

تحلیل روش دایره هندی در تعیین جهت قبله مساجد (نمونه موردی: مسجد جامع اصفهان)*

احمد میراحمدی** حسین مهدوی پور***

چکیده

کعبه به عنوان قبله نزد مسلمانان از اهمیت والایی برخوردار است. دانشمندان بسیاری در عرصه‌های ریاضیات، نجوم و جغرافیا سعی کردند تا روش‌ها و شیوه‌هایی دقیق را برای تعیین جهت قبله در سراسر قلمرو اسلامی پیدا کنند. یکی از روش‌هایی که برای تعیین جهت قبله در مساجد از آن استفاده می‌شود، دایره هندی است. گرچه تاریخچه ابداع این روش مبهم است ولی با مطالعات صورت گرفته می‌توان ریشه دایره هندی را در دایره جهت‌یابی معابد هندو جستجو کرد. در این تحقیق برای معرفی دایره هندی و اهمیت آن، از بعضی کتب خطی و تاریخی بهره‌گیری شده است. برای تعیین زاویه انحراف قبله با دایره هندی، به طول و عرض جغرافیایی کعبه و نقطه مورد نظر نیاز است. مختصات کعبه و شهرهای اسلامی در کتبی موسوم به زیچ ذکر شده است. ترسیم دایره هندی مبتنی بر حرکت خورشید و نتایج حاصل از زیچ‌هاست. در زیچ‌هایی که در دوره‌های مختلف گردآوری شده‌اند، ممکن است که مختصات شهرها یکسان بیان نشده باشد؛ این تفاوت‌ها بر زاویه انحراف قبله مساجد تأثیر گذار بوده است. در این زمینه، زاویه انحراف قبله مسجد جامع اصفهان که طبق کتاب خطی حسین ابن عبدالصمد حارثی بر اساس دایره هندی مشخص شده، مورد بررسی قرار گرفته است. مطابق اندازه‌گیری‌ها، راستای شکل‌گیری این مسجد با زاویه انحراف قبله آن حدود ۱۲ درجه اختلاف دارد. در نهایت، چنین به دست آمد که اختلاف نه از روش دایره هندی بلکه از مختصات استخراج شده از زیچ‌های قدیمی نشأت گرفته است. لازم است بیان شود، اگر از روش دایره هندی در مواقع خاصی از سال استفاده شود، نتایج حاصل از دقت بالاتری برخوردار است.

کلیدواژگان: تعیین جهت قبله، دایره هندی، زاویه انحراف قبله، زیچ، مسجد جامع اصفهان.

* مقاله پیش‌رو، برگرفته از پایان‌نامه احمد میراحمدی، "طراحی مسجد با تأکید بر نقش جهت در سازماندهی فضا" به راهنمایی دکتر حسین مهدوی پور در دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد است.

** کارشناسی ارشد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول).

*** استادیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد.

مقدمه

اهمیت توجه به جهت قبله چنان است که خداوند در قرآن کریم در سوره بقره ۳ بار عبارات «فول وجهک شطرا» و «فولوا وجوهکم» را تکرار کرده است. «... قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ...» (بقره/۱۴۴) «... تو را به سوی قبله‌ای که می‌پسندی می‌گردانیم. پس روی به جانب مسجدالحرام کن و هر جا که باشی روی بدان جانب کنید...»، «وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لِلْحَقِّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا لِلَّهِ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ» (بقره/۱۴۹) و آیه «وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ...» (بقره/۱۵۰) اگر «شطرا» را به معنای طرف بگیریم؛ آن وقت قبله، مسجدالحرام است، نه فقط کعبه، و اگر شطرا را «بعض» معنا کنیم شامل ابعاض مسجدالحرام از جمله کعبه خواهد شد (قرشی، ۱۳۷۱: ۳۱) به عقیده علامه طباطبایی، شطرا به معنای بعض است و شطرا مسجدالحرام، کعبه است. این که «فول وجهک الکعبه» یا «فول وجهک البیت الحرام» نگفته، مقابله با قبله سابق مراد است که آن هم شطرا مسجد اقصی؛ یعنی همان سنگ معروف بود. پس شطرا مسجدالاقصی به شطرا المسجدالحرام که کعبه باشد، تبدیل شده است (طباطبایی، ۱۴۱۷ق: ۳۲). در نتیجه، دانشمندان بسیاری در سراسر قلمرو اسلام با استفاده از روش‌های ریاضی، علوم جغرافیا، نجوم و ساخت رصدخانه‌ها و وسایل در پی تعیین دقیق جهت قبله برآمدند. کالبد مسجد، جلوه ظهور جهت قبله است و قرار گرفتن مسجد در جهت قبله جایگاه ویژه‌ای در طراحی و احداث مسجد دارد. یکی از روش‌هایی که کاربرد عمده در تعیین جهت قبله داشته، دایره هندی است.

دایره هندی، دربردارنده دایره‌ای است که روی زمین مسطح و مستوی ترسیم گشته و در مرکز آن یک شاخص مخروطی شکل، قرار می‌گیرد. بنابر حرکت خورشید جهات اربعه تعیین می‌شوند و با استفاده از مختصات مستخرج از زیج‌ها (طول و عرض جغرافیایی کعبه و شهر موردنظر)، اختلاف طول و عرض جغرافیایی را روی دایره پیاده می‌کنند و سپس، زاویه انحراف قبله را به دست می‌آورند (حسن‌زاده آملی، ۱۳۷۳). لازم است توضیح داده شود، زاویه انحراف قبله هر محل را نسبت به امتداد شمال و جنوب حقیقی آن در نظر می‌گیرند (علی‌احیایی، ۱۳۶۴: ۴۵).

در این مقاله، جهت قبله در مسجد جامع اصفهان که جزء مهم‌ترین بناهای معماری ایرانی-اسلامی است؛ مطالعه شد. همچنین، زاویه انحراف قبله آن به روش دایره هندی باتوجه به مختصات امروزی و با دو روش مثلثات کروی و نرم‌افزار

قبله‌یاب تعیین گردید تا میزان دقت این روش سنجیده شود. در ادامه، پس از پیاده‌سازی دایره هندی در مسجد جامع اصفهان بنابر مختصات امروزی، اختلافی حدود ۱۲ درجه با راستای واقعی مسجد حاصل گردید که این عامل باعث تدقیق و کنکاش بیشتر در این روش شد. در نهایت، براساس یکی از کتب خطی این نتیجه به دست آمد که مسجد جامع اصفهان با روش دایره هندی ولی با مختصات قدیم حاصل از زیج قدیم، بنا نهاده شده است.

پرسش‌های مطرح بدین قرار است: ۱. دایره هندی در جهت‌گیری مساجد چه جایگاهی دارد؟ ۲. روش کار دایره هندی در تعیین جهت قبله چگونه است؟ ۳. دقت کار روش دایره هندی در تعیین جهت قبله چگونه ارزیابی می‌شود؟

پیشینه پژوهش

مسئله تعیین جهت قبله، توجه جدی برخی از معروف‌ترین دانشمندان مسلمان را به خود جلب کرد. یکی از مهم‌ترین کارهای اولیه که در تعیین قبله صورت گرفت، به این شرح است: خوارزمی و بتانی، روش‌های تقریبی را ارائه دادند. حبش الحسیب و ابن‌هشیم براساس ساختار گرافیکی، روش‌های دقیق‌تری را مطرح کردند و افرادی دیگر مانند ابن‌یونس، ابوالعباس نیریزی و بیرونی براساس چنین ساختاری و نیز محاسبات مثلثاتی کروی روش‌هایی را ارائه نمودند. ابن‌یونس و الخلیلی جدول‌هایی را تدوین کردند که دربردارنده زاویه انحراف قبله به‌عنوان تابعی از تفاوت طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی بود. علاوه بر این، روش‌های عملی شامل ابزار نجومی از قبیل اسطرلاب^۱ و انواع مختلفی از آنها کوادرانت^۲ را محققان متعددی ابداع کردند که بسیاری از آنها ناشناخته است. قبله را می‌توان با مشاهدات خورشیدی به‌طور مستقیم در زمان‌های خاص تعیین کرد (Ishak et al., 2012) بنا بر حرکت خورشید می‌توان از دایره هندی در تعیین جهت قبله بهره برد. «علی‌احیایی در «جهت‌یابی و قبله‌یابی با روش‌های آسان» (۱۳۶۴) و «کاربرد علوم در قبله‌یابی» (۱۳۶۷)، از دایره هندی به‌عنوان روشی برای تعیین جهت قبله استفاده کرده ولی از لفظ دایره هندی استفاده نکرده و به آن روش ترسیمی اطلاق کرده است. علامه حسن‌زاده آملی (۱۳۷۳) در «تعیین خط زوال از طریق دایره هندی»، دقیق درباره چگونگی برپایی دایره هندی صحبت کرده و همچنین روش به‌دست‌آوردن جهت قبله را باتوجه به دایره هندی شرح داده است.

آب‌الله العظمی سیدرضا حسینی‌نسب^۳ در علم هیأت و نجوم در درس هشتم خویش، قبله‌شناسی، از شناخت قبله با دایره هندی سخن گفته است و این روش را برای هر حالتی از

هندیان است. چون نخستین بار مسلمانان از طریق ارکند (مغرب کهندکهدایکه، اثری مهم در نجوم هندی) و برخی دیگر از زیج‌های هندی از آن آگاه شدند. بر مبنای شواهدی، انتقال روش‌های مبتنی بر سایه شاخص در جهت‌یابی و محاسبات نجومی از تمدن‌های کهن‌تر به نجوم هندی منتقل است. مثلاً ویتروویوس پولیو،^۸ مهندس یونانی قرن اول پیش از میلاد، از کاربرد روش دایره هندی (بدون ذکر نام روش) در بحث تعیین جهت مناسب برای ساخت خیابان‌ها در شهری جدید سخن گفته است. همچنین برقلس،^۹ فیلسوف و ریاضی‌دان یونانی قرن پنجم، در کتاب "هیپوتیوسیسی"^{۱۰} کاربرد روش دایره هندی را برای تعیین جهت نصف‌النهار مطرح نموده است. شاید هندیان از طریق علوم یونانی با این روش آشنا شده باشند و بعدها این روش در نجوم هندی توسعه یافته باشد (گیاهی یزدی، ۱۳۹۳).

ریشه دایره هندی را می‌توان در دایره جهت‌یابی معابد هندو شناسایی کرد. بورکهارت در "هنر مقدس"، دایره جهت‌یابی را اساس ساخت معابد هندی می‌داند؛ این جهت‌یابی با توجه به حرکت خورشید انجام می‌گیرد.

شاکله (پیش‌افکنند) اصلی معبد از طریق جهت (قبله‌یابی) به‌دست می‌آید که آیین به معنای اخص کلمه است، زیرا شکل حرم را به شکل عالم که در اینجا مبین میزان و ملاک الهی است، می‌پیوندد. در محلی که برای ساختمان معبد انتخاب شده، تیری برپا می‌دارند و دایره‌ای پیرامون آن رسم می‌کنند تا آلتی که ارتفاعات آفتاب و اوقات ایام را به وسیله تعیین جهت سایه در سطحی مستوی یا مستدیر معلوم می‌کند (شاخص تعیین وقت)، به‌دست آید؛ موقع سایهٔ میل بر سطح دایره در اوقات صبح و عصر، دو نقطه‌ای را معلوم می‌دارد که چون به هم متصل شوند، محور شرقی غربی به‌دست می‌آید. سپس به وسیله پرگاری که با طناب ساخته شده، پیرامون آن نقاط، دو دایره مشابه (دوقلو) می‌کشند به قسمی که یکدیگر را قطع کنند و از تقاطع آنها، شکل ماهی به‌دست می‌آید. نقاط تقاطع آن دو دایره نیز محور شمالی جنوبی را معلوم می‌دارد (تصویر ۱). تقاطع دوایر دیگری که مرکزشان چهار نقطه محورهای به‌دست‌آمده است، چهار گوشه مربع را معلوم می‌دارد؛ و این چنین آن مربع، همچون تربیع دور (یا گردش) خورشید که دایره شاخص یا ساعت آفتابی^{۱۱} تصویر مستقیم آن به‌شمار می‌رود، جلوه می‌کند (بورکهارت، ۱۳۸۹: ۲۵ و ۲۶).

روش کار دایره هندی

برای استفاده از روش دایره هندی، ابتدا باید آن را همانند آنچه در تصویر ۲ دیده می‌شود، ترسیم نمود. مراحل اجرای

مختصات نقطه مورد نظر نسبت به مکه (میزان تفاوت طول‌ها و عرض‌های جغرافیایی)، بیان کرده است.

حسین بن عبدالصمد حارثی^۴ رساله‌ای در رابطه با قبله تألیف کرده است که به صورت نسخه‌ای دست‌نویس است؛ در آن، با ادبیاتی ثقیل دایره هندی را شرح داده و حتی جهت قبله را در شهرهای مختلف دنیای اسلام بیان کرده است. کتاب‌های خطی نوشته‌شده به دست خواجه نصیرالدین توسی،^۵ معزالدین بن محمد صادق تبریزی، شیخ بهاءالدین عاملی^۶ و محمدجعفر شریعتمدار استرآبادی^۷ درباره تعیین جهت قبله در شهرهای مختلف اسلامی، نتایج حاصل از زیج‌ها و بعضاً دایره هندی است. متن بعضی از این کتاب‌ها عربی است و مختصات جغرافیایی شهرها در آنها با حروف ابجد بیان شده است.

روش پژوهش

در این مقاله، ابتدا روش استفاده از دایره هندی که یکی از متداول‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها در تعیین جهت قبله بوده، مطالعه شده و نحوه کارکرد این روش با رجوع به منابع خطی و تاریخی بیان گردیده است. در ادامه، برای تبیین بهتر موضوع، جهت قبله در مسجد جامع اصفهان مورد بررسی و تدقیق قرار گرفته است. به این صورت که با توجه به مختصات مسجد مدنظر و مختصات کعبه دایره هندی آن ترسیم می‌شود و زاویه انحراف قبله در مسجد مشخص می‌گردد. از طرفی، با روش مثلثات کروی و همچنین نرم‌افزارهای قبله‌یاب می‌توان با دقت بسیار جهت قبله را در هر نقطه‌ای مشخص نمود. چنانچه نتایج حاصل از این روش‌ها با هم مقایسه شوند، چنین به‌دست می‌آید که دقت دایره هندی بسیار است و راستای واقعی قبله را مشخص می‌کند. استفاده از مختصات جغرافیایی منطقه در محاسبات به روش دایره هندی یک ضرورت است که این مختصات در گذشته در کتاب‌هایی موسوم به زیج از سوی منجمین استخراج و اعلام می‌گردید. بدین منظور، در این تحقیق بعضی از این مختصات و زوایای انحراف قبله در شهرها بیان شده است.

دایره هندی

تاریخچه ابداع روش دایره هندی مبهم است. هر چند منجمان مسلمان این روش را دایره هندی نامیده‌اند؛ اما معلوم نیست که این روش را نخستین بار منجمان هندی ابداع کرده باشند. بی‌تردید نخستین بار مسلمانان، از طریق ترجمه منابع نجوم هندی به عربی، با این روش آشنا شدند. به نوشته ابوریحان بیرونی در رساله "افرادالمقال فی امر الظلال"، عمل (روش) معروف به دایره هندی منسوب به

آن بدین شرح است:

الف. تسطیح و تسویه زمین

زمینی که روی آن قرار است دایره هندی ترسیم شود باید کاملاً صاف و تسویه باشد. «بعد از تسویه زمین، [چنانچه] بر وجهی [از آن] که اگر آبی بر او ریخته شود، به همه جوانب برابر میل نماید» (حارثی، بی تا: ۲۱۳). برای تسطیح و تسویه زمین از ابزارهایی مانند تراز که میزانی حبابدار است و شاقول متصل به رأس، گونیایی که به صورت مثلث متساوی الساقین است، می توان استفاده کرد.

ب. ترسیم دایره و نصب مقیاس

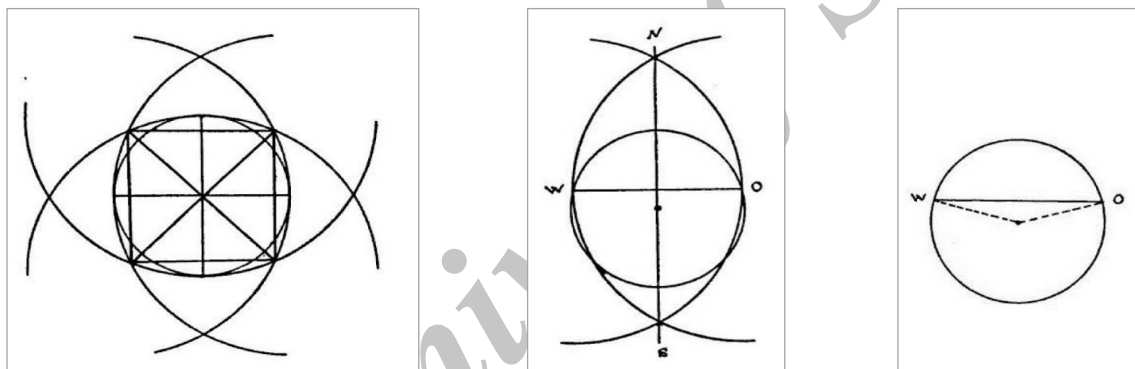
بر روی سطح تسطیح شده دایره ای رسم می کنیم. لازم است بیان شود، هر چه دایره بزرگ تر باشد نتیجه دقیق تر می شود. درباره مقیاس نصب شده در مرکز دایره هندی طبق رساله حسن زاده

آملی «مقیاس و طریق نصب و اندازه آن در دایره هندی این است که: مقیاس به شکل مخروط محدودالرأس، قائم مستدیر، ثقیل، معتدل، در رقت و غلظت باشد.» (حسن زاده آملی، ۱۳۷۳: ۷)

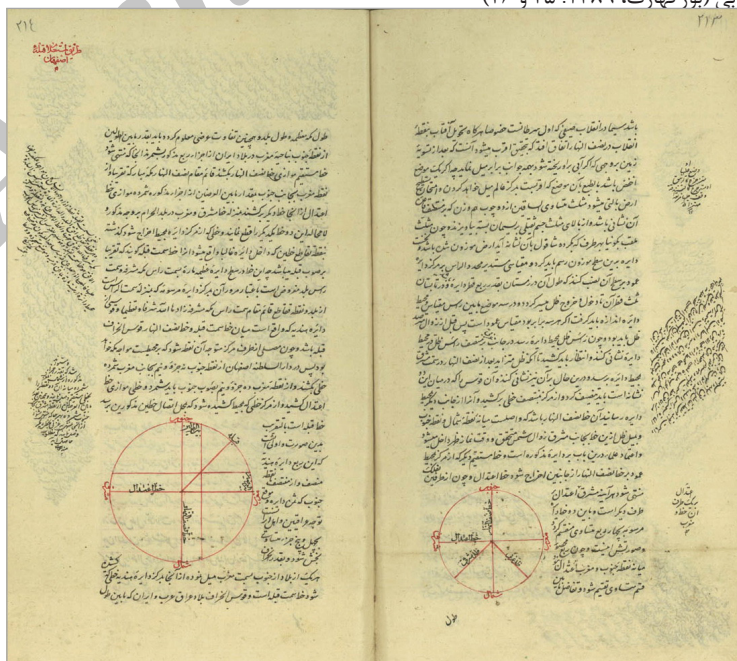
مخروط محدودالرأس؛ برای این که سایه مورد نظر متفرق نشود و بتوان محل آن را مشخص نمود، سر مخروط را باریک تر از قاعده اش در نظر می گیرند. مدخل و مخرج سایه در یک نقطه مشخص می شود و باید در وسط رأس سایه در وقت خروج و دخول از دایره هندی علامت گذاشت. **قائم مستدیر؛** تا سهم (خطوط شعاعی) آن عمود بر مرکز سطح قاعده اش باشد.

ثقل؛ تا در جایش ثابت بماند و قرار گیرد.

اعتدال در رقت و غلظت؛ چنانچه زیاد باریک باشد، نمی توان سایه را درک کرد و اگر ضخامت آن زیاد باشد سایه متفرق می شود و به صورت دقیق مشخص نمی گردد.



تصویر ۱. دایره جهت یابی (پور کهارت، ۱۳۸۹: ۲۵ و ۲۶)

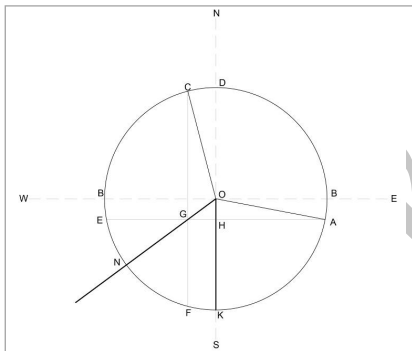


تصویر ۲. ترسیم دایره هندی (نسخه خطی حسین بن عبدالصمد حارثی)

به دست آورده و درجات از نقطه شمال و نقطه جنوب بر روی دایره هندی به سمت مغرب به اندازه تفاوت درجات دو طول مذکور [COD]، شمارش می‌شود. آنگاه بین دو نقطه پایانی شمارش شده، خطی که موازی با نصف‌النهار در دایره هندی است، رسم می‌گردد. این خط را خط طولی می‌نامند.

۲. تفاوت میان عرض نقطه مدنظر و عرض مکه مکرمه را به دست می‌آید [AOB] و به اندازه آن، از نقطه مشرق و مغرب بر دایره یادشده به سمت جنوب شمارش می‌شود. آنگاه بین دو نقطه پایانی شمارش شده خطی موازی با خط مشرق و مغرب رسم می‌گردد؛ که خط عرضی خوانده می‌شود.

۳. روشن است که خط طولی و خط عرضی همدیگر را در نقطه‌ای غیر از مرکز دایره قطع می‌نمایند. بنابراین، از مرکز دایره هندی، خطی به سمت نقطه تقاطع یادشده خارج و ادامه داده می‌شود. این خط، خط سمت قبله است و جهت قبله را [زاویه KON نسبت به جنوب جغرافیایی] نشان می‌دهد (حسینی نسب، بی تا).



تصویر ۳. باز ترسیم دایره هندی (علی احیایی، ۱۳۶۴)

مختصات جغرافیایی نقطه مورد نظر (φ_1, λ_1)

مختصات جغرافیایی کعبه (φ_2, λ_2)

$$AOB = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$COD = \lambda_2 - \lambda_1$$

$$\theta = \alpha + 180 = KON + 180$$

فرمول به دست آمده از روش ترسیمی

$$\sin \alpha = \frac{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)}{\sqrt{\sin^2(\lambda_2 - \lambda_1) + \sin^2(\varphi_1 - \varphi_2)}}$$

طبق فرمول اخذشده از روش ترسیمی دایره هندی (تصویر

۳)، در جدول ۱ با توجه به مختصات مسجد جامع اصفهان،

زاویه انحراف قبله محاسبه شده است.

خواجه توسی در "تذکره هیئت" و علامه حلی در "منتهی فقه" بیان نموده‌اند، باید نصف قطر دایره دو برابر مقیاس باشد و دیگران همین معنی را به بیان ساده‌تر تعبیر کرده‌اند؛ که مقیاس به قدر ربع قطر دایره باشد و شیخ بهاء‌الدین عاملی در "تشریح الافلاک" گفته است که اندازه مقیاس قریب به ربع قطر دایره است.

ابوریحان بیرونی در "قانون" می‌گوید، مقیاس تا اندازه کمتر از نصف قطر دایره باشد تا ظل مقیاس در انقلاب زمستانی داخل دایره شود (حسن زاده آملی، ۱۳۷۳: ۱۲-۷).

ج. تعیین جهات اربعه

هرگاه آفتاب به افق شرقی نزدیک باشد، سایه این مقیاس بیرون دایره واقع و با زیاد شدن ارتفاع آفتاب، رأس سایه مقیاس منطبق بر محیط دایره می‌شود. سپس در نقطه‌ای که رأس سایه بر روی دایره منطبق باشد علامتی می‌زنند و آن نقطه را مدخل سایه می‌نامند. بعد از آن سایه کوتاه شده و باز افزایش می‌یابد و بار دوم در نقطه‌ای که رأس سایه بر محیط همان دایره منطبق گردد، علامت گذاشته می‌شود که به آن مخرج سایه گویند. سپس دو علامت را با خطی مستقیم به هم وصل می‌کنند.

چنانچه دو طرف این قوس و مرکز قاعده مقیاس را با دو خط مستقیم وصل کنند، زاویه‌ای بر مرکز دایره ایجاد می‌شود؛ در صورتی که آن زاویه یا وتر و یا آن قوس را که میان دو علامت یادشده محصور شده نصف کنند و از منتصف هر یک خطی کشند که به مرکز دایره گذرد آن خط، نصف‌النهار است که آن را خط زوال نیز می‌نامند؛ و چون خط نصف‌النهار را از دو طرف به محیط دایره هندی وصل کنند، آن نقطه تقاطع خط زوال با محیط دایره که در طرف جنوب باشد، نقطه جنوب و نظیرش در سمت شمال، نقطه شمال است (حسن زاده آملی، ۱۳۷۳: ۳۴-۳۱). اگر خط عمود بر نصف‌النهار طوری رسم گردد که از مرکز قاعده مقیاس عبور کند، این خط را، خط مشرق و مغرب یا خط اعتدال خوانند. دو نقطه تقاطع خط مشرق و مغرب با دایره هندی را مشرق اعتدال و مغرب اعتدال می‌نامند (حسینی نسب، بی تا). جهات اربعه در دایره هندی به این صورت است که نقطه جنوب به سمت بالای صفحه و نقطه شمال در مقابل آن به سمت پایین صفحه، و مغرب طرف راست و مشرق طرف چپ نسبت به کسی که رو به سوی جنوب ایستاده است، قرار می‌گیرد.

تعیین زاویه انحراف قبله در دایره هندی

پس از مشخص شدن جهات اربعه، بنابر مختصات به دست آمده از نقطه مورد نظر و همچنین مختصات کعبه برای تعیین جهت قبله از طریق دایره هندی، بدین گونه عمل می‌شود:

۱. ابتدا تفاوت میان طول نقطه مدنظر و طول مکه را

دقت دایره هندی

شناخت جهت قبله از طریق دایره هندی به صورت تقریبی نزدیک به حقیقت، در خصوص مناطقی که تفاوت میان طول آن و طول مکه مکرمه کمتر از ۹۰ درجه باشد، امکان‌پذیر است. تعیین نقاط یادشده، عملی تقریبی است، زیرا دو مدار یومی در حالت ورود رأس سایه مقیاس و خروج آن باهم برابر نیستند. میزان میل خورشید در طول حرکت آن، در هر لحظه تغییر می‌یابد، بنابراین، مداران یومی در هر زمانی در حال تغییرند. خورشید هنگام وارد شدن، رأس سایه مقیاس در مدار یومی معینی بوده است و هنگام خروج سایه، در مداری دیگر. به منظور نزدیک‌ساختن این عمل تقریبی به عملی تحقیقی و دقیق، یادآوری این امور لازم است:

۱. چنانچه این عمل هنگام رسیدن خورشید به دو نقطه انقلاب تابستانی و زمستانی یا نزدیک به آن دو نقطه انجام شود، دقیق‌تر خواهد بود؛ زیرا حرکت و میل در این زمان آهسته‌تر است.

۲. با اینکه وقوع چنین حالتی نادر است اما هرگاه عمل یادشده در روزی انجام گیرد که خورشید در نیمه آن روز در انقلاب باشد، مدار یومی آن در حالت ورود سایه و خروج آن یکسان خواهد بود.

۳. اگر طلوع خورشید یا غروب آن در اعتدال بهاری یا اعتدال پاییزی باشد، خطی که در راستای سایه خارج می‌شود و از مرکز دایره - هنگام وجود خورشید در یکی از دو اعتدال - می‌گذرد، خط مشرق و مغرب است؛ و خطی که آن را با زوایای قائمه قطع می‌کند، نصف‌النهار است (حسینی‌نسب، بی‌تا). چنانچه زاویه انحراف قبله با روش دایره هندی (در شرایط مناسب) به دست آید و با زاویه واقعی انحراف قبله سنجیده شود (جدول ۲)، نتیجه چنین حاصل می‌شود که این روش، از دقت بالایی برخوردار است.

بررسی جهت قبله در مسجد جامع اصفهان

در گذشته جهت قبله در مقیاس وسیع‌تر از یک مسجد مانند شهر و ناحیه مشخص می‌شده است و برای کلیه مساجدی که در یک شهر ساخته می‌شد، از زاویه انحراف قبله یکسانی استفاده می‌کردند. در تصویرهای ۴ و ۵ به خوبی این مطلب نشان داده شده است.

مسجد جامع اصفهان همچون دایره‌المعارف مجسم هنر اسلامی ایران است و حاصل تجارب هزارساله معماری و روش‌های مختلف ساختمانی است که در آن گردآمده است. نتیجه تحقیقات گالدریری نشان می‌دهد که این مسجد در قرن سوم ه.ق. تخریب شده و مسجد جدیدی با اصلاح محور قبله در جای آن ساخته شده است (حاجی قاسمی، ۱۳۸۳: ۵۵). مسجد جامع اصفهان به شیوه خراسانی بنیاد نهاده شده و بعدها در شیوه رازی طرح شبستان ستوندار به چهار ایوانی تبدیل شد. گنبدخانه جنوبی را نظام‌الملک در ۴۷۳ ه.ق. ساخت و سپس صفا صاحب (ایوان جنوبی جلوی گنبدخانه) به آن افزوده شد (پیرنیا، ۱۳۸۶: ۱۷۸).

در زمان سلجوقیان در مسجد جامع اصفهان تغییرات اساسی شکل گرفت که این تغییرات را می‌توان به سه مرحله کلی تقسیم کرد: نخست، در میانه جبهه جنوبی مسجد، گنبدخانه نظام‌الملک بنا شد که بنایی مستقل بود و علی‌رغم نشستن در میان شبستان، چهار نمای آزاد در چهار طرف داشت. دوم، در مقابل جبهه شمالی گنبد نظام‌الملک، ایوانی ساخته شد که هدف از احداث آن احتمالاً رفع حالت منفرد و مجزای بنای گنبد بوده است. سوم، ایوان شمالی ساخته شد. چهار ایوان مسجد هم‌زمان ساخته نشده‌اند (حاجی قاسمی، ۱۳۸۳: ۵۹ و ۵۸). پس از ساخته شدن ایوان جنوبی (صفا صاحب)، ایوان‌های سه‌گانه شمالی (صفا درویش)، غربی (صفا استاد) و شرقی (صفا شاگرد) بنا گردیدند و تغییر شکل محسوسی در مسجد پدید آمد (پیرنیا، ۱۳۸۶: ۱۸۲).

جدول ۱. تعیین زاویه انحراف قبله با روش دایره هندی (نگارندگان)

نام مسجد	طول جغرافیایی نقطه مدنظر	عرض جغرافیایی نقطه مدنظر	طول جغرافیایی کعبه	عرض جغرافیایی کعبه	زاویه انحراف قبله با روش دایره هندی
مسجد جامع اصفهان	۵۱٫۶۸	۳۲٫۶۷	۳۹٫۸۲	۲۱٫۴۲	۴۶٫۴۹

(نگارندگان)

جدول ۲. دقت دایره هندی در تعیین زاویه انحراف قبله

نام مسجد	زاویه انحراف قبله با روش دایره هندی	زاویه انحراف قبله با روش مثلثات کروی	زاویه انحراف قبله باتوجه به سایت http://eqibla.com	میزان اختلاف زاویه انحراف قبله
مسجد جامع اصفهان	۴۶٫۴۹	۴۶٫۰۶	۴۶٫۰۷	کمتر از ۰٫۵ درجه

(نگارندگان)

حال اگر زاویه انحراف قبله با مختصات جدید و به روش دایره هندی مسجد جامع اصفهان با راستای واقعی قبله این مسجد مقایسه شود، اختلافی حدود ۱۲ درجه به دست می آید. این میزان اختلاف جای تأمل و تدقیق بیشتری دارد (جدول ۳). لازم است بیان شود که راستای واقعی مسجد با توجه به اندازه گیری های دقیق، ۳۴،۴۵ درجه از جنوب به غرب محاسبه گردید.

زاویه انحراف قبله در بعضی از شهرها بنابر زیج های مختلف

براساس بررسی های گسترده در کتاب ها و نسخ خطی که درباره جهت قبله نگاشته شده، مختصات قدیم شهرها و همچنین زاویه انحراف قبله آنها در دوره های مختلف باهم تفاوت داشت. بنابراین مساجدی که در دوره های مختلف در یک شهر ساخته می شده، جهت گیری یکسان و ثابتی نداشته اند. در جدول ۴ زاویه انحراف قبله در بعضی از شهرهای اسلامی در دوره های مختلف ذکر شده است.

تصویر ۵. جدول طول و عرض جغرافیایی و زاویه انحراف قبله بعضی از شهرهای اسلامی (رساله حسین بن عبدالصمد حارثی)

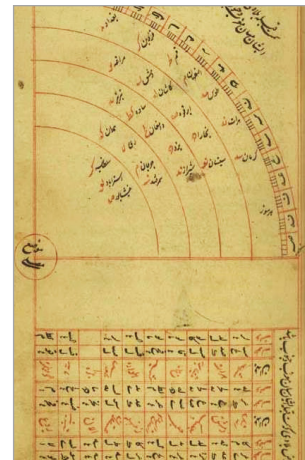


تصویر ۷. جهت واقعی قبله در مسجد جامع اصفهان (زاویه قبله از جنوب به غرب $90 - 43,93 = 46,07$) (<http://eqibla.com>)

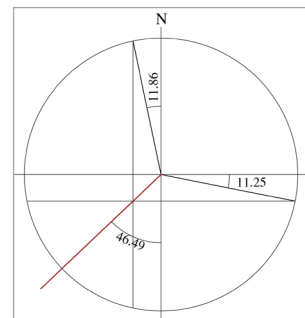
برای بررسی جهت قبله در مسجد جامع اصفهان بنا بر مختصات آن، دایره هندی آن در تصویر ۶ نشان داده شده است که باید ۴۶،۴۹ درجه از جنوب به غرب زاویه داشته باشد. در تصویر ۷، زاویه واقعی قبله در مسجد جامع اصفهان نشان داده شده است که به خوبی می توان انحراف کالبد مسجد را نسبت به جهت واقعی قبله مشاهده کرد.

تجزیه و تحلیل زاویه انحراف قبله

در دایره هندی، چنانچه گفته شد برای مشخص نمودن زاویه انحراف قبله در هر نقطه ای به مختصات آن نقطه و مختصات کعبه نیاز است. مختصات جغرافیایی شهرها، فاصله شهرها تا مکه، زاویه انحراف قبله و از این قبیل موارد در کتاب هایی با نام زیج^{۲۱} ثبت و ضبط می شده است (تصویر ۸). در گذشته مختصاتی که برای هر شهر اتخاذ می شد با مختصات واقعی امروز تفاوت هایی داشت. این نکته باعث می شده که براساس آن مختصات و با کمک گرفتن از دایره هندی، جهت قبله را در هر جایی مشخص نمایند. بنابراین، مساجد را در شهرها با توجه به زاویه انحراف به دست آمده بنا می کردند.



تصویر ۴. نمودار و جدول طول و عرض جغرافیایی بعضی از شهرهای اسلامی (رساله سمتیه ۱۰۵۵ ه.ق.)

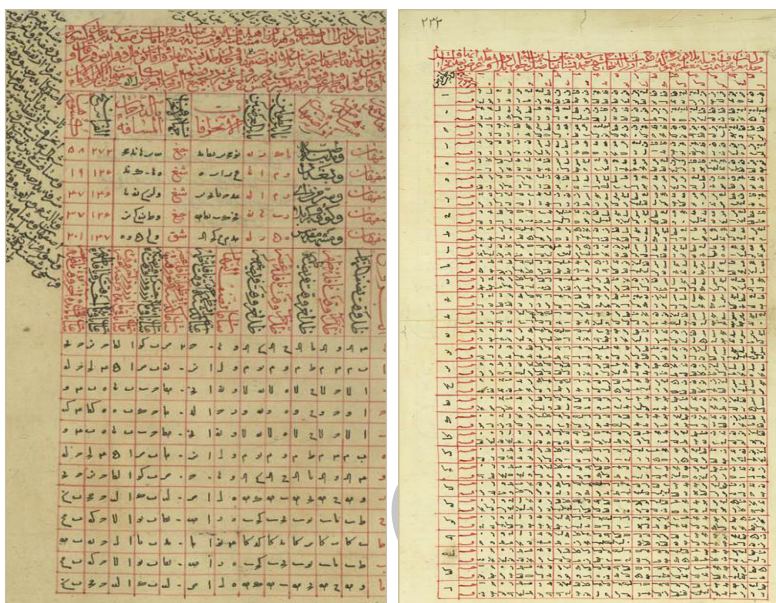


تصویر ۶. دایره هندی بنابر مختصات مسجد جامع اصفهان (نگارندگان)

تطبيق زاویه انحراف قبله

بنابر آنچه بیان شد، روش‌های تعیین جهت قبله مانند دایره هندی خطای بسیار ناچیزی دارند. چنانچه اطلاعات صحیح اعم از مختصات جغرافیایی نقطه مورد نظر و جهات اربعه برای روش دایره هندی در نظر گرفته شود، نتیجه تعیین زاویه انحراف قبله به واقعیت بسیار نزدیک است. منشأ اصلی انحراف در جهت‌گیری مسجد را می‌توان نتایج حاصل از زیج‌ها

دانست. در هر دوره‌ای، مختصات جدیدی برای شهرها تعریف می‌شد و مساجد در حال ساخت در این شهرها براساس نتایج جدید، جهت‌گیری می‌شدند. در جدول ۵، زاویه انحراف مسجد نسبت به مختصات قدیم آن سنجیده شده است. با توجه به تصویر ۹ که مستخرج از رساله حسین بن عبدالصمد حارثی است، برای تعیین جهت قبله مسجد جامع اصفهان به‌صراحت بیان شده که از روش دایره هندی استفاده شده و بنا بر زیجی قدیمی صورت پذیرفته است.



تصویر ۸. نمونه‌هایی از جدول‌های حاصل از زیج‌ها (رساله حسین بن عبدالصمد حارثی)

بسم الله الرحمن الرحيم
 معرفت قبله طریقی است چون بنا بر آن بر قول اهل رصد است و اختلاف بسیار در اوقات و ایشانش
 است چنانکه در خصوص قبله اصفهان در مسجد جامع انحراف از خالصت النهار بنا بر زیج قدیم است
 و آن سی و سه درجه و چهل دقیقه است و بنا بر استخراج این زیج جدید الخ میرزا مسجد عباسی را
 بر آن مقرر ساختند و انحراف آن چهل درجه و هشت دقیقه و پنج یا شش ثانیه تقریر
 فرمودند و در وقت کشیدن دایره هندی اگر گفتند و بخین حاضر بودند و چون دایره قبله
 اوسع از آنست که در آن ملاحظه این دقائق نمایند خوبست و چون در همه بلاد اسلام بنا
 بر زیج جدید است بنا بر استخراج بطریق مسعودی مولانا محمد باقر زیدی طاب ثراه گفته است
 انحراف بلاد اسلامی بخوبی که آن وجد الهی در رساله مطلع الانوار بیان فرموده مذکور
 می‌شود از آنجمله انحراف کاشان سی و چهار درجه و سی و سه دقیقه است و قره‌قروم هشت
 و هفت درجه و سی و چهار دقیقه است و تبریز پانزده درجه و چهل دقیقه است و تبریز چهل
 و هشت درجه و هشت دقیقه است و قم سی و یک درجه و سی و پنج دقیقه است و تبریز

تصویر ۹. تعیین جهت قبله مسجد جامع اصفهان براساس زیج قدیم با دایره هندی (رساله حسین بن عبدالصمد حارثی)

جدول ۳. اختلاف زاویه انحراف قبله با راستای قبله مسجد

مسجد	زاویه انحراف قبله از جنوب به غرب با مختصات جدید و به روش دایره هندی	زاویه انحراف قبله از جنوب به غرب براساس راستای واقعی مسجد	اختلاف زاویه انحراف قبله با روش دایره هندی نسبت به راستای واقعی مسجد
مسجد جامع اصفهان	۴۶,۴۹	۳۴,۴۵	۱۲,۰۴

(نگارندگان)

جدول ۴. زاویه انحراف قبله از جنوب به غرب در بعضی از شهرهای ایران

شهر	زیج الگ میرزا؛ کتاب خطی سمتیه و کتاب خطی معزالدين بن محمد صادق تبریزی	رساله مطلع الانوار؛ کتاب خطی حسین بن عبدالصمد حارثی	مختصات جدید؛ مرکز ژئوفیزیک دانشگاه تهران
سیستان	۶۲	-	۷۲
کرمان	۵۸	-	۶۴,۵
شیراز	۵۱	۲۰ ۵۳'	۵۷,۵
نیشابور	۴۴	۲۶ ۴۸'	۵۳,۵
طوس	۴۳	۰۹ ۴۵'	۵۴,۵
یزد	۴۲	۲۷ ۴۸'	۵۴,۵
اصفهان	۳۹	۲۸ ۴۰'	۴۶
دامغان	۳۸	-	۴۴,۵
کاشان	۳۵	۳۳ ۳۴'	۴۲
قم	۳۲	۵۵ ۳۱'	۳۹
ساری	۳۱	۵۴ ۳۲'	۴۱
ساوه	۲۸	۱۸ ۲۹'	۳۷
قزوین	۲۷	۳۴ ۲۷'	۳۳,۵
همدان	۲۲	۱۶ ۲۲'	۳۲
اردبیل	۱۸	۱۳ ۱۷'	۲۶
تبریز	۱۶	۴۰ ۱۵'	۲۰,۵

(نگارندگان)

جدول ۵. تطبیق زاویه انحراف قبله مسجد جامع اصفهان براساس مختصات قدیم

مسجد	زاویه انحراف قبله از جنوب به غرب	زاویه قبله مسجد از جنوب به غرب	اختلاف زاویه انحراف قبله با راستای قبله مسجد
مسجد جامع اصفهان	۳۳ ۴۰' = ۳۳,۶۷	۳۴,۴۵	۰,۷۸

(نگارندگان)



نتیجه‌گیری

دانشمندان مسلمان در زمینه تعیین جهت قبله، همواره به دنبال روشی جامع و کامل بوده‌اند تا بتوانند در سراسر قلمرو اسلامی از آن استفاده کنند. بنابراین، از همان قرون اولیه روش‌هایی را ابداع کردند که مبتنی بر حرکت افلاک و خورشید بوده است. یکی از رایج‌ترین روش‌ها در تعیین جهت قبله، دایره هندی است. اگرچه این روش را مسلمانان از هندی‌ها اقتباس کردند و هندی‌ها از آن برای جهت‌یابی بنای معابد خود که براساس جهات جغرافیایی شکل می‌گرفت، استفاده می‌کردند ولی این دانشمندان مسلمان بودند که از آن برای جهت‌یابی قبله بهره می‌بردند.

در این مقاله، جهت قبله مسجد جامع اصفهان که از بناهای اصیل در معماری اسلامی است، مورد تحلیل قرار گرفت. جهت‌گیری این مسجد دارای انحرافات نسبت به جهت واقعی قبله بود. پس از بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد باینکه روش‌هایی مانند دایره هندی خطای اندکی دارد ولی آن چیزی که بیش از همه، تعیین جهت قبله در این مسجد را دچار خطا کرده، نتایج حاصل از زیج‌ها (طول و عرض جغرافیایی شهرها، زاویه انحراف قبله در هر شهری و ...) است.

روش دایره هندی، روشی ساده و ترسیمی است و از دقت بالایی در مشخص نمودن جهت قبله برخوردار است. براساس کتاب‌های مطالعه‌شده، جهت‌یابی قبله مسجد جامع اصفهان براساس دایره هندی بوده و استفاده از این روش تا دوره‌های اخیر نیز ادامه داشته است. از آنجایی که گستره این روش بسیار زیاد بوده است، لازم شد تا در این نوشتار، روش دایره هندی مورد بررسی و واکاوی قرار گیرد. با شناخت کامل این روش و برطرف کردن نقاط ضعف آن، امروزه نیز می‌توانیم برای تعیین جهت قبله مساجد، از این روش دقیق بهره ببریم.

پی‌نوشت

۱. این ابزار برای سنجش ارتفاع، سمت، بُعد و میل خورشید و ستارگان، تعیین وقت در ساعات روز و شب، تعیین قبله و زمان طلوع و غروب آفتاب به کار می‌رفته است.
۲. ربع (quadrant) که آن را ربع‌المجیب می‌نامند؛ دستگاه‌های مثلثی شکل مسطحی دارند و از چوب و فلز ساخته شده‌اند. در رأس این مثلث ریسمان و شاقولی آویزان است که برای اندازه‌گیری زوایای ستارگان و اجرام فلکی و سایر مسائل نجومی به کار برده می‌شود.
۳. حسینی نسب دانش‌های فقه، اصول فقه، فلسفه، منطق، اقتصاد اسلامی، علم کلام، علم رجال، علم هیأت و نجوم و ادبیات را از استادانی چون محمدتقی بهجت، فاضل لنکرانی، میرزا جواد تبریزی و علامه حسن زاده آملی، فراگرفت. وی بیش از پانزده سال علوم اسلامی از قبیل فقه، اصول، فلسفه، علم هیأت و علم کلام را در حوزه علمیه قم تدریس کرد.
۴. ملقب به عزالدین (۹۱۸-۹۸۴.ق.)؛ از علمای شیعی و اهل جبل عامل و از شاگردان شهید ثانی و پدر شیخ بهائی است.
۵. محمد بن محمد بن حسن طوسی مشهور به خواجه نصیرالدین توسی (۵۹۷-۶۷۲.ق.)، حکیم و متکلم قرن هفتم قمری است. وی نویسنده کتاب‌ها و رساله‌های بسیاری در علوم اخلاق، منطق، فلسفه، کلام، ریاضیات و نجوم است. اخلاق ناصری، اوصاف الاشراف، اساس الاقتباس، شرح الاشارات، تجرید الاعتقاد، جامع الحساب و کتاب مشهور زیج ایلخانی و تذکره فی علم الهیئته در علم نجوم از آثار مهم و مشهور اوست.
۶. محمد بن عزالدین حسین (۹۵۳ق-۱۰۳۱/۱۰۳۰ق.)، متخلص به بهائی و معروف به شیخ بهائی و بهاء‌الدین عاملی، فقیه، محدث، حکیم و ریاضیدان سده‌های دهم و یازدهم ه.ق. است.
۷. محمدجعفر بن سیف الدین استرآبادی تهرانی معروف به شریعتمدار، عالم شیعی قرن سیزدهم هجری قمری از شاگردان صاحب ریاض، بحر العلوم و وحید بهبهانی است.
8. Marcus Vitruvius Pollio
۹. فیلسوف نوافلاطونی یونان متأخر و نویسنده آثار فلسفی در قرن پنجم میلادی که فلسفه فلوطین (افلوپتین) و اتباع او از طریق آثار وی در فلسفه اسلامی و فلسفه مدرسی تأثیر گذار بوده است.
۱۰. کتابی درباره نظریه‌های نجومی در عصر پر کلس است.
11. gnomon
۱۲. ۱. براساس لغت‌نامه دهخدا، از مواد اصلی که در اغلب زیج‌ها مندرج است: ۱. گاه‌شماری ۲. جدول‌های خطوط مثلثاتی ۳. جدول‌های مختصات و تعدیلات و سایر مقادیر نجومی ۴. جدول‌های جغرافیایی (فهرست بلاد و... و مختصات جغرافیایی آنها) ۵. جدول‌های صور نجومی ۶. جدول‌هایی برای استخراج احکام نجوم.

- بورکهارت، تیتوس (۱۳۸۹). هنر مقدس (اصول و روش‌ها). ترجمه جلال ستاری، چاپ چهارم، تهران: سروش.
- پیرنیا، محمدکریم (۱۳۸۶). سبک‌شناسی معماری ایرانی. چاپ پنجم، تهران: سروش دانش.
- حاجی قاسمی، کامبیز (۱۳۸۳). گنجنامه ۷ (مساجد جامع) بخش اول. فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران، مرکز اسناد و تحقیقات دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران: روزنه.
- _____ . گنجنامه ۸ (مساجد جامع) بخش دوم. فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران، مرکز اسناد و تحقیقات دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران: روزنه.
- حسن‌زاده آملی، حسن (۱۳۷۳). تعیین خط زوال از طریق دایره هندی. چاپ اول، قم: قیام.
- حسین بن عبدالصمد حارثی (بی‌تا). رساله در مسئله قبله [نسخه خطی]. تهران: کتابخانه مجلس شورای اسلامی.
- حسینی‌نسب، رضا (بی‌تا). درس هشتم: قبله‌شناسی. در رابطه با علم هیأت و نجوم.
- دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۷۷). لغت‌نامه فارسی. تهران: دانشگاه تهران.
- سمتیه (۱۰۵۵ ق.ه). رساله در معرفت سمت قبله [نسخه خطی]. تهران: کتابخانه مجلس شورای اسلامی.
- طباطبایی، سیدمحمدحسین (۱۴۱۷). المیزان فی تفسیرالقرآن. چاپ پنجم، ج ۱، قم: دفتر انتشارات اسلامی.
- علی‌احیایی، ماشاءالله (۱۳۶۴). جهت‌یابی و قبله‌یابی با روش‌های آسان. چاپ اول، تهران: امیرکبیر.
- _____ (۱۳۶۷). کاربرد علوم در قبله‌یابی: نگرشی نو در تعیین قبله. چاپ اول، تهران: امیرکبیر.
- قرشی، سیدعلی‌اکبر (۱۳۷۱). قاموس قرآن. چاپ ششم، ج ۴، تهران: دارالکتب‌الاسلامیه.
- گیاهی یزدی، حمیدرضا (۱۳۹۳). روشی رصدی در نجوم دوره اسلامی برای تعیین جهت‌های اصلی برگرفته از نجوم هندی، دانشنامه جهان اسلام. ج ۱۷، تهران: بنیاد دایره المعارف اسلامی.
- معزالدین‌بن‌محمدصادق تبریزی (۱۰۷۱ ق.ه). رساله‌ای در مورد قبله [نسخه خطی]. تهران: کتابخانه مجلس شورای اسلامی.
- وحیدالدهر (بی‌تا). مطلع‌الانوار [نسخه خطی]. تهران: کتابخانه مجلس شورای اسلامی.
- Ishak, S. N.; Setumin, S.; Maruzuki, I. F. & Sharipudi, S. M. (2012). Qibla Determination Using Vector Algebra, *Science and Engineering Research*. 967-970.
- <http://eqibla.com> بازیابی شده: ۹۴/۱۲/۷
- www.calendar.ut.ac.ir/fa بازیابی شده: ۹۴/۸/۲۵