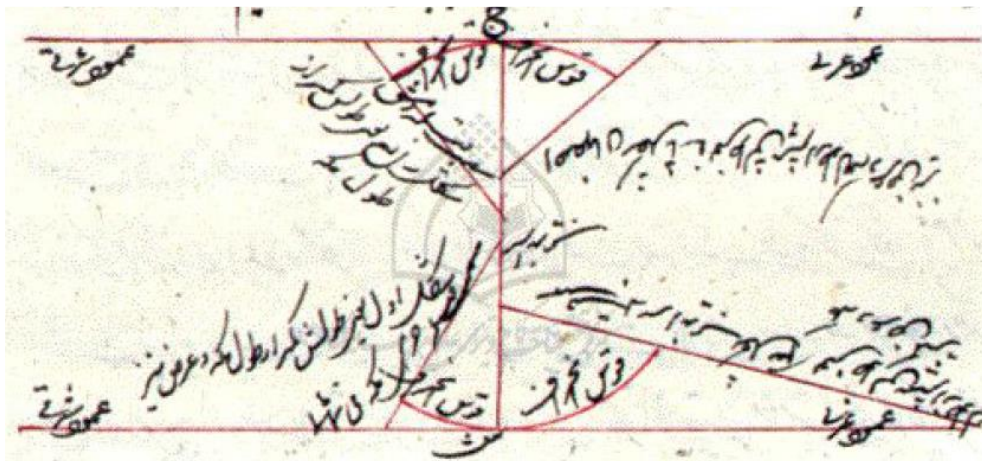
عرض شهر نسبت به عرض مکه بستگی دارد. اگر عرض جنوبی شهر با عرض مکه برابر باشد، در آن صورت جهت خاصی برای قبله متعین نخواهد بود.

در فصل چهارم مؤلف حالتی را بررسی می‌کند که عرض جغرافیایی شهر و مکه از نظر مقدار و جهت یکسان باشد. برای نمونه از شهر طنجه در مغرب یاد می‌کند. او متذکر می‌شود که برخی از منجمان، مانند «کوشیار»، «ابرخس» و «ابن الاعلم»، گمان کرده‌اند که در چنین حالتی خط مشرق و مغرب همان خط سمت قبله است؛ اما مؤلف این نظر را نادرست می‌داند و توضیح می‌دهد که شهرهای هم‌عرض در واقع بر یک مدار یومی قرار دارند، نه بر یک دایره اول سموت، از این رو قبله دقیقاً بر امتداد خط مشرق و مغرب واقع نمی‌شود و تعیین آن با دایره هندیه بدون خطای قابل توجه ممکن نیست.

در فصل پایانی باب دوم، حالتی بسیار خاص یعنی عرض نود درجه (نواحی قطبی) مطرح می‌شود. در این مناطق جهات جغرافیایی به صورت معمول مشخص نیست؛ از این رو حکما برای تعیین قبله در چنین شرایطی از پدیده‌های نجومی مانند خسوف بهره می‌گرفته‌اند. بدین ترتیب با آگاهی از زمان آغاز خسوف نسبت به نصف النهار مکه و رسم خط سایه شاخص در پرتو ماه، دایره‌ای ترسیم و درجات آن تقسیم می‌شود؛ سپس با تبدیل فاصله زمانی به درجات، نقطه‌ای بر دایره تعیین و خطی از مرکز به آن کشیده می‌شود که جهت قبله را نشان می‌دهد.

### ۶. باب سوم: روش اخراج عمود بر نصف النهار

در باب سوم رساله، ملامظفر روشی دیگر برای تعیین جهت قبله بیان می‌کند که آن را «اخراج عمود» می‌نامد و در حقیقت صورت هندسی دیگری از همان روش دایره هندیه است. در این روش ابتدا خط نصف النهار بر سطحی هموار رسم و به اجزای مساوی تقسیم می‌شود. سپس بسته به موقعیت عرض جغرافیایی شهر نسبت به مکه (جنوبی بودن، مساوی بودن یا شمالی بودن عرض)، از انتهای خط نصف النهار خطی عمود در جهت شرق یا غرب رسم می‌کنند. پس از آن بر روی خط نصف النهار به اندازه مجموع عرض‌ها یا اختلاف عرض‌ها و بر روی عمود به اندازه اختلاف طول‌ها علامت می‌گذارند و این دو نقطه را با خطی مستقیم به هم وصل می‌کنند؛ این خط که وتر مثلث قائم‌الزاویه حاصل است، جهت قبله



شکل ۱۰. روش اخراج عمود بر نصف النهار-باب سوم

را نشان می‌دهد. قوسی که میان این خط و خط نصف النهار قرار می‌گیرد، قوس انحراف قبله به شمار می‌آید (شکل ۱۰). ملامظفر تصریح می‌کند که این روش در حقیقت با روش دایره هندیه از نظر نتیجه تفاوتی ندارد و تمام احکام و محاسبات مربوط به سمت قبله که در آن روش مطرح می‌شود، در اینجا نیز جاری است؛ تنها شیوه ترسیم متفاوت است.

## ۷. باب چهارم: تعیین جهت قبله با ابزارهای اندازه‌گیری

در باب چهارم، ملامظفر روش تعیین قبله را « به استعانت آلات قیاس » (مانند اسطرلاب و شاخص) توضیح می‌دهد و آن را از راه‌های دقیق و «تحقیقی» می‌داند، در برابر روش‌های ترسیمی و تقریبی. اساس این روش بر رصد خورشید در لحظه‌ای است که بر سمت الرأس مکه می‌گذرد؛ در آن زمان، در خود مکه سایه‌ای از اشیاء باقی نمی‌ماند و جهت سایه در دیگر شهرها دقیقاً مقابل سمت قبله است: «چون آفتاب به هفت درجه و چهل و هفت دقیقه جوزا یا به بیست و دو درجه و سیزده دقیقه سرطان تحویل کند، به سمت رأس مکه می‌رسد، چنان که اشخاص را به هیچ جهت ظلی نیفتد.»

در این حالت، درجه خورشید را در اسطرلاب بر خط نصف‌النهار قرار می‌دهند. سپس به اندازه اختلاف طول جغرافیایی میان محل مورد نظر و مکه، مری اسطرلاب را بر روی اجزای حجره حرکت می‌دهند. بعد بررسی می‌کنند که آن درجه بر کدام مقنطره ارتفاع قرار گرفته است. آن ارتفاع را از نظر مقدار و جهت مشخص کرده و به خاطر می‌سپارند. سپس مری عضاده را بر همان ارتفاع مطلوب تنظیم می‌کنند و منتظر می‌مانند تا زمانی که نور آفتاب از ثقبه علیا به ثقبه سفلی در ابزار برسد. در آن لحظه، منتصف ظلّ می‌قیاس در راستای مکه قرار خواهد داشت.

در ادامه باب چهارم نیز ملامظفر در چهار فصل به حالت‌های خاص می‌پردازد:

فصل اول: اگر اسطرلاب از نوع مُسَمَّت باشد، دیگر لازم نیست منتظر زمان خاص بمانند. همان ارتفاعی را که مری پس از حرکت به آن رسیده تعیین می‌کنند و جهت آن را نسبت به شرق، غرب، شمال یا جنوب می‌سنجند. حاصل این کار قوس انحراف قبله است و با اندازه‌گیری آن روی دایره هندیه و کشیدن خط از مرکز دایره، سمت قبله مشخص می‌شود.

فصل دوم: اگر اسطرلاب در دسترس نباشد، اختلاف طول جغرافیایی میان محل و مکه را به ساعت تبدیل می‌کنند. سپس با استفاده از ساعت یا ابزارهای سنجش زمان، زمانی را اندازه می‌گیرند که در آن منتصف ظلّ می‌قیاس در راستای مکه قرار می‌گیرد. در آن لحظه اگر شخص در امتداد سایه رو به خورشید بایستد، رو به مکه خواهد بود.

فصل سوم: اگر اختلاف طول جغرافیایی از نصف قوس نهار مربوط به دو درجه یادشده بیشتر باشد، این روش عملی نیست؛ زیرا در آن حالت خورشید هنگام رسیدن به آن درجات زیر افق قرار می‌گیرد. مقدار نصف قوس نهار نیز بسته به عرض جغرافیایی شهرها متفاوت است و در سرزمین‌های شمالی یا جنوبی از ربع دور کم یا زیاد می‌شود.

فصل چهارم: اگر زمان مشاهده فراهم نباشد تا وقتی که خورشید به آن دو درجه برسد، می‌توان با اسطرلاب مسمت به صورت محاسباتی عمل کرد. درجه مورد نظر در منطقه البروج روی خط وسط السماء قرار داده می‌شود و مری به اندازه اختلاف طول به سمت شرق یا غرب حرکت داده می‌شود. سپس از دایره‌های سُموت جهت به دست آمده را گرفته و با کسر آن از ربع دور، قوس انحراف قبله و در نهایت سمت قبله تعیین می‌شود.

## ۸. باب پنجم: روش محاسباتی بر اساس زیج‌ها

در باب پنجم، ملامظفر دقیق‌ترین روش تعیین قبله را معرفی می‌کند که مبتنی بر محاسبات نجومی و قواعد مذکور در زیج‌ها است. او تصریح می‌کند که این روش از دیگر شیوه‌ها به حقیقت نزدیک‌تر است، اما به سبب اتکای آن بر محاسبات پیچیده نجومی و جداول مثلثاتی دشوارتر نیز هست: «این طریق از سایر طرق اقرب است به تحقیق، لیکن اشکل است، چه مبنی است بر حسابات کثیره نجومیه... ما آن را از زیج سلطانی به عبارت موضع نقل کردیم» (گ ۲۱ر).

در ابتدای باب پنجم مؤلف تصریح می‌کند که نسبت طول جغرافیایی شهر با مکه «از پنج قسم خالی نیست». با این حال، در نسخه مورد استفاده در شمارش این اقسام نوعی آشفتگی دیده می‌شود؛ به گونه‌ای که پس از قسم دوم، به جای ذکر قسم سوم، عدد «۴» آمده و بدین ترتیب تنها چهار مورد به صراحت در متن مشاهده می‌شود. با توجه به ادامه توضیحات مؤلف در همان باب، می‌توان دریافت که مقصود او در واقع پنج حالت بوده است: قسم اول: اتفاق طول، قسم دوم: اختلاف طول کمتر از ربع دور، قسم سوم: اختلاف طول برابر با نصف دور، قسم چهارم: اختلاف طول بیش از ربع و کمتر از نصف دور و قسم پنجم: و اختلاف طول بیش از نصف دور.

در ادامه باب، مؤلف تصریح می‌کند که مقصود از برخی از این اقسام پیش‌تر بیان شده است. او در ادامه به توضیح تفصیلی قسم اول، دوم و چهارم می‌پردازد.

نخست مؤلف حالت اتفاق طول را بیان می‌کند. مقصود از این حالت آن است که طول جغرافیایی بلد و مگه یکسان باشد و در نتیجه اختلاف طول میان آن دو صفر گردد. در این صورت بلد و مگه بر یک نصف‌النهار قرار می‌گیرند و مسئله تعیین جهت قبله به صورت ساده‌تری قابل حل است. عبارت متن چنین است: «اما در آفاق مایله جیب عرض مگه را در جیب عرض بلد منحنی ضرب کنیم و حاصل را در جدول جیب مقوس کنیم. و بر جیب تمام آن قوس، جیب تمام عرض مگه را منحنی تقسیم کنیم، خارج قسمت جیب انحراف باشد، از نقطه شمال». بر اساس این دستور، مراحل محاسبه به زبان امروزی چنین است: ابتدا جیب (سینوس) عرض مگه در جیب عرض بلد ضرب می‌شود. اگر عرض مگه را با  $\varphi_M$  و عرض بلد را با  $\varphi_B$  نشان دهیم، مقدار میانی چنین خواهد بود:

$$x = \sin \varphi_M \sin \varphi_B$$

سپس قوس این مقدار از جدول جیب استخراج می‌شود:

$$\theta = \arcsin x$$

در مرحله بعد، جیب تمام (کسینوس) عرض مگه بر جیب تمام این قوس تقسیم می‌شود و حاصل آن جیب انحراف قبله است:

$$\sin A = \frac{\cos \varphi_M}{\cos \theta}$$

قوس این مقدار از جدول جیب گرفته می‌شود و نتیجه زاویه انحراف قبله از نقطه شمال افق است. پس از بیان این حالت، مؤلف به توضیح روش در قسم دوم و چهارم می‌پردازد. در این بخش، محاسبه از طریق استخراج چند مقدار میانی انجام می‌شود که در متن با عنوان «محفوظ» از آن‌ها یاد شده است. این محفوظ‌ها در واقع مقادیر کمکی برای حل مثلث کروی میان قطب شمال، بلد و مگه با استفاده از جداول جیب هستند. در اینجا یکی از حالت‌هایی که مؤلف برای این قسم بیان می‌کند بررسی می‌شود؛ یعنی حالتی که اختلاف طول کمتر از ربع دور باشد و عرض بلد شمالی باشد. متن اصلی با کمی خلاصه‌سازی چنین است:

و در قسم ۲ جیب مابین الطولین را در جیب تمام عرض مکه منحنی ضرب کنیم و حاصل را در جدول جیب مقوس کنیم. تمام آن محفوظ اول باشد، پس جیب عرض مکه را بر جیب محفوظ اول منحنی قسمت کنیم و از جدول جیب قوس خارج برگردیم و محفوظ خوانیم. پس اگر مابین الطولین از ربع دور کمتر باشد و عرض بلد، شمالی بود، محفوظ دوم را بر تمام عرض بلد افزائیم، حاصل محفوظ سیم باشد. پس جیب محفوظ سیم را در جیب محفوظ اول منحنی ضرب کنیم و قوس آن محفوظ چهارم بود. سپس محفوظ چهارم را از ربع دور نقصان کنیم. مسافت میان بلد مفروض و مکه حاصل آید. پس جیب تمام محفوظ اول را بر جیب مسافت منحنی قسمت کنیم، خارج قسمت جیب انحراف باشد. از نقطه شمالی (گ) (۲۲).

در گام نخست محفوظ اول به دست می‌آید. برای این منظور جیب اختلاف طول میان بلد و مکه در جیب تمام عرض مکه ضرب می‌شود و قوس حاصل از جدول جیب استخراج می‌گردد، سپس «تمام» آن قوس گرفته می‌شود. اگر اختلاف طول را با  $\Delta\lambda$  نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\sin \Delta\lambda \cos \varphi_M$$

قوس این مقدار از جدول جیب استخراج می‌شود و با گرفتن تمام آن، محفوظ اول  $H_1$  حاصل می‌شود:

$$H_1 = \arcsin(\sin \Delta\lambda \cos \varphi_M)$$

در مرحله دوم محفوظ دوم محاسبه می‌شود. در این مرحله جیب عرض مکه بر جیب محفوظ اول

تقسیم می‌شود و قوس حاصل از جدول جیب استخراج می‌گردد:

$$H_2 = \arcsin\left(\frac{\sin \varphi_M}{\sin H_1}\right)$$

در گام سوم، با توجه به اینکه اختلاف طول کمتر از ربع دور است و عرض بلد شمالی فرض شده است، باید محفوظ دوم با تمام عرض بلد جمع شود. از آنجا که تمام عرض بلد برابر با  $90 - \varphi_B$  است، خواهیم داشت:

$$H_3 = H_2 + (90 - \varphi_B)$$

حاصل این جمع محفوظ سوم نامیده می‌شود.

در مرحله بعد محفوظ چهارم استخراج می‌شود. برای این کار جیب محفوظ سوم در جیب محفوظ اول

ضرب می‌شود و قوس حاصل از جدول جیب گرفته می‌شود:

$$H_4 = \arcsin(\sin H_3 \sin H_1)$$

پس از آن فاصله کروی میان بلد و مگه محاسبه می‌شود. در این حالت خاص، محفوظ چهارم از ربع دور کسر می‌شود و حاصل آن مسافت میان بلد و مگه خواهد بود:

$$D = 90 - H_4$$

در نهایت مقدار انحراف قبله به دست می‌آید. برای این منظور جیب تمام محفوظ اول بر جیب مسافت تقسیم می‌شود و خارج قسمت جیب انحراف خواهد بود:

$$A = \arcsin\left(\frac{\cos H_1}{\sin D}\right)$$

نتیجه حاصل زاویه انحراف قبله از نقطه شمال افق است.

پس از بیان این حالت، مؤلف حالات دیگری را نیز برای اقسام دوم و چهارم ذکر می‌کند که تفاوت آن‌ها عمدتاً در نحوه جمع یا تفریق برخی از مقادیر میانی و نیز در تعیین مسافت نهایی است. این حالات به اختصار چنین‌اند:

۱. اختلاف طول کمتر از ربع دور و عرض بلد جنوبی.
  ۲. اختلاف طول کمتر از ربع دور و عرض بلد شمالی با حالت تفریق محفوظ دوم از تمام عرض بلد.
  ۳. اختلاف طول کمتر از ربع دور و عرض بلد جنوبی با حالت تفریق.
  ۴. اختلاف طول بیش از ربع دور و عرض بلد شمالی.
  ۵. اختلاف طول بیش از ربع دور و عرض بلد جنوبی.
- در همه این حالات ترتیب استخراج محفوظها ثابت می‌ماند و تنها علامت جمع و تفریق در برخی مراحل تغییر می‌کند؛ بدین ترتیب مؤلف با مجموعه‌ای از قواعد واحد، امکان تعیین جهت قبله را برای تمامی وضعیت‌های جغرافیایی فراهم می‌سازد.

در فصل اول از باب پنجم، مؤلف یادآور می‌شود که روش محاسباتی برای بسیاری از افراد دشوار است؛ از این رو قوس انحراف قبله را برای شماری از شهرهای مشهور محاسبه کرده و در جدولی ثبت کرده است تا با استفاده از آن و به کمک دایره هندیه بتوان جهت قبله را به آسانی تعیین کرد (شکل ۱۱). این جدول از سه ستون تشکیل شده است: ستون نخست نام بلاد، ستون دوم مقدار قوس انحراف، و ستون سوم جهت انحراف (شرقی یا غربی). بدین ترتیب، ناظر می‌تواند با استفاده از مقدار و جهت انحراف درج شده و به شیوه‌ای که پیش‌تر در بحث دایره هندیه بیان شده است، سمت قبله را به آسانی تعیین کند.



## ۹. ویژگی‌های علمی مؤلف

در این بخش برخی ویژگی‌های علمی ملامظفر را صرفاً با استناد به متن همین رساله بیان می‌کنیم. ساختار رساله، نوع استدلال‌ها، ارجاعات علمی و توجه به کاربرد عملی روش‌ها مجموعه‌ای از ویژگی‌های علمی او را آشکار می‌سازد که می‌توان آنها را در چند محور اصلی بررسی کرد.

**الف. آشنایی با مبانی هندسی کتاب اصول و نجوم کروی:** مؤلف در بخش‌های مختلف رساله، برای استحکام استدلال‌های هندسی خود به اشکالی از اصول اقلیدس استناد می‌کند: شکل چهاردهم از مقاله یازدهم اصول، شکل هشتم از مقاله اول، شکل نهم از مقاله اول، شکل بیست و نهم از مقاله سوم، و نیز به قوه شکل هشتم از مقاله سوم. در پایان رساله نیز در توضیح مبنای محاسبه فاصله میان شهرها و مکه به کتاب الأکر تألیف تاووسیوس اشاره می‌کند. مجموع این ارجاعات نشان می‌دهد که نویسنده با مبانی هندسی رایج و مفاهیم نجوم کروی آشنا بوده است.

**ب. آشنایی با سنت‌های علمی پیشین و رویکرد نقادانه نسبت به آراء منجمان:** ملامظفر در بخش‌های مختلف رساله به آثار و دیدگاه‌های منجمان پیشین اشاره می‌کند و گاه داده‌ها یا روش‌هایی را از منابع معتبر نقل می‌کند؛ از جمله تصریح می‌کند که برخی مطالب را از زیج سلطانی<sup>۱</sup> برگرفته است. او همچنین در تعریف طول جغرافیایی به اختلاف سنت‌ها در تعیین مبدأ طول اشاره کرده و می‌نویسد که نزد بیشتر حکمای یونان مبدأ طول «جزایر خالادات» در مغرب بوده است، در حالی که برخی از حکمای هند مبدأ را از سوی شرق و از موضعی موسوم به «گنگ‌دژ» در نظر می‌گرفته‌اند. افزون بر این، در مواردی به اختلاف نظر میان منجمان پرداخته و میان آنها داوری می‌کند. از جمله در تعریف «قوس سمت»، ملامظفر اختلاف دیدگاه منجمان را یادآور می‌شود و تصریح می‌کند که به نظر جمهور، قوس اول از دایره افق تا «دایره اول السموت» قوس سمت، و قوس دوم میان آن نقطه و دایره نصف النهار «تمام سمت» است؛ اما گروهی دیگر این اصطلاحات را معکوس دانسته‌اند و قوس دوم را «سمت» و قوس اول را «تمام سمت» نامیده‌اند. همچنین در یکی از فصول دیدگاه برخی منجمان مانند کوشیار، ابرخس و ابن الأعلم را که در صورت برابری عرض شهر با عرض مکه، خط مشرق و مغرب را خط قبله دانسته‌اند، نادرست می‌شمارد و

۱. زیج سلطانی تألیف الغیبیگ در حدود سال ۸۴۰ ق است.

توضیح می‌دهد که شهرهای هم‌عرض در واقع بر یک مدار یومی قرار دارند نه بر یک دایره اول سموت. این اشارات نشان می‌دهد که مؤلف افزون بر آشنایی با میراث علمی یونانی، اسلامی و هندی، در مواجهه با آراء پیشینیان نیز رویکردی تحلیلی و نقادانه داشته است.

**ج. آگاهی از روش‌های محاسباتی و مهارت در به‌کارگیری ابزارهای نجومی:** محتوای رساله نشان می‌دهد که مؤلف با هر دو جنبه نظری و عملی نجوم آشنایی داشته است. در بخش‌هایی از متن به استخراج مقادیر نجومی با استفاده از زیج‌ها اشاره می‌شود و در مواضع دیگر کاربرد ابزارهایی مانند اسطرلاب برای تعیین سمت یا استخراج ارتفاع اجرام سماوی مطرح می‌گردد. همچنین در رساله از ابزارهایی چون شاخص سایه، گونیا، پرگار و آلات اندازه‌گیری ارتفاع یاد شده و شیوه استفاده از آنها توضیح داده شده است؛ از جمله بهره‌گیری از سایه شاخص برای تعیین جهت قبله یا استخراج سمت از ارتفاع خورشید. این مطالب نشان می‌دهد که مؤلف علاوه بر آگاهی از روش‌های محاسباتی، با تبدیل داده‌های رصدی به مقادیر قابل استفاده و نیز با کاربرد عملی ابزارهای نجومی رایج در زمان خود آشنا بوده است.

**د. دقت عملی و توجه به جزئیات در اجرای روش‌ها:** یکی از ویژگی‌های رساله الحاتمیه توجه مؤلف به بیان دقیق جزئیات عملی در اجرای روش‌هاست. او در توضیح روش‌های رصدی و ترسیمی، افزون بر بیان اصل روش، به شرایط انجام اندازه‌گیری‌ها و عواملی که بر دقت نتیجه اثر می‌گذارند نیز توجه می‌کند. برای نمونه در بحث تسویه سطح زمین، چگونگی به‌کارگیری شاقول و گونیا و نحوه قرار دادن و گرداندن مسطره برای اطمینان از همواری کامل سطح را با دقت شرح می‌دهد. همچنین در روش «دایره هندیه» برای تعیین خط نصف‌النهار، نکاتی عملی مانند تناسب طول شاخص با فصل، مناسب بودن شکل نوک شاخص برای تشخیص دقیق سایه، و انتخاب زمان مناسب رصد - به‌ویژه هنگام انقلاب تابستانی - را یادآور می‌شود. این توجه به جزئیات نشان می‌دهد که مؤلف علاوه بر مبانی نظری، به شرایط واقعی مشاهده و محدودیت‌های ابزار نیز آگاه بوده و کوشیده است دستورالعمل‌هایی دقیق و قابل اجرا ارائه دهد.

**ه. نوآوری:** چنان که ذکر شد، ملامظفر در بحث تعیین خط نصف‌النهار، درباره روش هشتم می‌نویسد که این شیوه «به خاطر فاطر خطور کرده است». اگر این ادعا را بپذیریم، می‌توان برای او توانایی و گرایش به نوآوری قائل شد. بی‌آن‌که درباره پیشینه واقعی این روش داوری قطعی کنیم.

و. رویکرد آموزشی و نظام‌مند در تنظیم مطالب: ترتیب ابواب رساله از مباحث مقدماتی (استخراج نصف النهار) به روش‌های گوناگون تعیین قبله و در نهایت به روش دقیق محاسباتی نشان می‌دهد که مؤلف مطالب را به صورت مرحله‌ای و آموزشی تنظیم کرده است؛ به گونه‌ای که خواننده ابتدا با مقدمات آشنا شود و سپس به تدریج به روش‌های دقیق‌تر دست یابد. این نظم آموزشی خود یکی از ویژگی‌های مهم علمی این رساله است.

ز. پیوند دانش نظری با نیازهای عملی و توجه به تسهیل کاربرد روش‌ها: مؤلف در سراسر رساله می‌کوشد روش‌هایی عرضه کند که علاوه بر اتکای نظری بر مبانی هندسی و نجومی، در عمل نیز قابل استفاده باشند. ارائه جدول قوس انحراف قبله برای شهرهای مشهور و نیز توجه ویژه به شهر محل زندگی خود نشان می‌دهد که او دانش نجوم را در خدمت حل مسائل عملی جامعه به کار گرفته است. در همین راستا یکی از ویژگی‌های مهم رساله تلاش مؤلف برای آسان کردن بهره‌گیری از روش‌های نجومی است. او تصریح می‌کند که انجام محاسبات زیجی برای تعیین قبله برای بسیاری از افراد دشوار است؛ از این رو قوس انحراف قبله شهرهای مشهور را از پیش محاسبه کرده و آن را در قالب جدولی فراهم آورده است تا بتوان با استفاده از آن و به کمک دایره هندیه جهت قبله را به آسانی تعیین کرد. این رویکرد نشان می‌دهد که مؤلف افزون بر بیان مبانی نظری، به کارآمدی عملی و سهولت استفاده از روش‌ها نیز توجه داشته است.

## ۱۰. جمع‌بندی

رساله الحاتمیه اثر ملامظفر گنابادی از جمله آثاری است که در سنت نجوم اسلامی با هدف پاسخ‌گویی به نیازهای عملی، به‌ویژه تعیین خط نصف النهار و جهت قبله، تألیف شده است. بررسی ساختار و محتوای این رساله نشان می‌دهد که مؤلف با تکیه بر مبانی هندسه و نجوم کروی، مجموعه‌ای از روش‌های رصدی، هندسی و محاسباتی را برای این منظور گرد آورده و آنها را به صورت دستورهایی عملی عرضه کرده است. تنظیم رساله در قالب تعاریف مقدماتی، طرح چندین روش برای تعیین نصف النهار، و بیان شیوه‌های گوناگون برای تعیین سمت قبله، نشان‌دهنده رویکرد آموزشی و کاربردی مؤلف در نگارش این اثر است.

همچنین شواهد درون‌متنی رساله بیانگر آن است که مؤلف با برخی منابع و سنت‌های علمی پیشین آشنایی داشته و در مواردی به ساده‌سازی محاسبات و ارائه راه‌حل‌های عملی نیز توجه کرده است. از این‌رو، رساله الحاتمیه را می‌توان نمونه‌ای از آثاری دانست که در آن مباحث نظری نجوم در پیوند با نیازهای عملی مطرح شده و در قالب دستورهایی قابل استفاده برای تعیین جهت قبله و خط نصف‌النهار ارائه شده است.

## منابع

- اسفندیاری مهنی، زهرا. (۱۳۹۷). جایگاه منجمان در دوره صفویه. مجله مطالعات ایرانی، سال هفدهم، شماره ۳۴، <https://doi.org/10.22103/jis.2018.9107.1647>
- امیری مندی، مجید. (۱۳۹۷). منجمان گنابادی در دوره صفوی. میراث علمی اسلام و ایران، سال هفتم، شماره دوم، ص ۹۴-۱۰۲. <https://www.noormags.ir/view/fa/creator/765393>
- باباپور، یوسف‌بیگ؛ موذن، منصور و شادمان، حسین. (۱۳۹۶). دورساله در معرفت سمت قبله، نشر منشور سمیر، ص ۱۶ و ۱۷ <https://noorlib.ir/book/view/127716>
- سهیلی خوانساری، احمد (مصحح). (۱۳۱۷). ذیل تاریخ عالم آرای عباسی. اسکندریک ترکمان و محمد یوسف مورخ. اسلامیه، تهران. ص ۲۷۶.
- صدرایی خوبی، علی. (۱۳۹۰). اثری نویافته از ستاره شناس شهیر ملامظفر گنابادی. پیام بهارستان بهار، دوره دوم، سال سوم، شماره ۱۱، ص ۶۷۷-۶۹۸. <http://noo.rs/pMv0K>
- علیزاده غریب، حسین. علی بن محمد قاسم منجم مظفر گنابادی. پژوهش‌های ایران‌شناسی، جلد بیست و یکم. <https://mirasmaktoob.com/?p=4026>
- قلندری، حنیف. (۱۳۹۰). مروری بر سنت نگارش آثار هیئت نزد دانشمندان اسلامی. کتاب ماه علوم و فنون، دوره ۲، شماره ۵۱، ص ۸-۲۳. <http://noo.rs/LktLP>
- گمینی، امیر محمد. (۱۳۹۲). گستره و تنوع آثار هیئت در تمدن اسلامی. تاریخ علم، دوره ۱۱، شماره ۲، ص ۲۴۳-۲۹۰. [https://jihs.ut.ac.ir/article\\_57489.html](https://jihs.ut.ac.ir/article_57489.html)
- گنابادی، مظفر بن محمد قاسم. (۱۰۱۹ قمری). استخراج خط نصف‌النهار و قبله، نسخه متنی کتابخانه ملی ایران به شماره ۲۰۹۵/۱، کتابخانه دیجیتال نور <https://noorlib.ir/author/21938>
- گنابادی، مظفر بن محمد قاسم، تنبیهات المنجمین، نسخه کتابخانه و موزه ملی ملک، شماره نسخه ۳۴۴۹ <http://malekmuseum.org/multimedia/download/18>
- گنابادی، مظفر بن محمد قاسم، شرح بیست باب نام در معرفت تقویم تام، نسخه متنی کتابخانه مرکزی آستان قدس رضوی، کتابخانه دیجیتال نور. <https://noorlib.ir/author/21938>

منشی، اسکندر. (۱۲۷۶). تاریخ عالم آرای عباسی، دار الطباعة آقا سید مرتضی، تهران، ۱۲۷۶، کتابخانه

دیجیتال نور، <https://noorlib.ir/book/info/41536>

مهمان نواز، محمود. (۱۳۹۹). تأثیرپذیری زمامداری شاه عباس اول صفوی از تنجیم. فصل نامه علمی

پژوهش‌نامه تاریخ اسلام، سال دهم، جلد اول، شماره سی و هفتم، ص ۸۵-۱۰۵.

<http://journal.isihistory.ir/article-1-976-en.html>

یغمایی، اقبال. (۱۳۷۲). سفرنامه ژان شاردن، نشر توس، جلد سوم

<https://noorlib.ir/book/info/3237>