

A New Discovered Method for Determining the Qibla Direction of Isfahan

Attributed to Muḥammad Bāqir Yazdī

Zahra Pournajaf¹ , Amirmohammad Gamini²  

1. Phd Candidate, Institute for the History of Science, University of Tehran, E-mail: zpournajaf@ut.ac.ir

2. Institute for the History of Science, University of Tehran, Email: amirgamini@ut.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 30 August 2025

Revised: 29 October 2025

Accepted: 01 November 2025

Published online: 11 November 2025

Keywords:

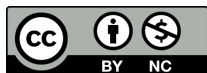
Muḥammad Bāqir Yazdī, Qibla of Isfahan, Sundial, Qibla determination, Spherical trigonometry, Ibn Yūnus

ABSTRACT

Astronomical works from the Islamic era include various methods for determining the Qibla direction of cities. Among these are techniques for finding the Qibla when its angular deviation is known, using the sun. Some astrolabes even feature diagrams on their reverse side that indicate the Qibla direction based on the sun's altitude. Notably, Ibn Yunus describes a method that determines the Qibla by calculating the time elapsed since sunrise. Certain sundials have also been discovered that mark the time since sunrise rather than the local equinoctial hour. Building on these established premises, this article investigates a treatise that presents a previously undocumented method for determining the Qibla direction, attributed to Muḥammad Bāqir Yazdī, a distinguished mathematician of the Safavid era. According to the treatise, Yazdī claimed that the city of Isfahan possesses a unique property: after a fixed interval following sunrise, the sun aligns with the Qibla direction. While the author of the treatise offers a proof of this claim, he does not explain how the interval is calculated. Moreover, different manuscript versions report varying values for this interval. We perform the necessary astronomical calculations to evaluate these claims and demonstrate that the reported intervals deviate by more than one hour from the correct value, making it impossible to determine which value Yazdī originally intended.

Cite this article: Pournajaf Z. & Gamini, A. (2025). A New Discovered Method for Determining the Qibla Direction of Isfahan Attributed to Muḥammad Bāqir Yazdī. *Journal for the History of Science*. 23 (1), 111-130.

DOI: 10.22059/jihs.2025.401539.371836



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

روش نویافته محمدباقر یزدی برای یافتن قبله اصفهان

زهرا پورنجف^۱، امیر محمد گمینی^۲۱. دانشجوی دکتری تاریخ علم دوره اسلامی، پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران، رایانامه: zpournajaf@ut.ac.ir۲. پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران، amirgami@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۸	در آثار نجومی دوران اسلامی، روش‌هایی برای محاسبه قبله شهرها آمده است. به‌علاوه، شیوه‌هایی هم برای یافتن جهت قبله در حالتی که مقدار انحراف قبله معلوم است، از روی خورشید یا ساعت وجود دارد، از جمله نمودارهایی در پشت بعضی اسطرلاب‌ها که جهت قبله را از روی ارتفاع خورشید به دست می‌دهند. اما ابن یونس روشی دیگر نیز آورده که به جای زمان گذشته از طلوع خورشید جهت قبله معین می‌شود. علاوه بر این، ساعت‌آفتابی‌هایی نیز یافت شده‌اند که به جای زمان مستوی محلی، زمان گذشته از طلوع را نمایش می‌دهند. در پرتوی این دو یافته، مقاله حاضر رساله‌ای را بررسی می‌کند شامل روشی ناشناخته برای یافتن جهت قبله که آن را به محمدباقر یزدی، ریاضیدان بزرگ دوران صفوی، منسوب می‌کند. طبق این رساله، یزدی ادعا کرده بوده که شهر اصفهان دارای خاصیتی است که خورشید پس از گذشت زمان ثابتی از طلوع، در جهت قبله قرار می‌گیرد. نویسنده رساله این ادعا را اثبات می‌کند ولی روش محاسبه آن مدت زمان را نمی‌گوید. در نسخ مختلف مقادیر گوناگونی برای این عدد آمده است. از این رو، محاسبات لازم برای یافتن آن را انجام می‌دهیم و نشان می‌دهیم که این اعداد کمتر از ۱ ساعت با مقدار صحیح فاصله دارند و نمی‌توان مشخص کرد که کدام یک مد نظر یزدی بوده است.
کلیدواژه‌ها: محمدباقر یزدی، قبله اصفهان، ساعت‌آفتابی، قبله‌یابی، مثلثات کروی، آنالما، ابن یونس	
استناد: پورنجف، زهرا؛ و گمینی، امیرمحمد (۱۴۰۴). روش نویافته محمدباقر یزدی برای یافتن قبله اصفهان. تاریخ علم، ۲۳ (۱)، ۱۱۱-۱۳۰.	
DOI: http://doi.org/10.22059/jihs.2025.401539.371836	
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.	



مقدمه: قبله یابی در دوره اسلامی^۱

در دوره اسلامی، تعیین جهت قبله یکی از مسائل مثلثات کروی بود که در سنت‌های ریاضی پیشین سابقه‌ای نداشت. بسیاری از آثار ریاضیدانان یونانی در مثلثات کروی به زبان عربی ترجمه شد و این دانش به دست ریاضیدانان دوران اسلامی، به‌ویژه در مقالید علم الهمیئة نوشته ابوریحان بیرونی (Kennedy, 1971)، جامع قوانین علم الهمیئة نوشته حسام‌الدین سالار (معصومی، ۱۳۸۹) و کشف القناع عن اسرار شکل القطاع نوشته نصیرالدین طوسی (مهدوی، ۱۳۸۸) به صورت رشته‌ای مستقل درآمد.

این مبانی مثلثاتی در یافتن روش‌های مختلف محاسبه زاویه انحراف قبله، به ریاضیدانان یاری می‌رساند. برای این کار لازم بود زاویه بین نصف‌النهار را با دایره‌ای عظیمه که از موقعیت ناظر و شهر مکه روی کره زمین می‌گذشت به دست آورند. به این منظور باید مختصات ناظر و همچنین شهر مکه معلوم باشد. اولین منجمان مسلمانی که این مسئله را مورد توجه قرار دادند، راه‌حل‌های تقریبی در پیش گرفتند که همگی بر اساس طراحی نقشه بودند. در این نقشه‌ها شخص مکان خود را با خطکشی به مکه وصل و زاویه میل نصف‌النهار محلی را اندازه‌گیری می‌کرد. این روش تقریبی در نواحی مصر و ایران قابل اعتماد بود ولی در مناطق دورتر دقت کمتری داشت (King, 1999: 93).

با این حال، در اوایل قرن سوم هجری نیز، راه‌حل‌های دقیقی با استفاده از هندسه فضایی و روش‌های مسطح‌نمایی (آنالما)^۲ مورد استفاده قرار گرفت (حسین‌زاده: ۳۰)، و در قرن چهارم راه‌حلی با استفاده از مثلثات کروی ارائه شد.^۳ شناخته‌شده‌ترین روش دقیق، حداقل در ایران، در بین متخصصان «روش زیج‌ها» بود (King, 1999: 56). «روش زیج‌ها» برای تعیین قبله در قرن سوم هجری احتمالاً نخستین بار به دست حبش حاسب تدوین شد. این روش همچنین مورد استقبال ریاضیدانان بعدی چون ابن یونس^۴، عبدالرحمن صوفی، ابوالوفاء بوزجانی^۵ و ابوسهل کوهی و نیز ریاضیدانان متأخری چون کاشانی و ابن معاذ

۱ برای آشنایی بیشتر با روش‌های قبله‌یابی در دوره اسلامی بنگرید به موسوی (۱۳۹۳).

2. Analemma

۳ برای نمونه‌ای از روش‌های مثلثات کروی به شیوه آنالما برای یافتن قبله بنگرید به Kennedy (1974) و نیز بنگرید به Berggren (1980).

۴ برای آشنایی با روش قبله‌یابی ابن یونس بنگرید به King (1973).

۵ برای آشنایی با روش قبله‌یابی بوزجانی بنگرید به Moussa (2011).

و ابن اسحاق قرار گرفت. در واقع یکی از نتایج تلاش‌های دانشمندان مسلمان برای محاسبه دقیق انحراف قبله، تهیه جداولی بود که تغییرات این زاویه را برای هر درجه اختلاف طول جغرافیایی از مکه و یا عرض جغرافیایی بر پایه فرمول‌های تقریبی و دقیق به دست می‌داد. نخستین آن‌ها در بغداد، احتمالاً در قرن سوم هجری، تهیه شده است (King, 1999: 65). اکثر زیج‌های دوره اسلامی حاوی فصلی در مورد تعیین قبله بودند؛ در مقابل تعداد رساله‌هایی که به‌طور خاص به مسئله قبله می‌پرداختند، بسیار کم است (Wensinck & Schoy, 1986: 83). معمولاً نسخه‌های این جداول قدیمی پر از اشتباه است. کینگ بعضی از مشهورترین ریاضیدانان و منجمان دوره اسلامی را که چنین جداولی تهیه کرده‌اند معرفی کرده است (King, 1999: 65-67):

۱. جدول قبله ابن هیثم که در زندگینامه خودنوشتش به آن اشاره کرده، ولی نسخه‌ای از آن باقی نمانده است.
۲. از جدول عبدالرحمن خازنی نیز نسخه‌ای باقی نمانده است. او در زیج سنجرى خاطر نشان می‌کند که جدولی برای انحراف قبله به صورت تابعی از تفاوت طول و عرض جغرافیایی با مکه تدوین کرده است.
۳. سنجر کمالی معروف به سیف منجم (شیراز، قرن هشتم هجری) یک جدول قبله در زیج اشرفی خود دارد که توسط هوخندایک به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (Hogendijk, 1994). نوع دیگری از جداول قبله مقادیر انحراف قبله را در شهرهای مشهور جهان اسلام به دست می‌دادند. جداولی روی برخی افزارهای نجومی دیده می‌شود که در آن‌ها انحراف قبله مکان‌های مختلف همراه با طول و عرض‌های جغرافیایی آن‌ها، داده می‌شدند. قدیمی‌ترین جدول از این نوع که بر افزاری درج شده باشد روی اسطرلاب‌های مختلف عمر بن دولتشاه کرمانی و سه نسل از فرزندان و نواده‌های او در قرون هشتم و نهم هجری نقش شده‌اند. علاقه به مسئله قبله‌یابی در بین افزارسازان صفوی به اوج خود می‌رسد^۱ (King, 1999: 87). راه حل ریاضی نهایی برای مسئله قبله توسط الخلیلی دانشمند قرن هشتم

۱. در باره علل اقبال زیاد به ساخت قبله نماها در دوره صفوی بنگرید به (Mousavi (2024).

ارائه شد که جداولی برای قبله تمامی عرض ها و طول های جغرافیایی ارائه داد (Wensinck&Schoy, 1986: 83).^۱

یافتن جهت قبله از روی خورشید

با این وجود، نوع دیگری از جداول قبله در منابع یافت می شوند که هدف دیگری داشتند که ظاهراً اولین بار به دست ابن یونس (قاهره، وفات حدود ۳۹۹ ق) تهیه شد. او در این جدول، ارتفاع خورشید را هنگامی که در جهت قبله قاهره واقع می شود، برای هر درجه طول دایرة البروجی خورشیدی محاسبه و عرضه کرده است. جداولی شبیه جدول ابن یونس در مورد قاهره، در قرون بعدی برای مکان هایی چون مراغه و دمشق نیز تهیه شد (King, 1999: 70). بنابراین با این جدول می توان جهت قبله را برای یک مکان خاص در هر روزی از سال، با داشتن مقدار طول خورشید در آن روز، یافت. در واقع، کاربرد این جدول با جداول نوع قبل متفاوت است. این نوع جدول نتیجه محاسبات برای جهت قبله شهرهای مختلف را عرضه نمی کند، بلکه برای «یافتن» جهت معلوم قبله در یک شهر خاص است. کاربرد این نوع از جداول قبله، کمک به نمازگزاران برای یافتن قبله آن شهر در هر روز از سال است. بنابراین «محاسبه زاویه انحراف قبله» یک نوع مسأله در ارتباط با قبله است و «شیوه یافتن قبله» مسأله ای دیگر. یعنی هدف مسأله اول محاسبه جهت قبله است ولی در مسأله دوم جهت قبله معلوم است، و هدف صرفاً آن است که شیوه ای ساده بیابیم که در هر زمان بتوان به راحتی آن جهت را مشخص کرد.

نمودار پشت بعضی اسطرلاب ها هم برای مسأله دوم ترسیم می شدند. این نمودار دارای منحنی هایی بود برای یافتن جهت قبله از روی ارتفاع خورشید در شهرهایی مشخص بر حسب روزهای سال. نمونه ای از این نمودار روی اسطرلابی ساخته محمد مهدی خادم یزدی (بین سال های ۱۰۵۹ تا ۱۰۸۷ ق) دیده می شود (ربع بالا راست در شکل ۱). در این نمودار، می توان ارتفاع خورشید را وقتی در جهت قبله قرار می گیرد یافت و از این طریق قبله را پیدا کرد (King, 1999: 107). به این منظور، باید روز مورد نظر را بر اساس گاهشماری شمسی دانست. دو سر پایین و چپ نمودار اسامی برج های سال و روزهای آن ها ثبت شده و روی محیط ربع دایره، اسامی شهرها (طوس، یزد، اصفهان، بغداد، کوفه) و عرض های جغرافیایی

۱. برای آشنایی با جداول الخلیلی بنگرید به King (1975).

آنها آمده است. در شکل ۱، با گروه خم‌های بالایی می‌توان ارتفاع خورشید را در لحظه ظهر هر روز از سال برای هر ۲ درجه میان عرض‌های ۳۰، ۳۳، ۳۶، ۳۹ و ۴۲ درجه پیدا کرد. با گروه خم‌های پایینی می‌توان ارتفاع خورشید را در هر روز از سال وقتی در راستای قبله است، یافت.^۱



شکل ۱: اسطرلاب محمد مهدی خادم یزدی (موزه تاریخ علم آکسفورد به شماره ۴۵۵۸۱).^۲

۱. برای آشنایی بیشتر با روش قبله یابی از طریق اسطرلاب بنگرید به (Morrison (2006: 142-145).

۲. تصویر برگرفته از وبسایت موزه تاریخ علم دانشگاه آکسفورد به آدرس زیر:

<https://www.hsm.ox.ac.uk/collections-online#/item/hsm-catalogue-2099>

به غیر از روش یافتن قبله از روی ارتفاع خورشید، ابن یونس روش دیگری نیز دارد بر اساس زمان. او رساله‌ای دارد تحت عنوان غایة الانتفاع في معرفة الدائر وفضله والسمت من قبل الإرتفاع. کینگ نشان می‌دهد که اصطلاح «الدائر» یعنی زمان گذشته از طلوع خورشید یا زمان باقی‌مانده به غروب آن و «فضل الدائر» یعنی زاویه ساعتی (King, 1973: 349). در نسخه ۳۶۷۳ چسترییتی، جدولی از این رساله دیده می‌شود که در آن زاویه ساعتی خورشید را در هر روز از سال، وقتی در جهت قبله قاهره قرار می‌گیرد، به دست می‌دهد. از میان نسخه‌هایی که کینگ در دست داشته، این جدول را تنها در همین نسخه دیده است (King, 1973: 368). به عقیده او، می‌توان مدت زمان گذشته از طلوع را نیز با این جدول پیدا کرد ولی در نسخه ۱۹۱ مجموعه تیموریه مصر جدولی یافته که مستقیم زمان گذشته از طلوع را نمایش می‌دهد. ما این جدول را در نسخه ۶۸۰۱ مجلس (۱۰۷ پ) نیز یافتیم (شکل ۴).

اما چگونه می‌توان زمان گذشته از طلوع را به دست آورد؟ مطمئناً این کار با استفاده از ساعت‌های آفتابی شدنی بود، به این صورت که زمان طلوع خورشید را روی ساعت ببینیم. البته کار دشواری است، چون نیاز است به افقی باز و صفردرجه دسترسی داشته باشیم تا شعاع خورشید در لحظه طلوع روی ساعت بیفتد و ساعت طلوع را نشان دهد؛ مگر اینکه زمان طلوع را از قبل حساب کرده باشیم. اما در میان ساعت‌های آفتابی متنوعی که از دوران اسلامی به جا مانده است، نوعی ساعت آفتابی دیده می‌شود که مختص یافتن ساعت گذشته از طلوع است. نمونه‌هایی از قطب‌نما و ساعت آفتابی ساخته شده در ایران قرن ۱۲ هجری (۱۸ میلادی) که جهات قبله شهرها روی در آن‌ها حک شده، در شکل‌های ۲ و ۳ دیده می‌شوند. این‌ها ساعت‌های آفتابی معمولی نیستند، یعنی بر خلاف ساعت‌های آفتابی مرسوم که ساعت مستوی محلی را نمایش می‌دهند، این‌ها ساعات گذشته از طلوع خورشید را نشان می‌دهند، کارکردی که مشابه آن به ندرت دیده شده است. کارکرد آنها به این صورت است که نوک سایه شاخص عمودی (که بر نقطه سیاه مرکزی نصب می‌شده) روی خطوطی می‌افتد که با اعداد یک تا چهارده مشخص شده‌اند و تعداد ساعات گذشته از طلوع را نشان می‌دهند.

شکل ۴: جدول ساعات گذشته از طلوع خورشید وقتی در جهت قبله قاهره است برای هر روز از سال (نسخه ۶۸۰۱ کتابخانه مجلس از کتاب غایة الانتفاع نوشته ابن یونس)

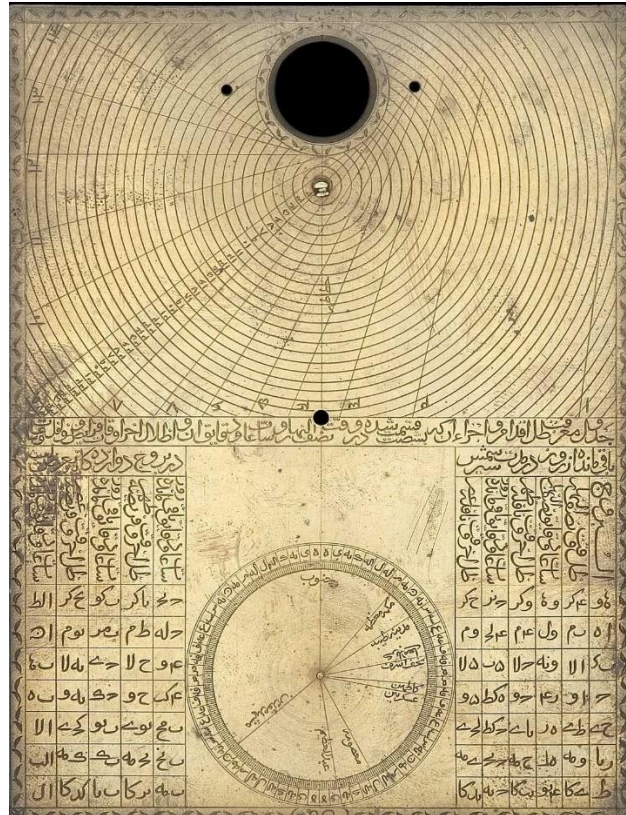


شکل ۲: ابزاری شامل قبله‌نمای مغناطیسی و ساعت آفتابی زمان از طلوع گذشته که در موزه تاریخ علم دانشگاه آکسفورد، به شماره ۳۴۵۶۶، نگهداری می‌شود.^۱

۱. تصویر برگرفته از وبسایت موزه تاریخ علم دانشگاه آکسفورد به آدرس زیر:

https://www.hsm.ox.ac.uk/collections-online?utm_source=HSMHomePage&utm_medium=homepagebanner&utm_campaign=CollectionsOnline&utm_id=%20CollectionsOnline%20&utm_content=%20CollectionsOnlineHomePage#/item/hsm-catalogue-2970

برای آشنایی بیشتر با این نوع قبله‌نماها بنگرید به (Mousavi (2024).



شکل ۳: قبله نما و ساعت آفتابی زمان از طلوع گذشته که در موزه تاریخ علم دانشگاه آکسفورد، به شماره

۴۸۴۷۲، نگهداری می شود.^۱

زمانی که به ساعت‌های آفتابی شکل‌های ۲ و ۳ می‌نگریم متوجه می‌شویم که یکی از خطوط ساعت از زیر پای شاخص، یعنی نقطه تلاقی شاخص با صفحه، می‌گذرد. این نشان می‌دهد که در مناطقی که این دو ساعت برای آنها طراحی شده‌اند، خورشید پس از گذشت زمان ثابتی از طلوعش همیشه در یک جهت ثابت است. حال می‌توان پرسید آیا می‌توان شهری را پیدا کرد که خورشید همیشه پس از گذشت زمان ثابتی از طلوع در جهت قبله باشد. طبق رساله‌ای به زبان عربی، محمدباقر یزدی، ریاضیدان مطرح

۱. تصویر برگرفته از وبسایت موزه تاریخ علم دانشگاه آکسفورد به آدرس زیر:

<https://www.hsm.ox.ac.uk/collections-online#/item/hsm-catalogue-2972>

دوران صفوی، مدعی بود مختصات جغرافیایی شهر اصفهان نسبت به مکه به صورتی است که در همه روزهای سال، موقعیت خورشید بعد از گذشت مدت زمان ثابتی از طلوع آن در جهت قبله است و آن را به عنوان شیوه‌ای برای یافتن جهت قبله برای نمازگزاران اصفهانی مطرح کرده بود. اما محمدباقر یزدی که بود و چگونه به این نکته دست یافته بود؟ و ارتباط این کشف با جداول ابن یونس و ساعت‌های آفتابی آکسفورد چیست؟

محمدباقر یزدی و رساله قبله اصفهان

ملا محمدباقر زین‌العابدین یزدی^۱ از ریاضی‌دانان بنام دوره صفوی است. اطلاعات درباره زندگی این دانشمند دوره اسلامی در منابع بسیار ناچیز است؛ سال نگارش مهم‌ترین اثر او یعنی عیون الحساب ۱۰۴۷ ق است و احتمالاً کمی قبل از ۱۰۶۹ ق از دنیا رفته است. اطلاعی که درباره شیوه یزدی برای یافتن قبله اصفهان داریم، مبتنی بر رساله‌ای بسیار کوتاه به زبان عربی است که احتمالاً یکی از شاگردانش نوشته و در آن ادعای یزدی را اثبات کرده است. در ادامه، نسخه‌های این رساله را معرفی و محتوایش را بررسی می‌کنیم.

نسخه‌های رساله قبله اصفهان

از رساله قبله اصفهان سه نسخه به دست ما رسیده است: نسخه ۳۲۸۰ مجلس، نسخه‌های ۱۲۱۲۴/۳ و ۱۹۲۹۱ آستان قدس رضوی؛ با مشخصاتی که در جدول زیر دیده می‌شود.

نام اختصاری	محل نگهداری	شماره نسخه	تاریخ کتابت	کاتب
م	مجلس	۳۲۸۰	۱۱۷۴	عطاالله بن محمد زکی اصفهانی
ق ۱	آستان قدس	۱۹۲۹۱	۱۲۶۷	محمد علی الحسینی القائنی
ق ۲	آستان قدس	۱۲۱۲۴/۴	۱۳۰۹	اسدالله المنجم

۱. برای آشنایی با زندگی و آثار یزدی بنگرید به پورنجف (۱۳۹۲).

۱- مجموعه ۳۲۸۰ مجلس

قدیمی‌ترین نسخه از رساله قبله اصفهان در مجموعه‌ای است که به شماره ۳۲۸۰ در کتابخانه مجلس شورای اسلامی نگهداری می‌شود. کاتب مجموعه، عطاءالله بن محمدزکی اصفهانی است. مجموعه به سلطان حمزه بهادرخان تقدیم شده است. حمزه میرزا (۹۷۶-۹۹۴ق)، ولیعهد سلطان محمد خداوند صفوی بوده است. این در حالی است که بر اساس تاریخ‌هایی که در انتهای هر رساله دیده می‌شود، کتابت در بین سال‌های ۱۱۷۰ تا ۱۱۷۸ق انجام شده است. به نظر می‌رسد این مجموعه گردآوری از رساله‌های مختلفی است که عطاءالله بن زکی اصفهانی طی سال‌های مختلف کتابت کرده است. بنابراین، باید نتیجه بگیریم که برگ‌های حاوی تقدیمیة مجموعه به دیگر رساله‌ها دوخته شده است و ربطی به آن‌ها ندارد. نسخه‌ها حاشیه‌های زیادی دارد. به عنوان مثال حاشیه‌های رساله اول امضای «من شرح شیخ جواد علی خلاصة الحساب»، «شیخ جواد» یا «جواد» دارد. چندین مطلب تکمیلی (برخی در چند صفحه) در انتهای این رساله به خط محشی از همان شرح شیخ جواد آمده است. این مجموعه بیشتر شامل آثار شیخ بهایی، محمدباقر یزدی و علامه مجلسی است:

خلاصة الحساب شیخ بهایی، رساله اشکال التأسيس لشمس الدین السمرقندی، الغاز یاسم زبدة الأصول [شیخ بهایی]، تشریح الأفلاک فی علم الهيئة شیخ بهایی، حواشی الشیخ علی تشریح الأفلاک، صفحه فی الأسطرلاب، مقدمة میراث جبل المتین [شیخ بهایی؟]، فی تحقیق القبلة شیخ بهایی، فی تحديد الکَرّ و غیرها [شیخ بهایی]، تحقیق قبله اصفهان لملا محمد باقر الیزدی، بعض فوائد من شرح الخلاصة، قاندة حساب الأنامل لمولانا محمدباقر مجلسی، رساله الموازين للفاضل مجلسی، فوائد متفرقة متعلقة بالهيئة، رساله فی الهندسة، رساله فی الموازين محمدباقر المجلسی ره، فائده در بعضی مسائل حسابیه از لب الباب عبدالعزيز نیمدهی.

۲- نسخه‌ای دیگر از رساله قبله اصفهان رساله شماره ۱۹۲۹۱ است که ضمیمه نسخه ۵۲۴۸ آستان قدس آمده است (فنخا، ج ۸: ۵۲۳). در انتهای رساله یادداشتی می‌بینیم از کاتب محمدعلی الحسینی قاننی در مورد پیدا کردن ظل قوس که در متن رساله به آن اشاره شده است.

۳- نسخه‌ای دیگر از رساله قبله اصفهان به صورت «لاحقه» ای به رساله تحریر تفسیر الدائرة خواجه نصیر طوسی در نسخه‌ای به شماره ۱۲۱۲۴/۴ آستان قدس رضوی به دست ما رسیده است (فنخا، ج ۷:

۱۵۷-۱۵۶). این رساله به خط نسخ اسدالله منجم دودانگه اصفهانی است و در ادامه، همان یادداشت محمدعلی الحسینی قائی در مورد ظل قوس آمده است. این یادداشت و ضبط‌های مشابه کلمات نشان می‌دهد این نسخه از روی نسخه قبلی کتابت شده است.

بررسی روش یزدی برای یافتن قبله اصفهان

طبق رساله مذکور، یزدی ادعا کرده بوده که اصفهان دارای موقعیتی استثنایی است؛ به این صورت که در تمام طول سال، خورشید پس از گذر مدت زمانی معین و ثابت از طلوعش، در جهت قبله قرار می‌گیرد. می‌توان فرض کرد که یزدی جداول زمان استقرار خورشید در جهت قبله را برای اصفهان از جدولی چون جدول مذکور ابن‌یونس در رساله غایة الانتفاع، دیده بوده یا محاسبه می‌کرده و به طور استقرایی فهمیده است که اصفهان چنین خاصیتی دارد. اما یزدی در باب بیست و پنجم از کتاب مطلع الانوارش که در باب قبله است، نه چنین جدولی موجود است و نه حتی به ادعای مذکور در رساله حاضر، اشاره‌ای دارد (یزدی، مطلع الانوار: ۳۰ پ - ۳۷ پ).

همچنین می‌توان فرض کرد که ساعت‌آفتابی‌ای چون ساعت‌های ایرانی موزه آکسفورد (شکل‌های ۲ و ۳) الهام بخش این نکته به یزدی بوده است. زیرا ساعت شکل ۲ به خوبی نشان می‌دهد که در عرض جغرافیایی که این ساعت برای آنجا طراحی شده، نوک سایه شاخص عمودی همیشه در حدود ۹ ساعت پس از طلوع، در یک جهت واحد می‌افتد. زیرا خط عدد «نه» تقریباً از نقطه نصب شاخص گذشته است و نشان می‌دهد جهت سایه شاخص در این زمان همیشه ثابت است. همین نکته درباره ساعت شکل ۳ برای خط ۸ ساعت پس از طلوع صادق است. می‌توان حساب کرد که این ساعت‌آفتابی‌ها برای کدام عرض جغرافیایی طراحی شده‌اند، اما معلوم نیست که جهت قبله هم طوری باشد که سایه شاخص در حدود ۹ یا ۸ ساعت پس از طلوع خورشید در جهت قبله باشد. این حالت برای شهرهای خاصی اتفاق می‌افتد و یزدی مدعی است اصفهان از آن جمله است. بنابراین، هر کسی که ساعت‌آفتابی‌هایی مثل این را می‌دیده است متوجه این خاصیت می‌شده که در هر شهری، خورشید پس از مدت زمان ثابتی پس از طلوع در جهت ثابتی است. اما معلوم نیست که در زمان یزدی آیا چنین ساعتی برای اصفهان طراحی شده بوده و یزدی

مشابه آن را دیده یا نه. شاید بهتر باشد فرض کنیم یزدی بر اساس دانش عمیق خود در نجوم کروی به این خاصیت پی برده است.

آنچه در رساله حاضر آمده، برهانی است با ارجاع به دو قضیه از کتاب الأکر تئودوسیوس که مدعی مذکور را ثابت می‌کند. در متن رساله ادعا شده که در اصفهان، خورشید همیشه «پس از ۷ ساعت و ۴۰ دقیقه از لحظة طلوع» در سمت و جهت قبله است، و تفاوتی نمی‌کند که چه روزی از سال باشد. اما در حاشیه نسخه مجلس چنین آمده است:

فائدة؛ من الغرائب أنَّ الشمس في سمت القبلة من دارالسلطنة إصفهان في كل يوم من أيام السنة بعد مضي سبع ساعات وثلثين دقيقة من طلوعها. وهذا مما تفتنت به. محمداً باقر، ره.

[ترجمه فارسی:] فایده؛ از امور غریب این که خورشید هر روز از روزهای سال بعد از گذشت ۷ ساعت و ۴۰ دقیقه از طلوعش در سمت قبله از دارالسلطنة اصفهان است. و این از جمله آن‌هایی است که به آن پی برده‌ام. محمداً باقر، ره.

به نظر می‌رسد این عبارت از خود یزدی باشد زیرا با عبارت «فقد تفتنت به» تمام شده است. بنابراین لفظ «ره» (رضوان الله تعالی علیه) افزوده کاتب است. اما شاید هم منظور محمداً باقر نوه است که در زمان کتابت (۱۱۷۴ ق) احتمالاً فوت شده بوده و این افزوده در واقع اصلاحیه‌ای بر مدت زمان مذکور طبق ادعای یزدی است که در متن رساله ۷ ساعت و ۴۰ دقیقه معرفی شده بود.

علاوه بر این‌ها، در صفحه عنوان نسخه شماره ۱۵۲۶ مجلس از کتاب عیون الحساب چنین عبارتی دیده می‌شود:

من افادات افضل المتأخرین ملا محمداً باقر یزدی، از خصایص دارالسلطنة اصفهان -صینت عن الحدثان- آن است که در هر فصلی از فصول چون هفت ساعت و سی و پنج دقیقه از روز بگذرد آفتاب مسامت قبله خواهد شد؛ یعنی به دایره سمت قبله بلد مذکور خواهد رسید.

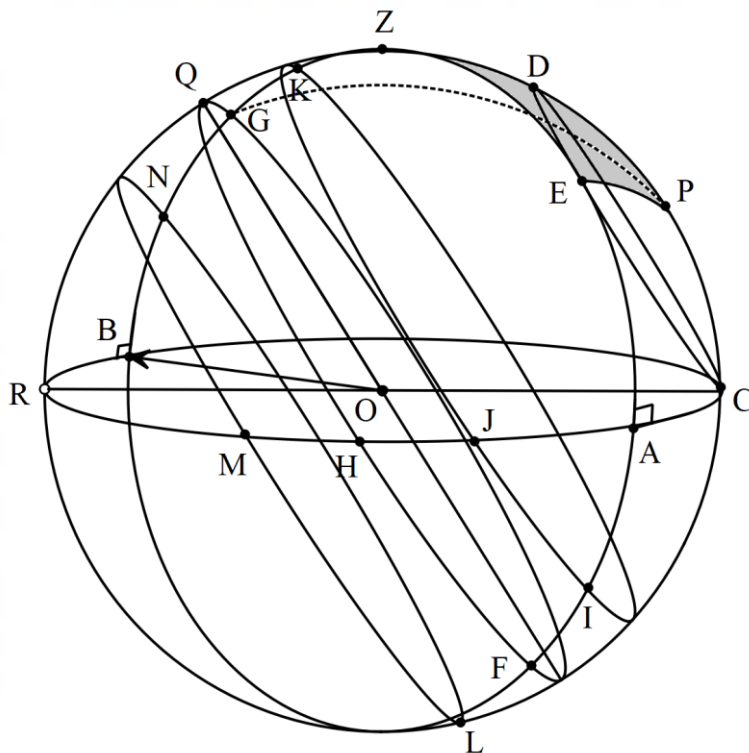
پس تا اینجا، سه مقدار برای مدت زمان گذشته از طلوع خورشید داریم که همه به یزدی منسوب اند. برای اینکه بدانیم کدام مقدار صحیح است، باید محاسبات لازم را انجام دهیم. اما پیش از آن بپردازیم به برهان آمده در رساله. مطلوب برهان چنین است:

کل بلد كانت الدائرة السمتية المارة بسمت رأسه وبسمت رأس مكة المعظمة مماسة لأعظم المدارات الأبدية الظهور، فإنه إنما تصل الشمس إلى سمت قبلة ذلك البلد في وقت واحد ولا يختلف الماضي من النهار حين كون الشمس على سمت القبلة في جميع أيام السنة، وإن اختلفت الأيام بالطول والقصر.

[ترجمه فارسی: هر شهری که دایره سمتی گذرنده از سروسوی و سروسوی مکه بر بزرگترین مدار دورقطبی مماس باشد، خورشید پس از مدتی معین [از طلوعش به آن دایره سمتی و] جهت قبله می‌رسد. و با کوتاه و بلند شدن روزها، زمان گذشته از روز، وقتی که خورشید در جهت قبله است، تغییر نمی‌کند.

برای بررسی و فهم این ادعا، دایره سمتی AZB را در شکل ۴، دایره‌ای عظیمه در نظر می‌گیریم که بر افق عمود و از سروسوی Z می‌گذرد. در این شکل، P قطب شمال سماوی، CHB دایره افق، HQ استوای سماوی است. می‌دانیم دایره‌ای که علاوه بر سروسوی ناظر از سروسوی مکه نیز می‌گذرد، سمت قبله را نشان می‌دهد (مصحفی ۱۳۹۶: ص ۶۴). بنابراین، زاویه $BZR = BOR$ انحراف قبله از جنوب است. مدارهای دور قطبی دوایری صغیره هستند موازی با استوا که افق را قطع نمی‌کنند. بزرگترین مدار دورقطبی مدار DEC است که در C بر افق و در E بر دایره سمتی AZB مماس است. ادعا این است که مدت زمانی از طلوع خورشید تا رسیدن به این دایره سمتی AZB همیشه مدتی معین است. طبق قضیه ۱۴ از مقاله دوم کتاب اگر تتودوسیوس، هرگاه در یک کره دایره‌هایی با هم موازی باشند و دو دایره عظیمه بر یکی از این دایره‌ها مماس باشند و دایره‌های دیگر را قطع کنند:

الف. قوس‌هایی از دایره‌های موازی که بین نیمه‌های نامتقاطع از دایره‌های عظیمه قرار گرفته‌اند، متشابه‌اند؛ ب. قوس‌هایی از دو دایره عظیمه که بین دایره‌های موازی واقع‌اند، با هم مساوی‌اند (ص ۲۹۱).



شکل ۴

بنابراین، کمان‌های JK و HG و MN همه با هم مشابه اند، یعنی با چرخش کره، مدت زمان طی شدن آن‌ها برابر است. بنابراین اگر دایره سمتی AZB در جهت قبله باشد، خورشید در آن زمان در جهت قبله خواهد بود. برای آن که دایره سمتی در جهت قبله باشد، باید در مثلث PZE نشان دهیم (شکل ۴) که زاویه سمت $ZQZG = EZP = Z$ برابر با انحراف قبله از نصف النهار است. طبق قضیه سینوس‌ها یا «شکل المغنی»^۱ در این مثلث داریم:

$$\frac{\sin E}{\sin PZ} = \frac{\sin Z}{\sin PE}$$

۱. برای آشنایی با تاریخچه آن بنگرید به مهدوی، یونس (۱۳۸۸) یا معصومی همدانی (۱۳۸۹).

از آنجا که کمان PE برابر با عرض جغرافیایی ناظر φ و زاویه E قائمه است (چون دایره سمتی بر مدار عمود شده)، و کمان PZ برابر با متمم عرض جغرافیایی است، بنابراین داریم:

$$\frac{1}{\cos \varphi} = \frac{\sin Z}{\sin \varphi}$$

$$\sin Z = \tan \varphi$$

طبق این رابطه، اگر تانژانت عرض جغرافیایی شهری برابر با سینوس انحراف قبله‌اش از نصف النهار باشد، در آن شهر، خورشید هر روز پس از مدت ثابتی از طلوع در جهت قبله خواهد بود. نویسنده رساله این رابطه را ذکر کرده ولی نگفته چگونه آن را به دست آورده است. او تانژانت عرض اصفهان را در واحد شصتگانی برابر با $۳۸؛۶ (= ۰/۶۳۵)$ در واحد دهگانی (و جهت قبله‌اش را برابر با $۴۰؛۳۳$ [از نصف النهار] در نظر می‌گیرد. در حالی که در مطلع الانوار یزدی انحراف قبله اصفهان $۴۰؛۲۹$ آمده است (یزدی: ۳۷پ). نویسنده زاویه‌ای را که سینوسش برابر با تانژانت فوق باشد در جدول سینوس (جیب) می‌یابد یا به اصطلاح «تقوس» می‌کند. در متن نسخه م، مقدار این زاویه نیامده ولی در حاشیه نوشته شده: «لط که» [۳۹؛ ۲۵]. اما در متن نسخه ق ۲ این زاویه برابر با «کا کز» [۲۱؛ ۲۷] و در نسخه ق ۱، برابر با «کا لو» [۳۶؛ ۲۱] درجه آمده است. از آنجا که $۳۹؛۲۵ = ۳۹/۴۲ = ۰/۶۳۵$ و $\arcsin ۰/۶۳۵$ نویسنده مدعی است این زاویه با انحراف قبله مذکور ($۴۰؛۳۳ = ۴۰/۵۵$) اختلاف اندکی دارد و اینکه شواهد نشان می‌دهد دو نسخه اخیر از روی هم نوشته شده‌اند (و «کر» و «لو» در نوشتن شبیه‌اند)، مقادیر این دو نسخه اخیر را نباید صحیح بدانیم و مقدار نسخه م را اساس می‌گیریم.

نویسنده نگفته عرض اصفهان را چند گرفته ولی از مقداری که برای تانژانت آن داده می‌توان نتیجه گرفت که آن را برابر با $۳۲/۴۱$ ($\approx ۳۲؛۲۵$) درجه گرفته است، مقداری که برابر با عرض اصفهان در مطلع الانوار یزدی است (یزدی: ۵۰پ) و به عرض صحیح امروزی اصفهان ($۳۲/۵۷ \approx ۳۲؛۳۴$) نزدیک است. اگر محاسبات را با عرض صحیح تکرار کنیم، به انحراف قبله $۳۹؛۴۲$ می‌رسیم که نسبت به مقدار قبلی، خطای کمتری دارد. مقداری که یزدی برای انحراف قبله اصفهان در مطلع الانوار آورده عدد «م کط» ($۴۰؛۲۹$) درجه است که سینوس آن $۰/۶۴۹$ است و با تانژانت عرض اصفهان اندکی فاصله دارد.

اما اگر اندازه امروزی و صحیح قبله اصفهان (۴۶؛ ۹) را مد نظر قرار دهیم، هر دو مقدار حدود ۶/۵ درجه خطا دارند.

نویسنده توضیح نداده که چگونه مدت زمان لازم برای رسیدن خورشید از افق به دایره سمتی مورد نظر را به دست آورده است. ما بر اساس مقادیر مذکور در رساله و مقادیر امروزی آن را حساب می‌کنیم تا مشخص شود مقدار مذکور در متن و مقدار اصلاح‌شده در حاشیه چقدر دقیق اند. طبق قضیه کسینوس‌ها، در مثلث PGZ داریم:

$$\begin{aligned}\cos GP &= \cos ZG \cos ZP + \sin ZG \sin ZP \cos GZP \\ - \cos ZG \cos ZP &= \sin ZG \sin ZP \cos GZP \\ - \cot ZG \cot ZP &= \cos GZP \\ \cot ZG &= - \frac{\cos GZP}{\cot ZP}\end{aligned}$$

که در آن، GZP مکمل انحراف قبله از نصف‌النهار است و ZP متمم عرض جغرافیایی. بنابراین، وقتی خورشید در اعتدالین به دایره سمتی مورد نظر می‌رسد، زاویه ساعتی اش (زاویه $ZPG = P$) را می‌توان با فرمول سینوس‌ها برای همان مثلث PGZ به دست آورد:

$$\begin{aligned}\frac{\sin P}{\sin ZG} &= \frac{\sin GZP}{\sin GP} \\ \sin P &= \sin GZP \sin ZG\end{aligned}$$

برای عرض جغرافیایی برابر با ۳۲/۴۱ درجه و زاویه دایره سمتی از نصف‌النهار برابر با ۳۹/۴۲، مقادیر زیر به دست می‌آید. از آنجا که کوتانژانت مکمل زاویه برابر است با منفی معکوس تانژانت خود آن زاویه، از رابطه کسینوس‌ها می‌رسیم به:

$$\cot ZG = \cos ۳۹/۴۲ \tan ۳۲/۴۱$$

$$ZG = ۶۴/۶۸$$

و از رابطه سینوس‌ها می‌رسیم به:

$$\sin P = \sin ۳۹/۴۲ \sin ۶۴/۶۸$$

$$P = ۳۴/۸۳ = ۲^h ۱۹/۳۲^m$$

بنابراین، مدت زمان گذشته از طلوع خورشید برابر است با:

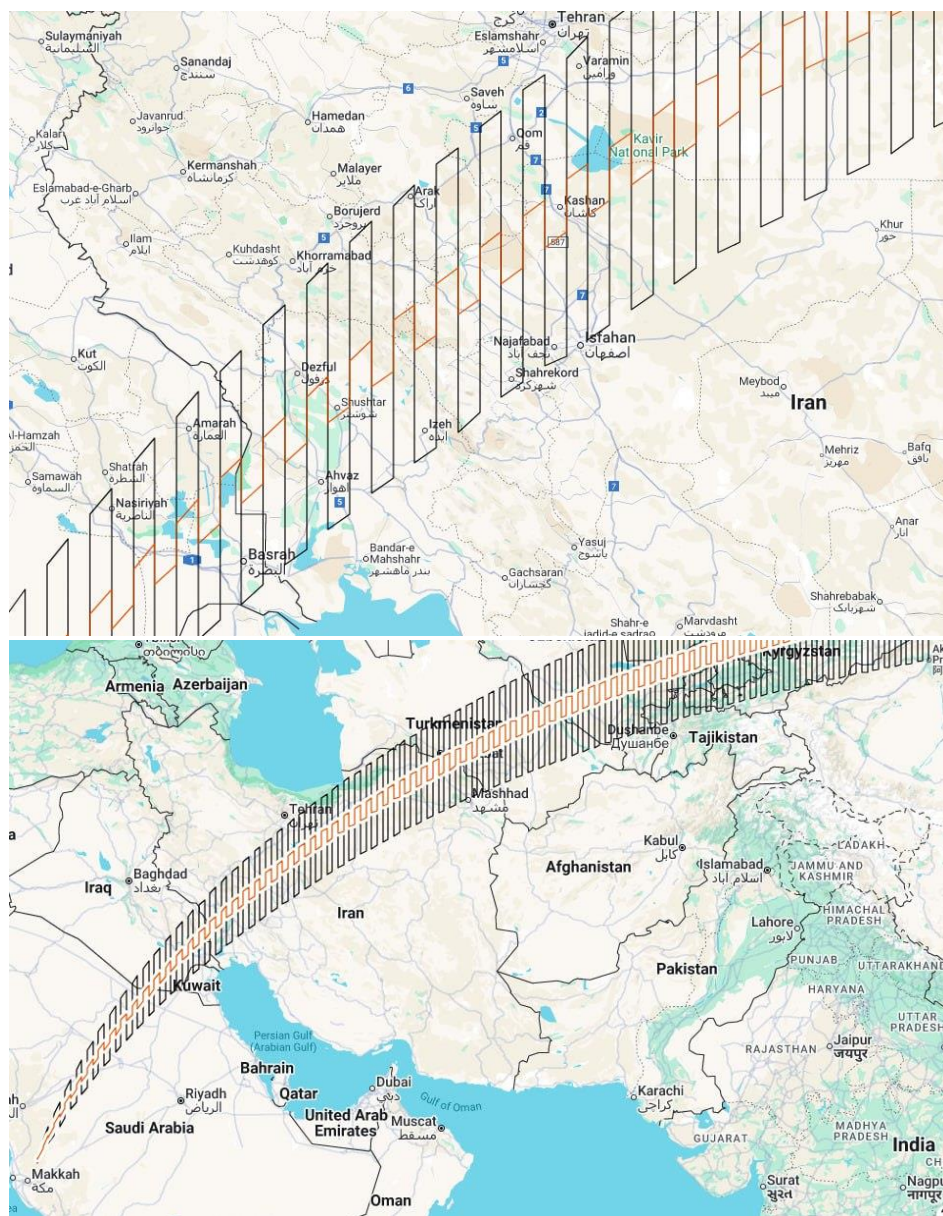
$$HQG = ۶^h + ۲^h ۱۹/۳۲^m$$

$$HQG = ۸^h ۱۹/۳۲^m$$

که با مقادیر آمده در متن و حاشیه نسخه مجلس، کمتر از ۱ ساعت تفاوت دارد. بنابراین، نمی‌توان گفت کدام یک از آن دو مقدار دقیق است و نویسنده احتمالی حاشیه را حدس زد. با این وجود، محاسبات بالا بر اساس مقادیر امروزی برای توابع مثلثاتی حساب شده‌اند و احتمالاً با مقادیر در دسترس یزدی و نویسنده رساله متفاوت اند.

با این وجود، اگر با محاسبات امروزی دایره‌ای روی کره زمین بکشیم که مجموعه نقاط دارای خاصیت مذکور را نشان دهد، اصفهان بسیار به آن نزدیک است. با دقت در شکل ۱۱ می‌توان دید که شهرهایی مثل کاشان و شوشتر و دزفول نسبت به اصفهان، بیشتر به این دایره نزدیک‌اند.

تشکرات؛ لازم است از آقای دکتر حسین معصومی همدانی، دکتر حنیف قلندری و آقای احسان رمضانی برای کمک‌هایشان در نگارش این مقاله تشکر کنیم. همچنین از آقای مهندس محمد صفت‌جو برای طراحی نمودار شکل ۵ بی‌نهایت سپاسگزاریم.



شکل ۵: دو نمای نزدیک و دور از دایره‌ای روی سطح زمین که در مناطق روی آن، خورشید پس از زمان مشخصی پس از طلوعش، در جهت قبله قرار می‌گیرد. محدوده بیرونی (مشکی): اختلاف بین سینوس و تانژانت کمتر از ۰٫۰۸؛ محدوده داخلی (قرمز): اختلاف بین سینوس و تانژانت کمتر از ۰٫۱۵.

منابع

- پورنجف، زهرا (۱۳۹۲): «ترجمه، تصحیح و شرح مقاله دهم اصول اقلیدس ملا محمد باقر یزدی»، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته تاریخ علم، دانشگاه تهران.
- حسین‌زاده، مانده (۱۴۰۲): «روش‌های ترسیمی (آنالما) برای تعیین جهت قبله در زیج یمینی و مقایسه آن‌ها با روش‌های موجود در آثار حبش حاسب و ابوریحان بیرونی»، تاریخ علم، دوره ۲۱ بهار و تابستان ۱۴۰۲.
- درایتی، مصطفی: (۱۳۹۰-۱۳۹۳) فهرستگان نسخه‌های خطی ایران (فنخا)، سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران، تهران.
- کینگ، دیوید (۱۳۷۹): قبله‌یابی در اسلام، ترجمه حسین ناهید، خانه ریاضیات اصفهان.
- مصطفی، عبدالحسن (۱۳۹۶): «قبله‌یابی و تعیین ظهر حقیقی با روش مشاهده و محاسبه»، به کوشش زینب کریمیان، ضمیمه ۱ دوفصلنامه میراث علمی اسلام و ایران (دو فصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی سال ششم، بهار و تابستان ۱۳۹۶ (پیاپی ۱۱))
- معصومی همدانی، حسین (۱۳۸۹): «حسام‌الدین سالار و جامع قوانین علم الهیة او»، تاریخ علم، ۸(۱)، صص ۷۳-۱۰۹.
- موسوی، راضیه سادات (۱۳۹۳): «تصحیح، ترجمه و شرح مقاله دوم از مقصد اول رساله قبله غیای الدین منصور دشتکی»، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته تاریخ علم، دانشگاه تهران.
- مهدوی، یونس (۱۳۸۸): «ویرایش و شرح باب سوم و چهارم و پنجم کتاب فارسی کشف القناع عن اسرار القطاع»، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته تاریخ علم، دانشگاه تهران.
- نصیرالدین طوسی (۱۴۰۳): تحریر کتاب الاگر لثاوذوسیوس (رساله‌ای در هندسه کره)، تصحیح، ترجمه فارسی، مقدمه و شرح: معصومه امیری مقدم، زیر نظر حسین معصومی همدانی، میراث مکتوب.
- یزدی، محمدباقر: مطلع الانوار، نسخه ۱۵۸۳۷ کتابخانه ملی تهران.
- Berggren, J. L. (1980): "Comparison of Four Analemmas for Determining the Azimuth of the Qibla." *Journal for the History of Arabic Science*. vol. 4, pp. 69-80.
- Hogendijk, J. (1994): "The qibla table in the Ashrafi Zij". In A. von Gotstedter (Ed.), *Ad Radices. Festband zum fuenfzigjaehrigen Bestehen des Instituts fuer Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universitaet, Frankfurt am Main* (pp. 81-94). Franz Steiner Verlag.
- Kennedy, E. S. (1971): "Al-Bīrūnī's Maqālīd 'ilm al-hay'a", *Journal of Near Eastern Studies* 30, no. 4, pp. 308-314.
- Kennedy, E. S., (1974): "A Letter of al-Bīrūnī: Ḥabash al-Ḥāsib's Analemma for the Qibla", *Historia Mathematica*, pp. 3-11 (نامه‌ای از ابوریحان بیرونی: آنالمای)
- (حبش حاسب برای یافتن جهت قبله)، میراث علمی ایران و اسلام، شماره پیاپی ۱۲، ۱۳۹۶: صص ۴-۱۲.

- King, David A. (1973): "Ibn Yūnus' very useful tables for reckoning time by the sun", *Archive for History of Exact Science*, Vol.10, Number 3-5, pp. 342-394.
- King, David A. (1975): "Al-Khalili's Qibla Table", *Journal of Near Eastern Studies*, 34(2).
- King, David A. (1999): *World-maps for Finding the Direction and Distance to Mecca*, Series: Islamic Philosophy, Theology and Science, Text and Studies 36, Leiden (Brill).
- Morrison, James E. (2006): *The Astrolabe*, Janus, USA.
- Mousavi, Razieh S. (2024): "From Complex to Simple: the Example of Qibla-indicators", *Scientific Instruments and Collections*, Vol. 10, pp 148-166.
- Moussa, Ali (2011): "Mathematical methods in Abū al-Wafā's *Almagest* and the Qibla determinations", *Arabic Sciences and Philosophy*, 21 (01), pp. 1-56.
- Wensinck, A.J. & Schoy, C. (1983): "Qibla", *Encyclopedia of Islam*, Vol.5, pp. 82-88.