مجلّهٔ تاریخ علم، شمارهٔ پنجم، ۱۳۸۵، ص۵۹-۸۲

تصحیح و شرح باب فی معرفة سمت القبلة
لابی‌ریحان البیرونی (د. ۴۴۰ ق)

با یاد شادروان
مهندس سید محمدعلی مولوی عربشاهی

سید محمد مظفّری
دانشجوی کارشناسی ارشد تاریخ علم، دانشگاه تهران his_sci@yahoo.com

چکیده (تاریخ دریافت: ۸۵/۲/۱ ـ تاریخ پذیرش: ۸۵/۴/۲۸)

این مقاله به معرفی بخشی از یک کتاب منتشر نشده از ابوریحان بیرونی به نام *کتاب فی علم الاسطرلاب* می‌پردازد. این بخش دربارهٔ یافتن سمت قبله با استفاده از اسطرلاب است. همچنین از این رهگذار، ارتباط سنّت‌های مختلف نجومی با عنصر دینی و تأثیر متقابل دین اسلام و اخترشناسی بررسی شده است. نقشه‌های مربوط به یافتن سمت قبله و اضافاتی که دانشوران مسلمان به منظور کاربردهای دینی بر اسطرلاب انجام داده‌اند، به عنوان نشانه‌هایی از این ارتباط دوسویهٔ بالنده ذکر گردیده و توضیحات هندسی و ریاضی لازم برای توضیح مطلب افزوده شده است.

کلیدواژه‌ها: اسطرلاب، سنّت‌های نجومی، نجوم و دین، سمت قبله، نقشه

درآمد

۱. نجوم اسلامی دارای جنبه‌های مختلفی است که هر کدام بنا بر سنّت‌های مختلف در زمانی خاص شکل گرفته یا از مواریث گذشته در قالبی نوین بازنمایی شده‌اند. از این میان می‌توان در تقسیم‌بندی تازه‌ای که جمیل رجب[1] از نجوم اسلامی به دست داده، به این موارد اشاره نمود: **الف.** اخترشناسی سنّتی[2] که بازمانده از دوران جاهلی و روش اعراب پیش از اسلام در شناخت انواء، منازل قمر، نسیء و ... است. این مورد به عنوان یک سنّت علمی دیرزمانی تا سده‌های چهارم و پنجم هجری برجای ماند، به گونه‌ای که

1. Jamil Ragep
2. folk astronomy

عبدالرحمن صوفی (د. ۳۷۶ ق) در *صورالکواکب* ـکه سارتون[1] آن را یکی از سه کتاب بزرگ نجومی دورهٔ اسلامی می‌داند (p. 666)ـ آگاهان از علم نجوم را به دو دسته منقسم می‌سازد: «گروه اوّل جماعتی‌اند که بر طریقهٔ منجمّان می‌روند و امّا گروه دوم جماعتی‌اند که بر طریقهٔ عرب می‌روند. و از این دو گروه، یعنی سالکان طریقهٔ منجّمان و طریقهٔ عرب کسی که وقوف دارد بر یک طریقه، طریقهٔ دیگر نمی‌شناسد و در کتاب خود از آن دیگر که نه فنّ اوست چیزهایی می‌آرد که به آن خطا و کم بضاعتی او در آن شیوه ظاهر می‌شود.» (ص ۱۳-۱۷). **ب.** کیهان شناسی‌های دینی که منشأ آن قرآن یا پاره‌ای سنن مقدّس بوده‌اند. **ج.** تنجیم یا اختربینی که میراث سنّت‌های یونانی‌مآبی است.[2] **د.** متون فلسفی عمده مانند: *تیمائوس*[3] افلاطون یا *در آسمان*[4] ارسطو. و دو سنّت مهم نجومی شامل: **هـ** نجوم عملی که در آن از ابزارهای ریاضی برای حلّ مسائلی مانند وضعیّت‌های سیّاره‌ای، محاسبهٔ اوقات، اعیاد مذهبی و غیره استفاده می‌شد؛ **و.** نجوم نظری که به کیهان‌نگاری‌های فیزیکی بر پایهٔ مدل‌های ریاضی بدون تحلیل‌ها و پس‌زمینهٔ فلسفی می‌پرداخت. این دو سنّت اخیر پس از سدهٔ ۱۱م/ ۵ ق به ایجاد «*علم الهیئة*» به عنوان یک انتظام منفرد ریاضی انجامید که مستقل از سنت نجومی یونانی بود (← رجب، «*اخترشناسی اسلامی/ عربی*»[5]، p. 17).[6]

---

1. Sarton

۲. تنجیم یا اختربینی در یونان در اواخر سده دوم قبل از میلاد، در زمان هیپارخوس/ ابـرخس (Hipparchus) و تحت تأثیر نجوم بابلی شکل گرفت. در این زمینه ←

Evans, James, *The History & Practice of Ancient Astronomy*, Oxford University Press, 1998, p.18

3. *Timaeus*

4. *De Caelo* این کتاب توسط اسماعیل سعادت به فارسی ترجمه شده و انتشارات هرمس آن را منتشر کرده است.

5. *Arabic/Islamic Astronomy*

۶. در تقسیم‌بندی ساده‌تری ـکه به بیان صوفی رازی نزدیک‌تر است‌ـ جرج صلیبا (George Saliba) سنّت‌هـای نجومی اسلامی را به دو دسته تقسیم می‌کند: دسته اوّل شامل سنت‌های نجومی پهلـوی، اعـراب متقـدّم، یونـانی و سنّت سانسکریتی *سندهند* است، با درنظر گرفتن این عامل که هیچ آمیزش یـا تبـادلی بـین آنـان وجـود نداشـته باشد؛ و دسته دوم علم الهیئه یـا علـم الفلـک کـه بـه نظـر وی تحـت تـأثیر *نظریـه‌هـای سـیّاره‌ای* (*Planetary Hypothesis*) بطلمیوس به وجود آمد (p. 73). بطلمیوس در *مجسطی* بـه افـلاک بـه مثابـه مـدل‌هـای ریاضـی می‌نگرد، ولی در *نظریه‌های سیّاره‌ای* بدان‌ها تشخص عینی می‌بخشد.

اما در این میان تأثیر دین اسلام در گسترش و پیشرفت دانش نجوم حائز اهمیّت است. اسلام به نجوم ارزش مذهبی بخشید و چنین شد که از نجوم عملی جداول و روش‌هایی برای یافتن اوقات نماز، سمت قبله و محاسبهٔ زمان آغاز رمضان پدید آمد؛ یعنی جنبه‌ای از دانش نجوم که دیوید کینگ[1] آن را *اخترشناسی در خدمت اسلام*[2] می‌داند (← منابع). امّا آیا به واقع اسلام به نجوم نیازمند بود؟ و آیا اندک زمانی پیش و پس شدن در زمان نماز یا مقدار کوچکی تغییر در قوس سمت قبله عبادات مذهبی را از اعتبار می‌انداخت و عابدان را از اجر خود محروم می‌ساخت؟ به عقیده پروفسور جمیل رجب چنین نبود و از این رو، وی پیشنهاد می‌کند که به جای «خدمت [نجوم] به دین» بهتر است از «خدمت دین به منجّمان» نام برد که از یک سو به اخترشناسی مشروعیّت بخشید و از دیگر سو مسائل ظریفی برای حلّ و کشف، پیش پای منجّمان مسلمان و حتّی غیر مسلمان (صابئینی نظیر ثابت بن قرّه) نهاد. تأثیر مهم‌تر دین اسلام در نجوم، ایجاد انتظامی نو در دانش اخترشناسی بود که آن را «به لحاظ متافیزیکی خنثی»[3] و مجزّا از تأثیرات فلسفی نمود (رجب، «*اخترشناسی مستقل از فلسفه*»[4]، p. 49-51).

۲. تعیین سمت قبله در تمدّن اسلامی به عنوان جنبه‌ای از کاربردهای دینی نجوم اهمّیّت داشته است. خواجه نصیرالدین طوسی در *صد باب در معرفت اسطرلاب* می‌گوید:

> «در معرفت سمت قبله بباید دانست که شناختن قبله بر همه مسلمانان واجب است به جهت آن که رکن اعظم[5] از پنج رکن اسلام نماز است و یکی از شرایط صحّت نماز شناختن سمت قبله است.» (گ ۲۶ب).

نیز ابوریحان در *تحدید نهایات الاماکن* می‌گوید:

> «فایده آن (یعنی تصحیح طول و عرض شهرها) از مسلمانان تجاوز می‌کند و به اهل ذمّه و جز ایشان می‌رسد. بیت المقدّس برای جهودان همان مقام را دارد که رو به کعبه ایستادن برای ما دارد... و برای ترسایان

1. David King
2. *Astronomy in Service of Islam*
3. metaphysically neutral
4. *Freeing Astronomy from Philosophy*

۵. در نسخهٔ خطی: + است.

خطّ اعتدال برای آن که رو به مشرق بایستند جانشین سمت قبله پیش ماست و در نزد حرانیّان که به صابئان معروفند، خطّ نصف النّهار چنین است.» (ص۱۸۲، ۳-۲۵۲)

برای این منظور، روش‌های مختلف تعیین سمت مکّه در کتاب‌های مختلف نجومی ذکر گردید و نیز ابزارهایی از جمله نقشه‌های جغرافیایی ویژه با مرکزیّت شهر مکّه به وجود آمد، یا در سایر ابزارهای نجومی مانند اسطرلاب، خطوطی برای یافتن سمت قبله (همچنان که برای یافتن اوقات نماز) تعبیه شد و در زیج‌ها در کنار جداول تقویم، توابع مثلثاتی، وضعیّت‌های سیّاره‌ای و...، جداول اوقات نماز برای ساخت نمودارهای آن بر اسطرلاب و ساعت آفتابی (بسیطه) یا جداول سمت قبله نیز موجود است (کینگ، «*نقشه‌های جهان ...*»[1]، p. 13).

۲-۱. دیوید کینگ در یک کتاب به بررسی جامع نقشه‌های جهان که توسط مسلمانان برای تعیین سمت و مسافت مکّه به کار می‌رفته، پرداخته است (← همان)، و در کتاب جدید خود تحت عنوان*هماهنگی با آسمان*[2] ـکه به مطالعه تاریخچهٔ ساخت ابزارهای نجومی و زمان سنجی می‌پردازدـ یک فصل را به معرفی نقشه‌های بر جای مانده از زمان صفویه اختصاص داده که در آن مکّه در مرکز نقشه قرار گرفته است. به نظر او نقشه‌های دوران صفویّه نقش مهمّی در لزوم بازنگری در برداشت و طرز تلقّی از ریاضیّات و نقشه‌برداری دوران اسلامی دارد («*نقشه‌های جهان...*»، p. 4) و چنین نقشه‌هایی در تمدّن اسلامی کم نیستند. تصویر۱ (پیوست) نقشه‌ای برجای مانده از زمان سلاطین مملوک را نشان می‌دهد که توسّط ابن فضل‌الله ترسیم و در آن شهرهای مختلف در پیرامون مکّه نشان داده شده است. در هر کدام از این شهرها با قرار دادن نقشه بر جهات جغرافیایی می‌توان به سادگی جهت قبله را تعیین نمود؛ مثلاً در مورد همدان، قزوین و مراغه که در شمال شرقی مکّه واقعند (در این نقشه در قاچِ چسبیده به خطّ شمال در سمت مشرق قرار دارند) سمت قبله جنوب غربی به دست می‌آید. نکتهٔ در خور توجّه این‌که پس از ابوزید احمد بن سهل بلخی (متوفّی ۳۲۲ق/۹۳۴م) سنّت

1. *World-Maps...*
2. *In Synchrony with the Heavens*

نوینی در نقشه‌برداری اسلامی آغاز شد که بعدها به صورت عام‌ترین سبک نقشه‌برداری اسلامی درآمد که هم در اساس و هم در رویکرد متفاوت از سنّت یونانی‌ـ اسلامیِ سده‌های نخستین بود. دو تفاوت عمدهٔ این دو سبک این‌ها بود: در نقشه‌های سبک یونانی‌ـ اسلامی، عراق در مرکز قرار داشت؛ اما در نقشه‌های سبک بلخی، مکّه در مرکز نقشه‌ها بود؛ و دیگر آن‌که بر خلاف نقشه‌های امروز سمت جنوب در بالای نقشه و شمال در پایین آن قرار داشت (← پیوست، تصویر۱). منشأ این دو تفاوت را می‌توان دلایل مذهبی ـاحترام به شهر مکّهـ دانست (← «*دائرةالمعارف اسلام*»[1]، ذیل Kharīṭa).

۲-۲. اسطرلاب، مهم‌ترین آلت نجومی بشر در طول دو هزار سال، بدان‌گونه که امروزه می‌شناسیم برای نخستین بار در تمدّن اسلامی ساخته شد (سارتون، p. 536)[2] و به لحاظ رویکرد دینی حاکم بر انگارهٔ ذهنی مسلمین و دلایلی که در بالا برشمردیم، طبعاً از تأثیرات دینی خالی نماند: آیةالکرسی بر «کرسی»[3] اسطرلاب‌ها نقش بست؛ خطوط اوقات‌الصّلوات برای تعیین وقت نماز به کار رفت؛ منحنی‌های نمایشگر سمت

1. *Encyclopaedia of Islam*

۲. از اسطرلاب‌های ساخته شده در پیش از اسلام نمونه‌ای برجای نمانده است (الِوِل ساتن، p. 113؛ برای فهرست اسطرلاب‌های ادوار میانه که دیوید کینگ فراهم آورده ←

http://web.uni-frankfurt.de/fb13/ign/instrument-catalogue-TOC.html

و نیز ←

King, David A., "Bringing Astronomical Instruments Back To Earth" in: Nauta, Lodi W . et. al. (ed.) , *Between Demonstration and Imagination*, Leiden: Brill Academic Publishers, 1999.

که بنا بر این مقالهٔ کینگ (p. 5) قدیمی‌ترین اسطرلاب‌های موجود در دنیا مربوط است به دوران بیزانس (۱۰۶۲ م)؛ شرق اسلامی (از سال ۷۵۰-۱۱۰۰م)، و غرب اسلامی (۹۰۰-۱۱۰۰م). کهن‌ترین اسطرلاب اروپایی مربوط به قرن ۱۰م است که در کاتالونیای اسپانیا ساخته شده و در آن هم سنّت رومی و هم تأثیراتی از جهان اسلام دیده می‌شود.

متونی از بطلمیوس (*Plainsphaerium*)، تئون اسکندرانی، فیلوپونوس و ... موجود است که با توجّه به محتویّات آن‌ها می‌توان از کیفیّت اسطرلاب‌های عهد عتیق مطّلع شد؛ ولی مشخصاً می‌دانیم که بطلمیوس عناصر نظری موردنیاز برای ساخت این ابزار را در اختیار داشته است (نویگه بائر، p. 242). اگرچه نام اسطرلاب در متن کتاب بطلمیوس به صورت «ابزار طالع بینی» (Horoscopic Instrument) آمده؛ ولی به نظر نویگه بائر این امر تحریفی است که مؤلّفان و نسّاخان قرون میانه انجام داده‌اند (همان‌جا).

۳. بخش متصّل به بدنه که برای اتصال حلقه به منظور آویخته نگه داشتن آن به کار می‌رفت.

قبله برای هر شهر بر اساس متغیّرهای ارتفاع خورشید و طول دایرةالبروجی آن (تاریخ تقویمی) طرّاحی و بر روی اسطرلاب تعبیه گشت. ربع سمت راست و بالای تصویر۲ (پیوست) این منحنی‌ها را بر اسطرلابی برجای مانده از زمان صفویه نشان می‌دهد (روش ساخت این منحنی‌ها پس از توضیحات مربوط به رسالهٔ بیرونی خواهد آمد)، و تصویر۳ (پیوست) صفحه‌ای از یک اسطرلاب مربوط به همان دوره را نشان می‌دهد که اختصاصاً برای تعیین سمت قبله به کار می‌رفته است.

۳. *باب فی معرفة سمت القبله* بخش افزوده‌ای است بر پایان *کتاب فی علم الاسطرلاب* از ابوریحان بیرونی که در آن به روش تعیین سمت قبله می‌پردازد. به نظر می‌رسد علّت الحاق این باب به پایان کتاب، عقیده به این مطلب بوده که تعیین قبله یکی از کاربردهای اسطرلاب است. *کتاب فی علم الاسطرلاب* که گاهی *الاستیعاب فی علم الاسطرلاب* نیز خوانده می‌شود، اثری گمنام از بیرونی دربارهٔ کاربردهای اسطرلاب است. ابوریحان در رساله *الفهرست* و بوآلو[1] در فهرست خود از آثار بیرونی (به نقل از اذکایی، ص ۳۹-۴۱) نامی از آن نمی‌آورند. تقریباً تمام منجمّان روزگار گذشته کتابی در اسطرلاب ـ ساخت یا کاربردهای آن ـ نگاشته‌اند و از پنج کتابی که بیرونی در فهرست خود از آثار مربوط به آلات نجومی نام می‌برد، جز یک مورد که مربوط به اسطرلاب کروی است، بقیّه دربارهٔ ساخت اسطرلاب، انواع و مبانی ریاضی آن است؛ از این رو بعید به نظر می‌رسد بیرونی خود کتابی مستقل در باب کاربردهای اسطرلاب تصنیف نکرده باشد. در سه نسخه‌ای که از این کتاب در کتابخانهٔ مرکزی دانشگاه تهران موجود است (شماره‌های ۱۹۷۱؛ ۳۴۱د الهیات؛ ۵۱ د الهیات)[2]، نام مؤلف پرآوازه در ترقیمهٔ نسخه آمده است؛ بنابراین نیامدن نام این اثر در فهرستی که بیرونی از آثار خود فراهم آورده (به نقل از اذکایی، همان‌جا)، شاید به این دلیل باشد که همچون آثار مشهورتر او چون *الصیدنه*، *قانون مسعودی* و *آثارالباقیه* بعداً تصنیف شده است.

1. Boilot

۲. سزگین از این سه نسخه تنها به یک مورد اشاره می کند (p. 269). نسخهٔ دیگری از این کتاب نیز در مـشهد، کتابخانهٔ آستان قدس رضوی موجود است (شماره ۵۵۹۴ با ۲۴ برگ و مربوط به سال ۱۳۱۸ ق ← همان‌جا).

در *عیون الانباء فی طبقات الاطباء* اثری با عنوانِ *العمل بالاسطرلاب* به بیرونی نسبت داده شده که ظاهراً غیر از پنج اثر مربوط به اسطرلاب مورد اشارهٔ خود وی در فهرست آثارش است. همچنین *رسالة فی الاسطرلاب و عمله* که حاجی خلیفه به بیرونی نسبت می‌دهد (ستون ۸۴۵)، می‌تواند همان *کتاب العمل بالاسطرلاب* باشد که امروزه در دسترس است و ابن ابی اصیبعه نیز از آن نام برده و مستقل از پنج کتاب مذکور در فهرست خود بیرونی است (← جدول۱). لیکن معلوم نیست که بوآلو به چه استنادی *رسالة فی الاسطرلاب و عمله* مذکور در فهرست حاجی خلیفه را همان *تسهیل التصحیح الاسطرلابی* ... دانسته است (← اذکایی، ص۴۱)؛ در حالی که نامشان بر گونه‌گونی محتوایشان دلالت دارد[۱].

فهرست بیرونی (به نقل از صفا، ص۷۲؛ اذکایی، ص۴۱-۳۹)	***عیون الانباء فی طبقات الاطبّاء*** **(ص ۴۲۱)**	**حاجی خلیفه**
کتاباً فی استیعاب الوجوه الممکنه فی صنعة الاسطرلاب	ـــ	ذیل علم تسطیح الکره (ستون۸۱ و۴۰۳) از آن نام می‌برد.
تسهیل التصحیح الاسطرلابی و العمل بمرکباته من الشمالی و الجنوبی	ـــ	ـــ
تسطیح الصور و تبطیح الکور	*تسطیح الکره*	ـــ
فیما اخرج ما فی قوّة الاسطرلاب الی الفعل	ـــ	ـــ
استعمال الاسطرلاب الکری	*مقاله فی استعمال الاسطرلاب الکری*	ـــ
ـــ	*کتاب العمل بالاسطرلاب*	*رساله فی الاسطرلاب و عمله* (ستون۸۴۵)

جدول۱ـ فهرست کتب بیرونی دربارهٔ اسطرلاب و ابزارهای نجومی[۲]

۱. نالینو در بخشی از کتاب خود که دربارهٔ اندازه‌گیری محیط زمین توسط بیرونی صحبت می‌کند، از کتابی که بیرونی روش خود را در آن شرح داده، با نام *اسطرلاب* یاد می‌کند (ص ۳۶۲)؛ در حالی که این کتاب همان *تسهیل التصحیح الاسطرلابی* ... است.

۲. برای آگاهی از نسخ این کتاب‌ها ← سزگین، pp. 268-270

از سوی دیگر *کتاب فی علم الاسطرلاب* گاه *استیعاب فی علم الاسطرلاب* نیز خوانده شده است، از این رو ممکن است بوآلو در فهرست خود برخی از نسخ مربوط به کتاب *استیعاب فی علم الاسطرلاب* را به اشتباه *استیعاب فی الوجوه الممکنه* ... دانسته باشد؛ چنان که نام یکی از نسخ *استیعاب فی الوجوه الممکنه* ... ، موجود در رامپور هند، *رسالة فی معرفة الاسطرلاب* ذکر شده (اذکایی، ص۴۰) که بسیار بعید به نظر می‌رسد نسخه‌ای از *استیعاب فی الوجوه* ... باشد و احتمالاً نسخه‌ای از *علم الاسطرلاب* است و مرحوم قربانی نیز چنین پنداشته‌اند (ص ۴۲). از این رو لازم به نظر می‌رسد که تمام نسخ مربوط به *استیعاب فی وجوه الممکنه* مورد وارسی قرار گیرد که در این صورت احتمالاً نسخه‌های دیگری از *علم الاسطرلاب* بیرونی یافت خواهد شد.

اما تنها دلیلی که برای انتساب «باب فی معرفة سمت القبلة» به بیرونی می‌توان آورد، این است که در تمام نسخ *کتاب فی علم الاسطرلاب*، به عنوان تکمله‌ای بر آن آمده است. از سوی دیگر این باب نمی‌تواند مربوط به کتاب دیگری باشد؛ زیرا بعید است که در سه نسخه، که در سه زمان مختلف و توسط سه کاتب مختلف نگاشته شده است، یک بخش از یک کتاب مجهول به پایان کتاب بیرونی ضمیمه شود، مگر بپذیریم که این سه نسخه منشأ واحدی دارند که نیازمند بررسی بیشتر است. در واقع اگر قرار باشد به انتساب این باب به یک کتاب حکم کنیم، همان کتاب بیرونی سزاوارتر است. احتمال مستقل بودن این باب، را نیز می‌توان به سادگی رد کرد؛ زیرا نامِ باب آشکارا به تقسیم بندی کتاب اشاره دارد و اگر این بخش دو صفحه‌ای مستقل بود، نام رساله یا مقاله برای آن مناسب‌تر می‌نمود. بهترین و آخرین دلیل ممکن، شباهت نوع نگارش و سبک گفتاری این باب با *کتاب فی علم الاسطرلاب* است[۱].

۱. باید گفت که فؤاد سزگین در *تاریخ نگارش‌های عربی* اشاره می‌کند که رساله‌ای به نام *معرفة سمت القبلة* از ابوریحان در *نشریهٔ دانشکدهٔ ادبیات* دانشگاه اصفهان (ش۳۳) به چاپ رسیده است؛ اما نگارنده به رغم جستجوی فراوان نتوانست در تمام مجلّدات این نشریه (موجود در کتابخانهٔ مرکزی و کتابخانهٔ دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران) آن را بیابد. تنها مقالهٔ مربوط به ابوریحان در آن نشریه، «صوت ابی‌الریحان» (سال نهم، ش ۱۰، ۱۳۵۳، ص ۱۷۳-۱۷۸) است.

متن نسخه

باب فی معرفة سمت القبلة

|۷۷- الف| نعنی بسمت القبله ها هنا نقطة فی الافق اذا وجهها الانسان کان مواجهاً للکعبة ایضاً اذا کان طول مکه و عرضها اقلّ من طول بلدنا و عرضها عددنا من الدّائرة الهئدیه من نقطة الجنوب بقدر فضل ما بین الطّولین الی المغرب و من نقطة الشّمال مثله نصل بین النّهایتین بخطّ مستقیم و نعد من نقطة المغرب الی الجنوب بقدر ما بین العرضین و من نقطة المشرق مثله و نصل ما بین النّهایتین بخطّ مستقیم فیتقاطع الخطّان لا فحالة فیخرج من مرکز الدّائرة خطّاً الی نقطة تقاطعها و ینفذ الی المحیط فذلک الخطّ علی صوب القبلة |۷۷- ب| و القوس الّتی بین طرفه و نقطة الجنوب هی قوس سمت القبله و هی مقدار ما ینبغی ان ینحرف المصلّی عن نقطة الجنوب و قسّ علی ذلک کون طول مکة او عرضها او کلّیهما اکثر و ان کان طول البلد یساوی طول مکة فالقبلة علی خطّ نصف النّهار و ان ساوی [یساوی] عرضه عرض مکة فاعرف الاجزاء الّتی تسامت فی الذروة من فلک البروج رؤوس اهل مکة و هی ز کا [۷;۲۱] من الجوزاء و کب لط [۲۱;۳۹] من السّرطان وضعها اعنی احدیهما علی خطّ وسط السّماء فی الاسطرلاب المعمول لعرض البلد و اعلم علی موضع المری علامة ثم دور العنکبوت بقدر ما بین الطّولین الی المغرب ان کان البلد شرقیاً و بالخلاف فحیث انتهت الاجزاء من مقنطرات الارتفاع رصدت |۷۸- الف| بلوغ الشّمس الی ذلک الارتفاع و نصب مقیاساً فظلّه الوقت هو المسامت القبلة. والله اعلم بالصّواب.

شرح

۱. سمت قبله از شمال از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\alpha_m = Arctg(\frac{Sin\Delta\lambda}{Sin\Delta\varphi}) + ۱۸۰^\circ \qquad \text{(الف)}$$

که در آن $\Delta\lambda$ و $\Delta\varphi$، به ترتیب تفاضل طول و عرض جغرافیایی شهر موردنظر و مکّه

است. سمت قبله از جنوب، انحراف قبله نامیده می‌شود. حالت‌های مختلف روش قبله‌یابی بر مبنای رابطهٔ (الف)، در متن نسخه مورد بحث قرار گرفته که شرح آن در ادامه می‌آید.

اگر طول و عرض مکّه کمتر از طول شهر موردنظر باشد، بر دایرهٔ افق از نقطهٔ شمال و جنوب به اندازهٔ تفاضل طول جغرافیایی دو شهر به سمت مغرب قوسی رسم می‌کنیم. نقطهٔ پایانی این دو قوس را با خطّی به هم می‌پیوندیم. سپس از نقطه مغرب و مشرق به سمت جنوب نیز به اندازهٔ اختلاف عرض جغرافیایی دو شهر می‌شماریم و از دو انتهای آن خطّی می‌گذرانیم. دو خطّ مذکور با هم تقاطع می‌کنند. از مرکز دایره خطّی تا نقطه تقاطع رسم می‌کنیم که جهت قبله را نشان می‌دهد (شکل ۱- الف). اگر طول یا عرض مکّه یا هر دوی آن‌ها بیشتر از طول شهر مورد نظر باشد نیز می‌توان از این روش استفاده کرد (حالتی که طول مکّه بیشتر است، در شکل ۱- ب نشان داده شده است).

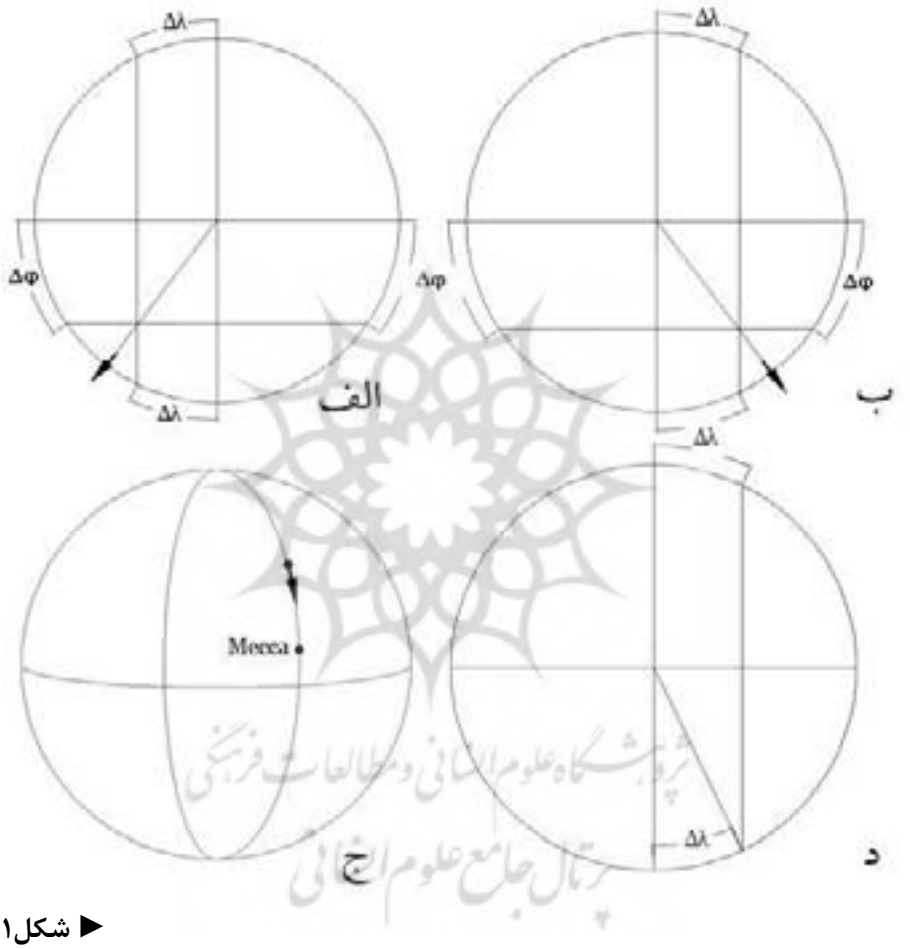
در این‌جا دو حالت خاصّ، برابری طول یا عرض جغرافیایی مکّه با شهر مطلوب، پیش می‌آید که در حالت اول سمت قبله بر خطّ نصف‌النهار شهر مورد نظر قرار می‌گیرد (شکل ۱- ج)؛ برای تعیین سمت مکّه در حالت دوم بر روی اسطرلاب چنین عمل می‌کنیم: نقاطی از دایرةالبروج را برمی‌گزینیم که خورشید در آن‌ها به صورت عمودی بر سر اهالی مکّه می‌تابد؛ زیرا در این زمان سمت خورشید در هر مکان همان سمت قبله خواهد بود. این نقاط را ذروه فلک‌البروج می‌نامند. در نقاطی که $0 < \varphi < \varepsilon$ ، خورشید دوبار بر سمت‌الرأس قرار می‌گیرد، که فاصله این نقاط از ♋° برابر است و به ازاء $\varphi = \varepsilon$ تنها یک بار (♋°). در نقاط با $\varphi > \varepsilon$ خورشید هیچ‌گاه بر سمت‌الرأس قرار نخواهد گرفت (شایان یادآوری است که این نکتهٔ ساده تقریباً در تمام کتب نجومی اسلامی آمده است؛ برای نمونه ← الفرغانی، ص ۷۹؛ مسعودی، ص ۱۴۰-۱۴۷؛ صوفی، *العمل بالاسطرلاب*، ص ۳۵-۳۳).

از شکل۲ داریم: $cos(90^\circ - \delta) = \sin\varepsilon \cos(90^\circ - \lambda)$ و از آنجا:

$$\sin\lambda = \frac{\sin\delta}{\sin\varepsilon}$$

با توجه به رابطهٔ ساده $a+\varphi=۹۰^\circ+\delta$، در حالتی که $a=۹۰^\circ$، می‌توان φ و δرا مساوی فرض نمود و در نتیجه:

$$\sin\lambda=\frac{\sin\varphi}{\sin\varepsilon}$$



► شکل۱

به دست می‌آید که حالات پیش‌گفته را می‌توان از آن استخراج نمود. $\varphi>\varepsilon$ حالت تبهگن معادله است و اگر $0^\circ<\varphi<\varepsilon$ دو جواب برای λ به دست می‌آید. مکّه بین استوا و مدار رأس‌السرطان واقع است و عرض آن را در گذشته بین ۲۱;۲۰ و ۲۱;۴۰ می‌گرفتند

(برای مثال ← مسعودی، ص۱۴۴-۱۴۳) و از این رو جزو شهرهایی است که آفتاب دو بار از سمت‌الرأسشان می‌تابد. چنین شهرهایی را ذوظلّین می‌نامیدند. ابوریحان و پس از او مسعودی دو طول دایره البروجی ♊۷;۲۱ و ♋۲۲;۳۹ را ذکر نموده‌اند. عرض جغرافیایی دقیق مکّه ۲۱;۲۵,۲۴ است و تقریباً همان مقادیر ♊۸ (۲۸ می/ ۷ خرداد) و ♋۲۲ (۱۶ جولای/ ۲۵ تیر) به دست می‌آید. خواجه نصیر طوسی در کتاب *صد باب در معرفت اسطرلاب* مقادیر ♊۸ و ♋۲۳ را ذکر می‌کند که به تقریب همان است (در این رساله باب‌های ۵۹ و ۶۰ دربارهٔ سمت قبله است ← ۲۶ الف تا ۲۷ الف). این مقادیر را می توان از طریق اسطرلاب به دست آورد؛ بدین صورت که سمت‌الرأس (مکّه یا هر شهری که $\varphi \leq \varepsilon$) را بر صفیحهٔ اسطرلاب درنظر می‌گیریم و عنکبوت را یک دور می‌چرخانیم، به این ترتیب می‌توان نقاطی از دایرةالبروج را که بر سمت‌الرأس منطبق می‌شود، به دست آورد ولی نکتهٔ مهم آنجاست که مقادیر دقیقی که ابوریحان بیان نموده از طریق اسطرلاب به دست نیامده است؛ زیرا دقّت اندازه‌گیری اسطرلاب در حدّ درجه است و گاه در اسطرلاب‌های غیر تام به دلیل استفاده از تعدیلات در اندازه‌گیری زاویه دقّت آن کاهش می‌یابد.[۱]

◀ شکل۲

۱. «... ادقّ آنچه ممکن است که آن را به تخمین فرا توان گرفت در اجزای صحاح وقتی که اسطرلاب بزرگ باشد و اقسام آن نیک ظاهر، نصفی باشد یا ثلثی یا ثلثانی به تقریب. پس دقایق فلکی از آنجا ممکن نگردد ...» (کوشیار گیلانی، ص۵).

حال برای تعیین سمت قبله در حالت خاص دوم یکی از این نقاط را بر خطّ وسط‌السماء اسطرلاب می‌گذاریم و موضع مُری را می‌خوانیم. سپس عنکبوت را به اندازهٔ تفاضل طول جغرافیایی دو شهر به سمت غرب (اگر شهر در شرق مکّه باشد) یا شرق (اگر شهر در غرب مکّه باشد) می‌چرخانیم. این نقاط فلک‌البروج بر مقنطرات ارتفاعی را نشان می‌دهند؛ روزهایی که خورشید بر آن نقاط فلک‌البروج قرار دارد، چنانچه بر این ارتفاع قرار گیرد، سمت قبله را نشان می‌دهند (این حالت در شکل ۱- د با اغراق نشان داده شده است). توجه کنید که این روشی عام برای تعیین جهت قبله از طریق اسطرلاب است و علّت استفاده از آن در این مورد خاص این است که در هنگام برابری عرض دو شهر، جهت قبله بر خطّ مشرق‌ـ‌مغرب منطبق نیست و از این رو برخلاف موارد پیشین نمی‌توان برای آن راه ساده‌ای در نظر گرفت. مسعودی دلیل منطبق نبودن عرض سمت قبله بر خطّ اعتدال (خطّ مشرق‌ـ مغرب) شهر را چنین شرح می‌دهد: «بعضی چنین گمان برند کی سمت مکّه بر خطّ مشرق و مغرب بوذ و چنان نیست زیرا کی خطّ مشرق و مغرب یک شهر در استقامت خویش به خطّ مشرق و مغرب آن دیگر شهر کی با او در عرض یکسان است نرسذ زیرا کی خطّ مشرق و مغرب بر موازات خطّ استوا نیست بل کی خطّ استوا را قطع کند پس در آن شهر سمت قبله بیرون باید آورد چنان که در شهرهای دیگر» (ص۱۶۵؛ در ۱۶۷-۱۶۳ به بحث در شناخت سمت قبله می پردازد که بر رابطه (الف) متکی‌اند).

رابطهٔ (الف) مقدار مناسبی برای سمت قبله بدست می‌دهد اما دقیق نیست؛ زیرا در آن فرض می‌شود دو شهر موردنظر در یک صفحه واقعند، در حالی که در واقع بر روی سطح یک کره قرار دارند. رابطهٔ دقیق‌تر به صورت زیر است:

$$\cot \alpha_m = \frac{\cos \varphi_m \sin \varphi \cos \Delta\lambda - \cos \varphi \sin \varphi_m}{\cos \varphi_m \sin \Delta\lambda} \qquad \text{(ب)}$$

این رابطه را مسلمانان در قرن ۳ق/ ۹م می‌شناخته‌اند (موریسون[۱]، p. 145) و ابوریحان

۱. با سپاس فراوان از جناب آقای جیمز موریسون (James Morrison) که نسخه‌ای از کتابِ ارزشمند خود (*The Astrolabe*) و نیز ترجمهٔ انگلیسی خود از کتاب:

Michel, Henri, *Traitè de l'Astrolabe*, Paris, 1976

را پیش از انتشار در اختیار نگارنده قرار دادند.

نیز در *کتاب تحدید نهایات الاماکن* سه روش مبتنی بر مثلثات کروی را برای تعیین سمت قبله شرح داده است (ص۲۳۶-۲۵۰)[۱]. برای نمونه روش اوّل ابوریحان در الگوریتمی که در پی خواهد آمد، نشان داده شده است. وی پس از شرح این سه روش، توضیح ساده شده‌ای از رابطهٔ (الف) را نیز به عنوان راه‌حلّی برای بنّایان محراب‌ها آورده است.

شکل۳ بر اساس روش نخست ابوریحان در تعیین قبله در *کتاب تحدید نهایات الاماکن* در افق پیرامون شهر رسم شده است. N قطب شمال سماوی، Z سمت‌الرأس شهر و خطّ $EZNB$ نصف‌النّهار گذرنده از شهر است. $EZ'CA$ بخشی از نصف‌النهار مکّه است که از این شهر می‌گذرد و Z' سمت‌الرأس شهر مکّه است.

◂ شکل۳

$Z'F$ را ارتفاع مکّه در شهر موردنظر و ZZ' را دوری مکّه از آن می‌نامند. زاویه q را می‌توان از این الگوریتم به دست آورد:

۱. برای توضیح روابط ریاضی و روش‌های مختلف تعیین قبله نزد دانشمندان اسلامی ← *EI* ذیل Ḳibla. (نسخه الکترونیک آن در وب: http://www.encislam.brill.nl/data/EncIslam/C3/COM-0513.html)؛ یا: Abdali, S. Kamal, (1997), *The Correct Qibla*: http://www.patriot.net/users/abdali/ftp/qibla.pdf

در مثلث ZCN :

$$\frac{\sin ZC}{\sin \angle ZNC} = \frac{\sin ZN}{\sin ZCN} \Rightarrow \frac{\sin x}{\sin \Delta\lambda} = \frac{\sin(۹۰^\circ - \varphi)}{\sin ۹۰^\circ}$$

و از آن‌جا مقدار x از رابطه زیر به دست می آید:

$$\sin x = \cos\varphi \sin \Delta\lambda$$

در مثلث ANB:

$$\frac{\sin AN}{\sin NBA} = \frac{\sin NB}{\sin \angle NAB} \Rightarrow \frac{\sin y}{\sin ۹۰^\circ} = \frac{\sin\varphi}{\sin(۹۰^\circ - x)}$$

و از آن‌جا مقدار y به دست می آید:

$$\sin y = \frac{\sin\varphi}{\cos x}$$

AC و ND هر دو ربع دایره‌اند، پس: $AN=DC=y$ ، $DZ'=\varphi_m$ و $Z'C=y-\varphi_m$ ؛ پس مقدار GZ' معلوم است.

حال در مثلث $GZ'F$:

$$\frac{\sin Z'F}{\sin \angle FGZ'} = \frac{\sin GZ'}{\sin \angle GFZ'} \Rightarrow \frac{\sin h}{\sin(۹۰^\circ - x)} = \frac{\sin(۹۰^\circ - y + \varphi_m)}{\sin ۹۰^\circ}$$

و از آن‌جا:

$$\sin h = \cos(y - \varphi_m)\cos x$$

در مثلث $Z'ZN$:

$$\frac{\sin Z'N}{\sin Z'ZN} = \frac{\sin Z'Z}{\sin \angle Z'NZ} \Rightarrow \frac{\sin(۹۰^\circ - \varphi_m)}{\sin q} = \frac{\sin(۹۰^\circ - h)}{\sin \Delta\lambda}$$

و از آن‌جا:

$$\sin q = \frac{\cos\varphi_m \sin \Delta\lambda}{\cos h}$$

و سمت قبله به دست می‌آید. این الگوریتم را می‌توان به رابطهٔ (ب) تحویل نمود.

ابوریحان در *تحدید* سه روش دیگر را نیز شرح می‌دهد[۱]:

۱. برای آگاهی از سایر روش‌های تعیین قبله که در کتاب *تحدید نهایات الاماکن* مورد بررسی قرار گرفته است ← بیرونی، *تحدید نهایات الاماکن*، ص۲۳۶ - ۲۵۰ و تقریظ عالمانهٔ کندی بر آن:

Kennedy, E.S., *A Commentary upon Biruni's Kitab Tahdid Al-Amakin*; Beirut, American University of Beirut, 1973.

	سمت قبله (q)	میزان خطا
روش یکم	۷۰; ۴۸ ,۱۵	۰;۱,۹
روش دوم	۷۰; ۴۷ ,۱۳	۰;۰,۷
روش سوم	۷۰ ;۴۹,۱۶	۰;۲,۱۰
از طریق ظلّ معکوس	۷۰;۴۷,۹	۰;۰,۳
از طریق ظل مستوی	۷۰ ;۴۷,۱۱	۰;۰,۵
روش چهارم	۷۰;۴۶,۵۶	- ۰;۰,۱۰

جدول۲ـ (برگرفته از:کندی[1]، p. 215)

۲. روش رسم سمت قبله بر اسطرلاب: در نمودارهای سمت قبله بر اسطرلاب می‌توان ارتفاع خورشید در حالتی که سمت آن، جهتِ قبله را نشان می‌دهد بر حسب متغیّرهای طول دایرةالبروجی خورشید (در تاریخ موردنظر) و عرض شهر به دست آورد. برای این منظور عضاده بر نقطه تلاقی کمان طول دایرةالبروجی و منحنی عرض شهر قرار می‌گیرد و ارتفاع خورشید در این حالت از مقداری که عضاده بر درجه ربع بالا و سمت راست اسطرلاب نشان می‌دهد، خوانده می‌شود (شکل۴ و پیوست: تصویر۲).

شکل۴. نمودار سمت قبله برای چهار شهر استانبول، قاهره، اصفهان و حرّان. توجّه کنید که طول بروج به صورت استرئوگرافیک رسم شده‌اند (برگرفته از: موریسون، p. 143).

1. Kennedy

پس از به دست آوردن سمت قبله در شهری خاصّ، مقادیر ارتفاع (a) را بر حسب میل (δ) به دست می‌آوریم که قابل تبدیل به طول دایرةالبروجی (λ) است[1]. در تمام زیج‌ها و برخی از کتب اسطرلاب جدول مربوط بدان وجود دارد. (برای مثال ← طوسی، *بیست باب*، گ ۵۷ ب و ۵۸ الف؛ کوشیار گیلانی، ص ۱۳).

$$\sin\delta = \sin\varphi \sin a - \cos\varphi \cos a \cos q' \qquad \text{(ج)}$$

q' *انحراف قبله* یا سمت قبله از جنوب است ($q+q'=۹۰^\circ$). رابطهٔ (ج) را نمی‌توان مستقیماً برای a حل نمود؛ اما می‌توان تقریب خوبی برای آن به دست داد (موریسون، p.142-145). راه دیگری برای حصول ارتفاع مطلوب می‌توان آورد اما قرینه‌ای برای استفاده از آن در نزد دانشمندان اسلامی موجود نیست.

در شکل ۵ کمان سمت قبله برای شهر φ رسم شده است. آن‌گاه که خورشید در اعتدالین به نقطهٔ ۱ واقع بر تقاطع این کمان و معدّل‌النّهار برسد، سمت قبله را نشان خواهد داد. در انقلاب زمستانی و تابستانی به ترتیب نقاط ۲ و ۳ نشان دهنده سمت قبله خواهند بود. مشخص است که سیر افزایش ارتفاع در بروج صاعد (از ♑ ۰° تا ♊ ۳۰°) بر سیر کاهش ارتفاع در بروج هابط (از ♋ ۰° تا ♐ ۳۰°) منطبق است. بنابراین با به دست آوردن ارتفاع آفتاب در نقطه ۱ (یعنی وقتی که خورشید در روزهای اعتدالین سمت قبله را نشان می دهد) و محاسبه فزونی و کاستی ارتفاع خورشید در سایر روزها (ارتفاعی از خورشید که نشانگر سمت قبله است) نسبت بدان می‌توان به سادگی ارتفاع (a) را بر حسب میل (δ)یا طول دایرةالبروجی(λ) به دست آورد.

Δa فزونی یا کاستی ارتفاع را وقتی که میل خورشید δ است، نشان می‌دهد:

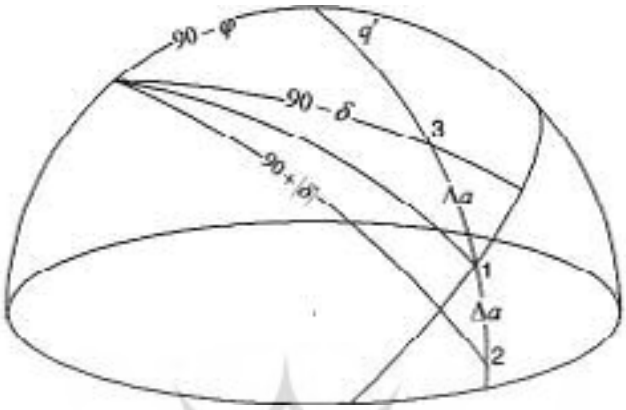
$$\frac{\sin|\Delta a|}{\sin ۹۰^\circ} = \frac{\sin\delta}{\sin(۹۰^\circ - q')}$$

حال به ازاء میل‌های مختلف Δa را محاسبه می نماییم و بر حسب آن «ارتفاع آفتابِ نشانگر سمت قبله» را در روزهای مختلف سال به دست می‌آوریم.

$\Delta a > ۰$ ← از صفر ♈ تا ۳۰ ♍

1. $\sin\lambda = \frac{\sin\delta}{\sin\varepsilon}$

$\Delta a < 0$ ← از صفر ♎ تا ♓ ۳۰



▲شکل ۵.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تصویر ۱. برگرفته از تارنمای پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه فرانکفورت، آلمان:
http://web.uni-frankfurt.de/fb13/ign/Plakate/IbnFadlallah0413-150dpi.jpg
(Accesed by Feb. 2006)

تصویر۲. بر گرفته از: www.muslimheritage.com
(Accessed by Feb. 2006)

تصویر ۳. صفیحه‌ای حاوی سمت قبله برای شهرهای مختلف در اسطرلابی ایرانی، ساختهٔ محمد مقیم، از قرن ۱۱ق/۱۷م. برگرفته از: Michel, p. 38

پیوست: صفحهٔ اول از رسالهٔ *باب فی معرفة سمت القبلة* از ابوریحان بیرونی

باب فی معرفة سمت القبلة

نعنی بسمت القبلة ها هنا نقطة فی الافق اذا
وجهها الانسان کان مواجها للکعبة ایضا
اذا کان طول مکة وعرضها اقل من طول بلدنا
وعرضها عددنا من الدائرة الهندیة
من نقطة الجنوب بقدر فضل ما بین
الطولین الی المغرب ومن نقطة الشمال
مثله ونصل بین النهایتین بخط مستقیم
ونعد من نقطة المغرب الی الجنوب
بقدر ما بین العرضین ومن نقطة المشرق
مثله ونصل ما بین النهایتین بخط مستقیم
فیتقاطع الخطان لامحالة فنخرج
من مرکز الدائرة خطا الی نقطة تقاطعهما
وینفذ الی المحیط فذلک الخط علی سمت القبلة

والقوس

منابع

ابن ابی اصیبعه، *عیون النباء فی طبقات الاطباء*، ضبط و صححّه و وضع فهارسه: محمد باسل عیون السّود، بیروت: دارالکتب العلمیّه، ۱۴۱۹ق/۱۹۹۸م.

اذکایی، پرویز، *کارنامه بیرونی* (بر اساس *الفهرست* بیرونی و بوآلو)، وزارت فرهنگ و هنر، چ۱، تهران، ۱۳۵۲.

بیرونی، ابوریحان، *استیعاب فی علم الاسطرلاب*، نسخه‌های خطی شمارهٔ ۱۹۷۱/ ۳۴۱د الهیات/ ۵۱د الهیات، کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران.

همو، *تحدید نهایات الاماکن*، ترجمه احمد آرام، دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۵۲.

حاجی خلیفه، *کشف الظنون عن اسامی الکتب و الفنون*، دارالفکر، قاهره، ۱۴۰۲ق/۱۹۸۲م.

صفا، ذبیح الله، *احوال و آثار ابوریحان بیرونی*، وزارت فرهنگ و هنر، چ۱، تهران، ۱۳۵۲.

صوفی، عبدالرحمن بن عمر، *صور الکواکب*، ترجمهٔ خواجه نصیرالدین طوسی، به کوشش بهروز مشیری، ققنوس، چ۱، تهران، ۱۳۸۱.

همو، *کتاب العمل بالاسطرلاب*، تصحیح محمّد عبدالمعیدخان، دایرةالمعارف عثمانیة، چ۱، حیدرآباد دکن، ۱۳۸۱ق/۱۹۶۲م.

طوسی، نصیرالدّین، *بیست باب در معرفت اسطرلاب*، نسخهٔ خطی شمارهٔ ۹۴۶۰ دانشگاه تهران؛ تصحیح مدرس رضوی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چ۱، ۱۳۳۸.

همو، *صد باب در معرفت اسطرلاب*، نسخه خطی شمارهٔ ۷۵ حقوق دانشگاه تهران.

الفرغانی، محمد بن کثیر، *سی فصل*، ترجمه احمد آرام، *معارف اسلامی*، ۱۳۴۶، ش۴، ص۷۱-۱۰۵.

قربانی، ابوالقاسم، *تحقیقی در آثار ریاضی ابوریحان بیرونی*، مرکز نشر دانشگاهی، چ۱، تهران، ۱۳۷۴.

کوشیار گیلانی، *رساله فی الاسطرلاب*، ترجمه ناشناخته، تصحیح محمد باقری، در: *تاریخ علم و صنعت و ابزار علمی در ایران*، مرکز نشر دانشگاهی و انجمن ایران‌شناسی فرانسه در ایران، چ۱، تهران، ۱۳۸۲.

مسعودی، شرف الدّین محمد بن مسعود، *جهان دانش*، تصحیح جلیل اخوان زنجانی، مرکز نشر میراث مکتوب، چ.۱، تهران،۱۳۸۲.

نالینو، کرلو الفونسو، *تاریخ نجوم اسلامی*، ترجمه احمد آرام، کانون نشر و پژوهشهای اسلامی، چ۱، تهران، ۱۳۴۹.

Elwell-Sutton, Paul, "Al-Biruni on the Astrolabe", in *The Commemoration Volume of Biruni International Congress*, Tehran, High Council of Culture and Art, 1975, pp. 113-127.

Encyclopedia of Islam, 2nd edition, Leiden, 1986, Vol.4, s.v. "Kharīṭa" by Maqbul Ahmad.

Kennedy, E.S., *A Commentary upon Biruni's Kitab Tahdid Al-Amakin*; Beirut, American University of Beirut, 1973.

King, David A., *Astronomy in the Service of Islam*, Variorum, Aldershot, 1993.

Idem., "Bringing Astronomical Instruments Back To Earth" in: Nauta, Lodi W . et. al. (ed.) , *Between Demonstration and Imagination*, Leiden: Brill Academic Publishers, 1999.

Idem, *In Synchrony with the Heavens*, Brill Academic Publishers, Vol. 1, Leiden, 2004.

Idem, *World-Maps for Finding the Direction and Distance to Mecca: Innovation and Tradition in Islamic Science*, Brill Academic Publishers, 1999.

Morrison, James E., *The Astrolabe*, USA, Rehoboth Beach, 2006.

Ragep, Jamil, *Arabic/Islamic Astronomy*, in John Lankford (ed.), *History of Astronomy: An Encyclopedia*, New York, Garland, 1997, pp. 17-21.

Idem, "Freeing Astronomy from Philosophy: An Aspect of Islamic Influence on Science", *Osiris* 16, 2001, pp. 49-71.

Neugebauer, O., "the early history of the astrolabe", *Isis*, 1949, vol. 4, pp. 240-250.

Saliba, George, *A History of Arabic Astronomy*, UK, NYU Press, 1995.

Sarton, George, *Introduction to the Hisory of Science*, vol. 1, Baltimore 1953.

Sezgin, Fuat, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, vol. 6, Leiden, 1971.

Michel, Henri, *Traitè de l'Astrolabe*, Translation to En. By: James Morrison, 1992.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی