مواقیت و ضوابط نویافته[۱]

سیّدمحمّد مظفّری،[۱*] احمد بادکوبه هزاوه[۲]

[۱]عضو مرکز تحقیقات نجوم و اختر فیزیک مراغه، [۲]دانشیار دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۴/۳ ـ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۹/۳/۱۱)

چکیده

در این مقاله، ضمن شرح مختصری از سیر تطوّر روابط تعیین وقت نمازها در اسلام، دو رابطهٔ نویافته و یک ضابطه برای تعیین وقت نمازهای پنجگانه، که از خلال نسخه‌های خطّی استخراج شده‌است، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این متون عبارتند از: (۱) *صدباب در معرفت اسطرلاب* سیّد ضیاءالدّین شوشتری؛ (۲) *استیعاب فی علم الاصطرلاب* ابوریحان بیرونی؛ (۳) *انیس الطّلاب فی معرفة الاصطرلاب* محمّد مجدالدّین بن زین‌الدّین محمد همدانی؛ (۴) *الأستیعاب للعمل بصدر الوزة و الجناح الغراب* از مؤلّفی ناشناخته. در پایان، نتایج عددی حاصل از هر رابطه با یکدیگر و نیز با قاعدهٔ استاندارد برای تعیین اوقات الصّلوة مقایسه شده است تا میزان صحّت و دقّت علمی آنها تعیین گردد. مورد اخیر، هدف اصلی این پژوهش را تشکیل می‌دهد.

کلید واژه‌ها علم میقات ـ اوقات نماز ـ اسطرلاب ـ ربع ـ اوّل العصر ـ آخر العصر.

درآمدی بر تاریخ علم میقات[۲] و پارامترهای آن

تأثیر اسلام بر دانش نجوم به نخستین تماسهای مسلمین با دستاوردهای نجومی کهن برمی‌گردد که برای حلّ مسایلی نظیر تعیین سمت قبله، اوقات نماز و رؤیت هلال رمضان و شوّال به کار گرفته می‌شد که از یک نظر نشان از خدمت اخترشناسی به اسلام

---

۱. این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی به شمارهٔ ۴۲۰۴۰۱۲/۰۱/۰۳ و از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران برخوردار بوده است.

*. نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۴۴۱۲۲۲۲ـ۰۴۲۱ـ فاکس: ۰۴۲۱ـ۴۴۱۲۲۲۴ Email: mozaffari@riaam.ac.ir

۲. دربارهٔ علم میقات نک:

King, David A., “Astronomy of Mamluk”, ISIS, 74 (1983), 531–555; Idem (1993), *Astronomy in the Service of Islam*, Aldershot: Variorum; Idem, *In Synchrony with the Heavens, Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization*, Vol.1: *The Call of the Muezzin*, Leiden: Brill, 2004.

است و از دیدگاهی دیگر نمایانگر خدمت دین به منجمّان از طریق طرح پرسشهایی نوین است که به ارائهٔ راه حلّهایی متعدد برای این مسایل بی‌سابقه انجامید.[۱]

«علم المیقات»، دانش زمان‌سنجی نجومی به وسیلهٔ خورشید و ستارگان برای تعیین زمان نمازهای پنجگانه (مواقیت) است. محدودهٔ زمانی نمازها، بر اساس وضعیّت ظاهری خورشید در آسمان، نسبت به افق محلّی تعریف می‌شود؛ از این رو در طول سال متغیّر است و به طول و عرض جغرافیایی و طول دایرة البروجی خورشید بستگی دارد.

تعریف وقت نمازها، بر اساس قرآن و حدیث، از سدهٔ دوم هـ/هشتم م. عمومیّت یافت که در آن زمان، تنظیم وقت نمازها در جهان اسلام در دو سطح متفاوت هدایت می‌شد؛ در سطح عامّه که روش سادهٔ نجوم سنّتی[۲] به کار می‌رفت و از سوی دیگر، اخترشناسان مسلمان که از ابزارها و جداول پیچیده، برای زمانسنجی استفاده می‌کردند.[۳] در سطح نخست، نمازهای روز هنگام را از سایهٔ شاخص و نمازهای شبانه را از منازل قمر تعیین می‌کردند. تأکید این گروه بر مشاهدهٔ مستقیم و پرهیز از علم منجمّان بود که به زعم این گروه، معرفتشان را از اقلیدس، سندِهند، ارسطو و سایر فلاسفه که همگی در زمرهٔ کافران شمرده می‌شدند، به دست می‌آوردند (مانند *رسالهٔ الأصبحی*، هفتم هـ/۱۳م.)، امّا منجمّان مسلمان ذوقی خاص در تدوین جداول زمانسنجی داشته‌اند؛ نخستین فرد در این میان، محمّد بن موسی خوارزمی است که در زیج خود، طول سایه در ظهر و آغاز و پایان نماز عصر را برای عرض جغرافیایی بغداد به ازای هر 6° طول دایرة البروجی

---

۱. دیدگاه نخست از آن دیوید کینگ (King, David A., *ibid*) و دیدگاه دوم متعلّق به جمیل رجب (Ragep, Jamil (2001), "Freeing Astronomy from Philosophy", *Osiris*, 49, 49–71) است.

2. Folk Astronomy

۳. تفاوت نجوم سنّتی با نجوم دورهٔ اسلامی که پیروان هر کدام در تمام ادوار تاریخی اسلامی بدان وقوف داشته‌اند تنها تفاوت دو دیدگاه نیست (صوفی در مقدّمهٔ کتاب خود به این اختلاف در روش اصحاب انواء و روش منجمّان به صراحت اشاره کرده است: «[...] 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 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.» (صوفی، ۱۳ـ۱۷)؛ تفاوت روش‌شناسی آن دو (نجوم دورهٔ اسلامی با روش‌شناسی علمی و نجوم سنتّی با تکیه بر مفاهیم کهن خود مانند: نوء و اتخاذ روشی کاملاً کیفی و توصیفی) لاجرم به تفاوت دستاوردها و اختلاف در ماندگاری و میزان پویایی فراوان یکی نسبت به دیگری منجر شد.

خورشید (≈ هر شش روز سال) به دست داده است. علی بن أماجور[۱] (سوم هـ/نهم م.) بر پایهٔ فرمول تقریبی زیر جداول ساعات نماز را برای همه عرضهای جغرافیایی جهان اسلام محاسبه کرد:

$$T(h,H)=\frac{1}{15}\arcsin(\frac{\sin h}{\sin H}) \quad (۱)$$

که در آن h ارتفاع خورشید، H ارتفاع خورشید در نیمروز و T ساعت معوجّه است. البتّه این رابطه، تقریبی است و مقدار دقیق ساعات معوجّه را تنها در روزها، اعتدالین به دست می‌دهد. این رابطه نیز منشأ هندی دارد و احتمالاً از برهانی اشتقاق یافته که ابوالوفاء (چهارم هـ/۱۰م.) برای صحّت رابطه‌ای که به تعیین زمان از ارتفاع خورشید مربوط است، اقامه نموده و به براهماگوپتا[۲] (هفتم م.) منسوب است. این رابطه در زیج حبش حاسب (دوم و سوم هـ/هشتم و نهم م.) در بخش مربوط به محاسبهٔ زمان فلق و شفق و نیز در زیج خوارزمی آمده و توسّط مؤلّفان متأخّر مسلمان در چندین زیج برای تعیین زمان از ارتفاع خورشید ذکر شده است.[۳]

در زیجهای نجومی از سدهٔ سوم هـ/نهم م. به این سو، توصیفی از یک روش ساده برای تعیین $T(h,H)$ می‌یابیم که در آن از نصف قوس النّهار ($\frac{\hat{D}}{2}$) و تابع سهم ($\operatorname{vers}\alpha=1-\cos\alpha$) استفاده می‌کند:

$$\operatorname{vers}(\frac{\hat{D}}{2}-T)=\operatorname{vers}(\frac{\hat{D}}{2})(1-\frac{\sin h}{\sin H})$$

---

۱. فعالیّتهای رصدی خاندان بنوأماجور در بغداد تقریباً با رصدهای محمّد بن الجابر البتّانی (ح. ۲۶۶-۲۹۷هـ) همزمان است. پدر به همراه دو پسرش رصدهایی انجام دادند و براساس آن زیجی تدارک دیدند که تا امروز یافته نشده است. شماری از رصدهایی که اینان از خسوفها انجام دادند، توسّط ابن یونس (در *زیج الحاکمی الکبیر*) ضبط شده است و از آنان چنین بر می‌آید که رصدهای خاندان بنوأماجور از مکانی ایوان مانند که شکافهایی بر سقف آن تعبیه شده بود، صورت گرفته است؛ اما جزئیّات آن مشخصّ نیست. از این خاندان گزارشی جالب توجّه از رصد کسوف جزئی ۱۸ آگوست سال ۹۲۸م. در استخر آب برجای مانده است که در هنگام وقوع آن، ارتفاع خورشید از طریق ابزاری که با دقّت $1/3^\circ$ مدرّج و درون آب نصب شده بود، اندازه‌گیری شد (← King, David A. (2000), "Mathematical Astronomy in Islamic Civilization" in: *Astronomy Across Cultures*; Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 601–605; Stephenson, F. R. & Said, S. S. (1991), "Precision of Medieval Islamic Eclipse Measurements", *Journal for the History of Astronomy*, 22, 195–207: 197.

2. Brahmagupta

۳. برای بحث کامل‌تر دربارهٔ این رابطه ← Lorch, Richard (1981) "A Note on the Horary Quadrant", *Journal for the History of Arabic Science*, 5, 115–120.

مقدار $\frac{\widehat{D}}{2}-T$ همان زاویهٔ ساعت (HA) است که از آنجا به رابطه نوین زاویه ساعت دست یافتند:

$$HA(h,H)=\arccos(\frac{\sin h-\sin\delta\sin\varphi}{\cos\delta\cos\varphi})$$

که در آن δ، میل خورشید و φ، عرض جغرافیایی محلّ است.

مقادیر ارتفاع خورشید در ظهر و عصر و طول زمانی فلق و شفق در اکثر زیجها ارائه شده است؛ به غیر از این موارد، دستاوردهایی تازه نیز حاصل شد که از آن میان می‌توان به تخمینهای کمّی زاویهٔ فشردگی خورشید در افق، توسّط حبش حاسب و تخمینهای کمّی اثر انکسار نور در افق، برای نخستین بار توسّط ابن یونس اشاره کرد.

اما مدرکی دالّ بر استفادهٔ وسیع این جداول وجود ندارد و غالباً چنین تصوّر می‌شود که تا پیش از سدهٔ هفتم هـ تنظیم اوقات الصّلوة بر عهدهٔ موذّنین بود که به روش سنّتی اعراب عمل می‌کردند؛ یعنی، بر اساس طول سایهٔ شاخص، وقت نمازهای ظهر و عصر و براساس منازل قمری که به هنگام سپیده‌دم، طلوع یا در شبانگاه، سقوط می‌کردند، وقت نمازهای صبح و مغرب را به دست می‌آوردند.

درسدهٔ ۷هـ/۱۳م. جهشی نوین در زمان حکومت ممالیک مصر رخ نمود که ریشه‌های آن ناشناخته است. در مصر برای نخستین بار از «موقّت» یاد می‌شود؛ موقّت اخترشناسی حرفه‌ای است که با نهاد دینی (که یکی از مسئولیّت‌های آن تنظیم وقت نماز بود) همکاری می‌کرد. همزمان با آن منجمّانی به نام «میقاتی» ظهور کردند که اختصاصاً در نجوم کروی و زمانسنجی نجومی تبحرّ داشتند؛ اما لزوماً با نهاد دینی همکاری نمی-کردند. پس از سال ۶۴۸هـ/۱۲۵۰م. «علم المیقات» گسترش یافت و تمام شاخه‌های نجوم عملی،[1] مشتمل بر نجوم کروی، ابزارهای نجومی، تعیین سمت قبله، زمانسنجی و استهلال را دربرگرفت؛ نجوم با نهاد دینی مسجد در هم آمیخت و در خدمت دین قرار گرفت. در اینجا تأثیر آیین اسلام به زیر شاخه‌ای از دانش نجوم عمومیّت بخشید و آن را از بخشی خاصّ به اصطلاحی عام بدل کرد و به یک «کلّ» ارتقا بخشید.[2]

---

1. Practical Astronomy

۲. البتّه کیهان شناسی‌های دینی ملهم از قرآن و سنن مقدّس همواره به عنوان بخشی تاثیرگذار در نجوم دوران اسلامی مطرح بوده‌اند؛ لیکن پس از این دوران، نجوم عملی که همراه با نجوم نظری (Theorical Astronomy)، کیهان نگاریهای فیزیکی بر پایه مدلهای ریاضی بدون پس زمینه فلسفی) «علم الهیئة» را

متون و زیجهای فراهم آمده توسّط میقاتیون، کلّ نجوم عملی دورهٔ اسلامی را پوشش می‌داد و ادبیّات پرباری در ابزارسازی نجومی (اسطرلاب، ساعت آفتابی و انواع ربع) فراهم آورد؛ برای مثال، ابوعلی مراکشی (هفتم هـ/۱۳م.) با اثر خود به عنوان *جامع المبادی و الغایات فی علم المیقات*، مرجعی استاندارد برای میقاتیون و منجمان دورهٔ مملوکی (مصر و سوریه)، یمنی و عثمانی فراهم آورد[۱] و در حقیقت نخستین تلفیق نجوم کروی با ابزارهای نجومی توصیف شده در منابع متقدّم (مانند *رساله استیعاب* بیرونی) در قالب علم المیقات، توسّط وی صورت پذیرفته است. رساله نجم الدّین مصری (هشتم هـ/۱۴م.) مشتمل بر توصیف کامل بیش از یکصد نوع اسطرلاب، ساعت آفتابی و انواع ربع است. اگرچه نمی‌توان گفت که ابزارهای توصیف شده در این رساله استفادهٔ عملی یا عمومیّت یافته‌اند؛ اما به خوبی نشان دهندهٔ ذوق و شور دانشمندان مسلمان در این زمینه است. همچنین وی زیج کاملی برای تعیین اوقات نماز در تمام عرضهای‌جغرافیایی (بیش از ۲۵۰،۰۰۰ مدخل) فراهم آورد. معاصر دیگر ایشان، شهاب الدّین مَقسی، مجموعه‌ای از جداول تعیین اوقات نماز براساس زمان گذشته از روز (دائر) به صورت تابعی از h و طول دایرة البروجی خورشید (λ) برای عرض قاهره در ۱۰،۰۰۰ مدخل فراهم آورد که پس از وی در سدهٔ هشتم هـ/۱۴م. به صورت مجموعهٔ جداولی در ۲۰۰ برگ با بیش از ۳۰،۰۰۰ مدخل درآمد. این مجموعه جداول برای چندین قرن مورد استفاده بود و نسخه‌های بی‌شماری از آن باقی ماند و با گذشت زمان کمیّات دیگری نظیر: زاویهٔ ساعتی (فضل الدّائر، HA)، سمت خورشید به ازای هر درجه ارتفاع خورشید، ارتفاع خورشید و زاویهٔ ساعت به هنگام عصر، ارتفاع خورشید و زاویهٔ ساعت هنگامی که خورشید در راستای قبله قرار می‌گیرد، طول زمان فلق و شفق و ... بر آن افزوده شد. وی همچنین رساله‌ای در باب تئوری ساعت آفتابی به رشته تحریر در آورده است.

این جهش در سایر بلاد اسلامی نیز رخ نمود؛ در یمن در زمان حکومت سلسله رسولیان، سلطان الأشرف با الهام از مراکشی رساله‌ای در باب ابزارهای نجومی نوشت و ابوالعقول، اخترشناس سلطان المؤیّد، مجموعه جداولی برای زمانسنجی در روز و شب با

تشکیل می‌داد، تحت تأثیر عمیق آموزه‌های دینی قرار گرفت (برای تقسیم‌بندی نجوم دورهٔ اسلامی ← Ragep, F. Jamil (1997), "Arabic/Islamic Astronomy", in: Lankford, John (ed.), *History of Astronomy: An Encyclopedia*, NY: Garland, 17–21.

۱. این دو اثر اخیراً مورد پژوهش قرار گرفته و انتشار یافته است:

Charette, Francois (2003), *Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria*, Leiden: Brill.

۱۰۰،۰۰۰ مدخل پدید آورد که بزرگترین مجموعه‌ای است که توسّط یک منجّم مسلمان تدوین شده است. اما فراگردی که در مصر آغاز شده بود در سوریه ادامه یافت؛ ابن سّراج رسالات متعددی دربارهٔ ربعها، اسطرلابهای جهانی (اسطرلابهایی که بر خلاف اسطرلاب استاندارد برای تمام عرضهای جغرافیایی مورد استفاده بود؛ مانند: صفیحة الزّرقالیة و صفیحة الشّکّازیه) و صفحات مثلثاتی نگاشت که کار او نقطهٔ اوج فعالیّتهای مسلمین در باب ابزارهای نجومی شمرده می‌شود. معاصر وی، مِزّی، که در مصر و زیر نظر اکفانی آموزش دیده بود پس از بازگشت به سوریه چندین جدول اوقات الصّلوة (بر اساس $T(h,H)$ و $HA(h,H)$) برای نقاط مختلف سوریه تدوین کرد که پس از وی شمس الدّین خلیلی آن محاسبات را بر اساس مقادیر تازه δ و φ که از ابن‌شاطر اخذ کرده بود، تجدید کرد. جداول وی توسّط منجمّان مصری، سوری و ترک پس از وی به طور وسیع مورد استفاده قرار گرفت. همچنین وی جدول تازه‌ای برای سمت قبله بر اساس عرض و طول جغرافیایی ترتیب داد و جداولی در ۱۳،۰۰۰ مدخل تألیف کرد. اخترشناسان متأخّر ممالیک مصر، نظیر ابن‌کتّانی، ابن‌رشیدی و بخانیقی نیز در این زمینه فعّالیّت داشته‌اند؛ ابن‌رشیدی، مواقیت را به صورت تابع $HA(h,\lambda)$ درنظرگرفت و مقدارشان را برای بیت‌المقدس و مکّه محاسبه کرد (جداول بیت‌المقدس وی توسّط کرکی، موقّت بیت‌المقدس که نزد مزّی تحصیل کرده بود، تصحیح شد). بخانیقی جداول خود را بر اساس سه تابع زمان گذشته از روز (دائر)، زاویهٔ ساعت (فضل الدّائر) و سمت ترتیب داد. فعالیتهای مکتب دمشق در قرون ۸ـ۹ه/۱۴ـ۱۵م. در تونس ادامه یافت و تأثیری بارز بر گسترش علم المیقات در امپراتوری عثمانی نهاد. منجمّان قرن ۸ه/۱۴م. جداول اوقات الصّلوة را برای عرض جغرافیایی استانبول، مکّه، بیت‌المقدس و حلب تدارک می‌دیدند؛ تأثیر جدایی‌ناپذیر دین از علم چنان بود که یکی از بزرگان موقّت در این سده، ابوعلی حسین بن ابی جعفر احمد بن یوسف بن باصو أصمعی، اخترشناس مسلمان سوری (م.۷۱۶ق.)، با القابی نظیر «امام المؤذّنین» و «امین اوقات الصّلوة» خوانده می‌شد (کالوُ[1]، ۶). چنانکه در بالا آمد، این محاسبات تا قرن ۱۳ه/۱۹م. و روزگار طنطاوی، آخرین موقّت سوری، مورد استفاده بود (کینگ[2]، *میقات*،۱۳).

مواقیت و ابزارهای نجومی؛ ضابطه‌های نویافته

در تمام رسالاتی که به ساخت یا استعمال ابزارهایی نجومی که در زمانسنجی کاربرد داشته‌اند (مانند اسطرلاب یا انواع ذات الرّبع)، فصول یا ابوابی به تعیین اوقات الصّلوة یا

1. Calvo
2. King

سمت قبله اختصاص یافته است (کینگ، ۱۹۹۶، ۱۴۸۹) و معمولاً مواقیت را پس از روشهای تعیین سمت قبله می‌آورده‌اند.

منحنی‌های نشان دهنده مواقیت احتمالاً در سدهٔ چهارم هـ/۱۰م. بر اسطرلاب ظاهر شده‌اند.[۱] البتّه این منحنی‌ها در برخی از رسالات مربوط به سدهٔ ۳ هـ/۹ م. ذکر می‌شوند، ولی تا جایی که می‌دانیم نخستین بار در رسالهٔ *استیعاب* بیرونی (ح. ۳۹۰هـ/۱۰۰۰م.) به صورت کامل بدانها پرداخته می‌شود (شارت[۲]، ۵۸). این منحنی‌ها را می‌توان بر وجه یا ظهر اسطرلاب نقش نمود؛ بر وجه اسطرلاب در فضای بین خطوط/کمانهای ساعات معوجّه قرار می‌گیرد و در ظهر اسطرلاب، ربع فوقانی در سمت راست بدان اختصاص می‌یابد (شکل ۱).

در این پژوهش، برای بررسی ضوابط، علاوه بر متون شناخته شده، چهار متن دیگر انتخاب شده‌اند که از این میان سه متن به اسطرلاب اختصاص دارد؛ این متون عبارتند از (شمارهٔ برگها مربوط به فصولی از این رسالات است که ضوابط تعیین وقت نمازها در آنها آمده است):

۱ـ *صدباب در معرفت اسطرلاب* (سیّد ضیاء الدّین شوشتری، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران؛ ش. ۷۵ب ـ حقوق؛ گگ ۲۶ر ـ۲۷ر)

۲ـ *استیعاب فی علم الاصطرلاب* (ابوریحان بیرونی، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران؛ ش.۵۱د-الهیّات؛ گگ.۶۲پ-۶۳پ)

۳ـ *انیس الطّلّاب فی معرفة الاصطرلاب* (محمّد مجدالدّین بن زین‌الدّین محمد همدانی، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران؛ ش.۹۹ج-الهیّات؛ ۱۲۹پ-۱۳۰ر)

۴ـ *الأستیعاب للعمل بصدر الوزة والجناح الغراب* (مجهول المؤلّف، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران، ش. ۵۲۴۵، گگ.۱پ.-۴پ.) دربارهٔ نوعی از آلت ذات الرّبع است.

کتاب **نخست**، *صد باب در معرفت اسطرلاب*، منسوب به خواجه نصیر الدّین طوسی است؛ در بسیاری از نسخ موجود مانند همین نسخهٔ دانشگاه تهران و نیز نسخهٔ شمارهٔ

---

۱. تمام عناصر اسطرلاب (خطوط، دوایر و کمانها) به یکباره بر اسطرلاب ظاهر نشده‌اند؛ تکامل این ابزار، نیازمند ابداعات بسیاری بوده که عمده‌شان توسّط دانشمندان مسلمان صورت گرفته است. برای مثال کمانهای سمت، صفیحهٔ آفاقی، ربع مجیّب و ارباع ظلّ تا سدهٔ سوم هـ/نهم م.، کمانهای فلق و شفق در سدهٔ چهارم هـ/۱۰م. و عناصری نظیر ربع تعیین مواقیت و ربع تعیین سمت قبله پس از آن به وجود آمده‌اند (← کینگ، ۲۰۰۲).

2. Charette

۲۲۹۲ کتابخانهٔ ملّی ملک (افشار، ج۵، ۴۶۰) نام خواجه آمده است؛ اما برخی این اثر را متعلّق به سیّد ضیاءالدّین نورالله شوشتری می‌دانند (منزوی، ۴/۵ـ۲۹۸۳). شیخ آقا بزرگ تهرانی دو کتاب با همین عنوان را به این دو نفر منتسب می‌سازد (۲۶/۱۵) بررسی متن و ذکر پارامترهاییْ مانندِ میل کلّی از رصدخانه سمرقند شکّی برجای نمی-گذارد که دستکم این رساله را نمی‌توان از آنِ خواجه دانست؛ بنابراین در اینجا، به پیروی از نظر احمد منزوی، آن را متعلّق به ضیاء الدّین شوشتری فرض می‌کنیم.

متن **دوم**، رسالهٔ ناشناخته‌ای از ابوریحان بیرونی به نام *استیعاب فی علم الاصطرلاب* است (این رساله متمایز از *استیعاب فی الوجوه الممکنة فی صنعة الأصطرلاب* است) و متن **سوم** نیز از یکی از رسالات متأخّر (سده ۱۳ه) انتخاب شده است. رسالهٔ دیگری از ابوالخیر محمّد تقی بن محمّد فارسی (ح. ۱۰ه) به نام *اسطرلاب مسطّح* (نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران، ش.۹۵۴ مشکوة) نیز مورد بررسی قرار گرفته که با این کار به چند رساله با تفاوت زمانی نزدیک به ۳۰۰ سال اشاره شده است تا الگویی عینی برای فراگشت ضوابط اوقات الصّلوة به دست داده شود. رسالهٔ **چهارم**، *الأستیعاب للعمل بصدر الوزة و الجناح الغراب*، بی نام و مشتمل بر توصیف نوعی «رُبع» (احتمالاً «ربع المقنطره»، ربع الإرتفاع [۳پ، سطر۲۳]) است؛ امّا اصطلاح استفاده شده برای آن، حسب اطلاع، برای هیچکدام از انواع ارباع استفاده نشده است (جناح الغراب نام ستارهٔ $\gamma - crv$، گاما از صورت فلکی کلاغ[1]، نیز هست). مؤلّف این ابزار را چنین توصیف می‌کند: « ... و هو ربع الدّائرة المشهور بـ"المجنّح" و بعضهم یسمّیه بـ"عروس الآلات" ...». چنانکه از متن رساله می‌توان دریافت، این ربع دارای مربع مثلثاتی (برای تعیین ظلّ) شبکهٔ دایرة البروج، مقنطرات و ... است. با توجّه به نوع خطّ و استعمال اعداد هندی به جای حروف ابجد، می‌توان این رساله را همانند رسالهٔ مجدالدّین همدانی در زمرهٔ تألیفات متأخّر قرار داد. نام مؤلّف به دلیل مرمّت نسخه، از میان رفته؛ ولی چنانکه از رساله برمی‌آید [گ.۳پ، سطر۲۴] شافعی مذهب بوده است.

چنانکه در بالا آمد، نماز صبح، در فاصلهٔ زمانی طلوع فلق (طلوع الفلق یا صبح کاذب) تا طلوع صبح صادق و نماز مغرب در فاصله زمانی غروب خورشید (آغاز شفق) تا ناپدید شدن آن (مغیب الشفق) خوانده می‌شود؛ از این رو، تعیین زمان طلوع الفلق و

1. Corvus

مغیب الشفق به عنوان بخشی از رسالات اسطرلابی همیشه مدّنظر بوده است؛ مانند، کتاب *العمل بالاسطرلاب* صوفی (نکـ : صوفی، ۱۴۵ـ۱۴۶) و رسالهٔ *استیعاب* بیرونی (متن دوم)؛ اما ضوابط مربوط بدان با توجّه به نظر مؤلّفان رسالات متفاوت است؛ چنانکه در رسالهٔ نخست دیده می‌شود برخی پایان نماز مغرب و آغاز نماز عصر را هنگام غروبِ حمره (سرخی) می‌دانند که آن را «شفق اوّل» نیز می‌خواندند؛ از این گروه می‌توان به ابن الأجدابی، یکی از اصحاب انواء، اشاره کرد (ابن الأجدابی، ۱۱۸). برخی دیگر «غروبِ بیاض» یا «شفق ثانی» را به جای آن در نظر می‌گرفتند که ابن الأجدابی آن را پایان وقت نماز عشاء می‌داند و ضابطهٔ آن را می‌توان به صورت $\frac{1}{3}\widehat{N}$ یا $\frac{1}{2}\widehat{N}$ بیان کرد ($\widehat{N}$، قوس اللیل است که با تقسیم آن بر ۱۵، مدّت زمان شب به دست می‌آید). ضابطه‌های ریاضی این دو وضعیّت در رسالهٔ آ به ترتیب قرار گرفتن خورشید در ارتفاع $h=-15$ و $h=-18$ است که برای این کار جزء شمس (λ_S) را بر مقنطره $h=+15$ یا $h=+18$ در شرق یا نظیر جزء شمس ($\lambda^\circ_S=180+\lambda_S$)[1] را بر کمان مربوط به مغیب اشفق که بر صفیحهٔ بسیاری از اسطرلابها نقش می‌شده، قرار می‌دادند. برای نماز صبح که قرینهٔ نماز عصر است نیز با دو کمیّت «فلق اوّل» یا «صبح کاذب» و «فلق ثانی» یا «صبح صادق» مواجه‌ایم که دومی به عنوان معیار پایان وقت نماز صبح درنظر گرفته می‌شد و ضابطه ریاضی آن رسیدن آفتاب به مقنطره $h=+15$ بود که با عکس عمل تعیین وقت نماز مغرب از طریق اسطرلاب تعیین می‌گردید. ابوریحان در *استیعاب الوجوه* ... و نیز در *استیعاب فی علم الاصطرلاب* (گ. ۶۴ر) مقادیر-17 و -18 و صوفی در *العمل بالاصطرلاب* مقدار -16 را برای ارتفاع خورشید در آغاز فلق یا پایان شفق می‌آورند (بیرونی، *استیعاب الوجوه* ...، ۱۰۶). چنانکه در رساله د آمده، طول زمانی فلق یا شفق را «حصة الفلق» یا «حصّة الشفق» می‌نامیدند و چنانکه در بند گذشته آمد، به عنوان یک کمیّت همواره در جداول زمانسنجی زیجها لحاظ می‌شده است. جالب توجّه

---

۱. این حالت به دلیل تقارن کرهٔ سماوی است: اگر نقطه‌ای بر دایرةالبروج با طول λ با دایرهٔ مقنطره به ارتفاع a تلاقی کند، آنگاه نقطه $\lambda^\circ=180+\lambda$ نیز بر همان دایره، در انحطاط $-a$، قرار می‌گیرد؛ بنابراین، زمان شب بر حسب ساعات معوّجه، مطابق با وضعیّتی نظیر جزء شمس، برابر با همان ساعت روز خواهد بود که توسّط خورشید بر بالای افق تعیین می‌شود؛ پس، می‌توان زمان روز را از وضعیّتی نظیر جزء شمس نسبت به کمانهای (خطوط) ساعات معوّجه تعیین کرد (شارت، ۵۸).

است که در همان رساله، اوّلاً، به دو مقدار مختلف برای طلوع فلق، -17، و غروب شفق، -19، بر می‌خوریم و ثانیاً، به اختلاف مذاهب شافعی و حنفی برای تعیین وقت نماز مغرب اشاره شده است؛ حال آن که اشهر اختلاف این دو مذهب بر سر تعیین آغاز نماز عصر است که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد. طبق اظهار پروفسور خولیو سامسو،[1] استاد تاریخ نجوم اسلامی دانشگاه بارسلونا، این مقدار تنها در یک رسالهٔ مسلمانی مغربی و ناشناخته به نام «*نتایج الأفکار فی شرح روضة الأظهار*» (شرحِ *روضة الأظهار* از «الجادِری»، تألیف شده به سال ۷۹۴ق.) وجود دارد (نکـ .: سامسو، ۲۰۰۱). بنابراین، می‌توان با ضریب قطعیّت بالا، این رساله را متعلّق به غرب جهان اسلام دانست.

محمّد بن احمد وسیم ضابطه $h=-18$ را به گونه‌ای زیبا به نظم کشیده است (وسیم، گ. ۱۱۲ر.).[2]

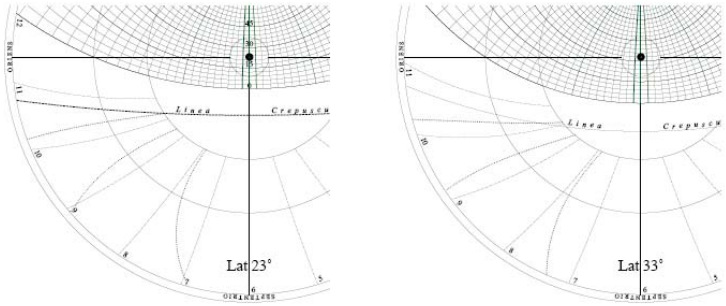
تعیین وقت نمازهای ظهر و عصر بر اساس معیار شاخص چنانکه در سطح عامّهٔ مردم رواج داشت، باقی ماند؛ امّا این امر مانع از آن نشد که فرمولهای ریاضی مختلفی بر اساس همان ضوابط یا با نتایج مشابه همان ضوابط از سوی دانشمندان مسلمان ارائه نگردد. وقت نماز ظهر در غرب جهان اسلام (اندلس و مغرب) به صورت $S=\Delta S+\frac{1}{4}\Delta S$ تعریف می‌شد که در آن S، طول سایه و ΔS، حدّاقل طول سایه در نیمروز است. این قاعده برای عرضهای جغرافیایی نزدیک استوا مقادیری مطلوب به دست می‌دهد؛ اما برای عرضهای جغرافیایی بالاتر، میزان انحراف بیشتر از حدّ انتظار است. شکل۲ دو صفیحهٔ اسطرلاب برای عرضهای جغرافیایی $\varphi=23^\circ$ و $\varphi=33^\circ$ نشان می‌دهد. چنانکه دیده می‌شود کمان مربوط به نماز ظهر، در فاصلهٔ بسیار دوری از خطّ نصف النّهار قرار می‌گیرد که ابداً برای وقت نماز ظهر قابل پذیرش نیست.[3]

پرتال جامع علوم انسانی

1. Julio Samsó

۲. به لحاظ نجومی مقدار ۱۸- درست است (اسمارت، و. م.، *نجوم کروی*، ترجمهٔ داوود محسن زاده جسور، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۵، ۶۱-۶۲).

۳. شکل مذکور توسّط گئورگ زوتی (Georg Zotti)، مؤسّسهٔ باستان‌شناسی دانشگاه اتریش، ترسیم و ارسال شده است.



شکل ۲

رسم شده توسط گئورگ زوتی (Georg Zotti)

ضابطهٔ درست و متداول‌تر نماز ظهر، $a = a_m - 1$ است که در آن $a_m = \delta + 90 - \varphi$، ارتفاع نصف النّهاری خورشید (بیشینهٔ مقدار ارتفاع خورشید هنگامی که بر نصف‌النّهار محلّ قرار می‌گیرد) است (بیرونی، همان، ۱۱۰). در رسالهٔ **۳** این مقدار به صورت $a = a_m - 2$ تعریف شده است؛ اما در بیشتر رسالات (مانند ابوریحان در دومین متن مورد پژوهش این مقاله)، توصیف کیفی گذر خورشید از نصف النّهار به جای ارائه مقادیر کمّی به عنوان ضابطه نماز ظهر آمده است (چنانکه در رساله **۴** آمده، هنگامی که ظلّ مبسوط، Cot، پس از رسیدن به کمینهٔ مقدار خود که می‌تواند صفر باشد، فزونی می‌گیرد یا ظلّ منکوس، Tan، به بیشینهٔ مقدار خود می‌رسد). معمولاً پایان نماز ظهر، آغاز نماز عصر است اما گاه برای پایان نماز ظهر نیز ضابطه‌ای ارائه می‌شده است؛ مانند، ابن الأجدابی که $S = \Delta S + l$ را پایان نماز ظهر می‌پندارد (ابن الجدابی، همان، ۱۱۷). در رسالهٔ ج، مقدار $a = a_m - 24$ برای پایان نماز ظهر ارائه شده که در نوع خود جالب است. اختلاف بارز برای تعیین مواقیت بین دو مذهب شافعی و حنفی در تعیین وقت نماز عصر رخ می‌دهد؛ شافعیان از ضابطه $S = \Delta S + l$ (l طول شاخص است) و حنفیان از ضابطه $S = \Delta S + 2l$ برای آغاز نماز عصر استفاده می‌کردند که اوّلی را «اوّل وقت عصر» و دومی را «آخر وقت عصر» می‌نامیدند. باید توجّه داشت، همان‌گونه که از رسالات **۱** و **۲** برمی‌آید، «آخر وقت عصر» در اینجا اصطلاحی برای آغاز وقت نماز عصر در مذهب حنفی است و به معنی پایان وقت نماز عصر نیست. این دو ضابطه را می‌توان به صورت دو تابع مثلثاتی تعریف کرد:

$$Al_{awwal-al'asr}(\delta) = \arctan(\frac{1}{1+\cot(90+\delta-\varphi)}) \qquad (۱/۱)$$

$$Al_{akhar-al'asr}(\delta) = \arctan(\frac{1}{2+\cot(90+\delta-\varphi)}) \qquad (۲/۱)$$

در رسالهٔ **۱** رابطهٔ اوّل العصر با ارتفاع نصف النّهاری خورشید ارائه شده

$$Al_{awwal-al'asr} = \frac{Al_m - Al_{m(0^\circ cancer)}}{10} + \frac{Al_m}{2} \qquad (۱/۲ - \text{الف})$$

که آن را می‌توان به صورت رابطهٔ حسابی ساده (تابعی از δ) نوشت:

$$Al_{awwal-al'asr}(\delta) = \frac{|\delta-\varepsilon|}{10} + \frac{\delta-\varphi}{2} + 45 \qquad (۱/۲ - \text{ب})$$

که در آن ε میل دایرة البروج است.

رابطهٔ (۱/۲) شباهت زیادی به رابطهٔ ابن بنّای مراکشی دارد؛ طبق نظر او، ضابطهٔ تعیین ارتفاع در زمان اوّل وقت عصر به صورت

$$Al_{awwal-al'asr}(\delta) = \frac{\varphi-\delta}{10} + \frac{\delta-\varphi}{2} + 45 \qquad (۱/۳)$$

و در آخر وقت عصر به صورت

$$Al_{akhar-al'asr} = Al_m - Al_{awwal-al'asr} \qquad (۲/۳)$$

است (پویگ[1]، ۱۱۷).

این شباهت بین دو دسته روابط فوق الذّکر را می‌توان نمایانگر ارتباطی بین دو سنّت نجومی شرق و غرب اسلامی دانست.[2] رابطهٔ (۱/۳) در رساله **۳** نیز ذکر می‌شود که بازهٔ

1. Puig

۲. چنانکه در تاریخ نجوم اسلامی می‌توان مشاهده کرد، این دو کرانه از قلمرو اسلامی، دو سنّت نجومی مختلف (و گاه متفاوت) را در دامان خود پرورانده‌اند که یافتن زمینه‌های هم‌خویشی، بستگی و احیاناً ارتباط متقابلشان، زمینه‌ای خاص را در بررسی تطبیقی تاریخ نجوم اسلامی در این دو حوزهٔ جغرافیایی فراهم می‌آورد. مثلاً، در ارئهٔ مدلهای سیّاره‌ای نوین که دستاوردِ تداوم مسیر نقد نظریّات بطلمیوسی در سده‌های آغازین نوزایی علمی

زمانی بین روزگار ابن بنّا و تألیف رسالهٔ **۳** را می‌توان مؤید آن ارتباط و نشان دهندهٔ اخذِ نتایجِ مقبول از ضابطهٔ ابن بنّاء و رواج گستردهٔ آن در شرق جهان اسلام در نظر گرفت.

نتیجه

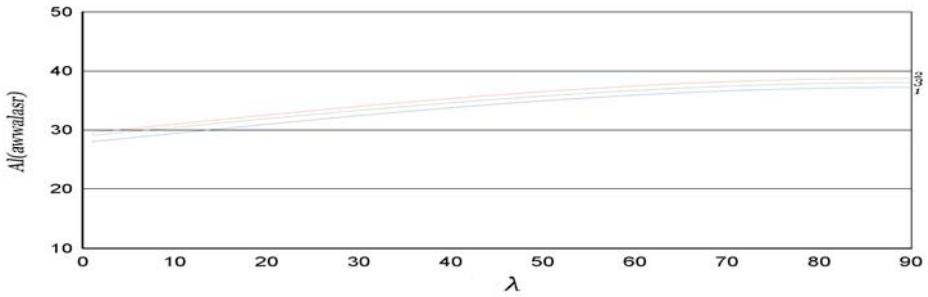
روابطی که در این مقاله معرّفی شد، نه مستقیماً از سنّت فقهی (حکم احادیث و روایات) حاصل شده‌اند و نه از اعمال قواعد ریاضی بر روابطی که از آن سنن مشتق شده‌اند، حاصل آمده‌اند. به نظر می‌رسد این روابط را باید مأخوذ از فرآیندِ ارائهٔ داده‌ها، محاسبه (بر اساس روابط ریاضی که از سنن فقهی به دست آمده‌اند) و به دست‌آوری نتایج و سپس یافتن رابطه‌ای بین این نتایج و داده‌های اولیّه (در حقیقت نوعی روش آزمون و خطا) دانست.

نتایج حاصل از این سه ضابطه، بر اساس $\lambda = 1,2,3,4,5,\ldots,90$ (از اعتدال بهاری تا انقلاب تابستانی)، $\varepsilon = 23;27$ و $\varphi = 39$ در یک نرم افزار رایانه‌ای که برای این منظور تدارک دیده شد، مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج حاصل از آن در نمودارهای ۱و۲ آمده است: ALawwal1 نتایج رابطهٔ (۱/۲)، ALawwal2، نتایج رابطهٔ (۱/۳) و ALawwal3، نتایج رابطهٔ اصلی (۱/۱) را نشان می‌دهد و ALakhar2، به رابطهٔ (۲/۳) و ALakhar3، به رابطهٔ (۲/۱) مربوط است.

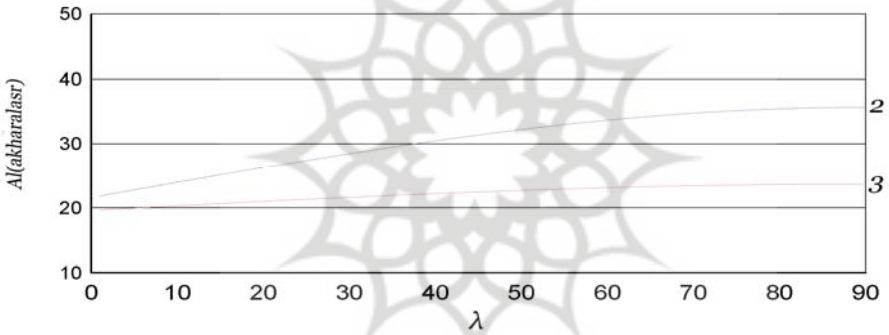
چنانکه در نمودارهای ۱ و ۲ دیده می‌شود، روابط ریاضی مندرج در رسالهٔ سیّدضیاء الدّین شوشتری همواره مقادیر کمتری برای ارتفاع خورشید در آغاز وقت نماز عصر

در جهان اسلام است (سده‌های ۳-۵ ه/ ۸-۱۰م.) وحاوی انتقاداتی مهمّ به نظام کیهانی وی و جایگزین نقایص فلسفی و خطاهای راه‌یافته در پارامترهای اصلی آن با اصول صحیح و یافته‌های نوین بود، شاهد دستاوردهایی متفاوت در این دو ناحیه هستیم. از یکسو، در سدهٔ ۵ه/۱۲م. در اندلس، دانشمندانی نظیر: بطروجی، ابن‌رشد و جابر بن افلح به اصلاح نجوم بطلمیوسی پرداختند و از سوی دیگر، با انتقال این سنّت انتقادی در سدهٔ ۷ه/۱۳و۱۴م. به شرق جهان اسلام و «مکتب مراغه»، دستکم چهار مدل جایگزین دیگر توسّط خواجه نصیر طوسی، مؤیّدالدّین عرضی، قطب‌الدّین شیرازی و پس از آن ابن‌شاطر برای نظام بطلمیوسی پیشنهاد شد (صلیبا، ۲۴۵-۲۵۷)؛ یا در ابداع ابزارهای نجومی، در غرب اسلام شاهد سنّتی بالنده‌تر هستیم که تأثیری به مراتب بیشتر در انتقال دانش به اروپا در سده‌های پایانی ادوار میانه داشته، در اساس متفاوت و دستاوردهای آن در بیشتر موارد در شرق ناشناخته بوده است. برای مثال ابداع صفیحة الزرقالیة (نوع بسیار مهمّی از اسطرلاب که برای تمام عرضهای جغرافیایی کاربرد داشت) توسّط ابن‌نقّاش الزرقالة مثال خوبی در این زمینه است؛ این ابزار با وجود تأثیر فراوانش بر اروپای مسیحی، در شرق اسلام ناشناخته بوده است. البتّه اخیراً مباحثی دالّ بر اخذ مبانی ریاضی آن از شرق صورت گرفته (برای نمونه: پویگ، ۱۹۹۶) و شواهدی از راه‌یافتن آن به رصدخانه الغ‌بیگ در سمرقند یافته شده است (برای نمونه: همو، ۲۰۰۴).

نسبت به رابطهٔ اصلی نشان می‌دهد؛ در حالی که رابطهٔ ابن بنّا همیشه مقادیر بیشتری برای ارتفاع خورشید ارائه می‌دهد؛ از این رو، رابطه‌ای که در رساله سیّد ضیاء الدّین شوشتری آمده، قابل اعتمادتر است.



نمودار ۱. ALawwal1 =1، ALawwal2=2، ALawwal3=3



نمودار ۲. ALakhar2=2، ALakhar3=3

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل۳. ربع تعیین وقت نمازها بر ظهر اسطرلابی ساختهٔ قاسم علی قاینی (س.۱۱ه.)؛ صفیحهٔ مختصات دایرةالبروجی (صفیحه میزان العنکبوت) نیز در گوشهٔ پایین و سمت چپ مشخص است.[۱]

فهرست منابع

۱. آقا بزرگ طهرانی، محمد محسن، *الذریعه الی التصانیف الشیعه*، بیروت، ۱۳۴۸هـ ق؛

۲. ابن الأجدابی، *الأزمنة و الأنواء*، به کوشش عزّت حسن، دمشق، ۱۹۶۴؛

۳. *الأستیعاب للعمل بصدر الوزة و الجناح الغراب*، مجهول المؤلّف، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران، ش. ۵۲۴۵؛

۱. این اسطرلاب اکنون در موزهٔ ملّی ماریتیم (گرینویچ، انگلستان)، نگه‌داری می‌شود. تاریخ ساخت و نام سازنده بر آن حک نشده است. دلیل این انتساب شباهت آن با اسطرلابهایی است که از قاسم علی قاینی (از جمله یک مورد در موزهٔ تاریخ علم آکسفورد) برجای مانده است. تاریخ ساخت در تارنمای موزهٔ ۱۶۸۵م. ذکر شده است.← وی شاگرد عبدالائمّه و محمّد حسین، دو تن از اسطرلابیون بنام دوران صفوی، بود. مایر تنها یک اسطرلاب به وی نسبت می‌دهد که در فرانسه نگه‌داری می‌شود و تاریخ ساخت آن ۱۰۹۳ه/۱۶۸۲م. است:

Mayer, John, *Islamic astrolabists and their works*, Geneva: Kunding, 1959; 81; idem, “Islamic Astrolabists: Some New material” in: Sezgin, Fuat, *Islamic Mathematics and Astronomy*, Frankfurt: Johann Wolfgang Goethe university, 1998, V. 96, 291–295; Price, Derek, “An International Checklist of Astrolabes” (1955) reprinted in: *ibid*; 93–113: 105.

۴. اسمارت، و. م.، *نجوم کروی*، ترجمهٔ داوود محسن‌زاده جسور، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۵؛
۵. افشار، ایرج و دیگران، *فهرست نسخه‌های کتابخانهٔ ملّی ملک*، تهران، ج ۵، ۱۳۶۳؛
۶. بیرونی، ابوریحان، *استیعاب الوجوه الممکنة فی صنعة الاصطرلاب*، به کوشش سید محمد جواد حسینی، مشهد، ۱۳۸۰؛
۷. همو، *استیعاب فی علم الاصطرلاب*، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران، ش.۵۱د-الهیّات؛
۸. شوشتری، سیّد ضیاء الدّین، *صدباب در معرفت اسطرلاب*، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران، ش. ۷۵ب- حقوق؛
۹. صوفی، عبدالرّحمن، *العمل بالاسطرلاب*، تصحیح محمّد عبدالمعیدخان، حیدرآباد دکن: دایرة المعارف عثمانیه، ۱۳۸۱هـ ق./۱۹۶۲؛
۱۰. منزوی، احمد، *فهرستواره کتابهای فارسی*، تهران، ۱۳۷۸؛
۱۱. وسیم، محمّد بن احمد، *اسطرلاب منظوم*، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران، ش.۱۵۴۲؛
۱۲. همدانی، محمّد مجدالدّین بن زین‌الدّین محمد، *انیس الطّلاب فی معرفة الاصطرلاب*، نسخهٔ خطّی دانشگاه تهران، ش.۹۹ج-الهیّات؛

13. Calvo, Emilia (2001), "Transformation of Coordinates in Ibn Bāṣo Al-Risāla fī l-Ṣafīḥa Al-Mujayyaba Dhāt Al-Awtār", *Journal for the History of Arabic Science*, V.12, 3–21;
14. Charette, Francois (2003), *Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria*, Leiden: Brill;
15. King, David A. (1983), "Astronomy of Mamluk", *ISIS*, 74, 531–555;
16. Idem, "Mīḳāt", in: *EI*^{2}, V.7, 26–32;
17. Idem (1993), *Astronomy in the Service of Islam*, Aldershot: Variorum;
18. Idem (1996), "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping", in: *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, London and NY: Routledge;
19. Idem (2000), "Mathematical Astronomy in Islamic Civilization" in: *Astronomy Across Cultures*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 601–605;
20. Idem (2002), *A Supplement to the Standard Literature on the Astrolabe*, unpublished;

21. Idem (2004), *In Synchrony with the Heavens, Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization*, V.1: *The Call of the Muezzin*, Leiden: Brill;
22. Mayer, John (1959), *Islamic astrolabists and their works*, Geneva: Kunding;
23. Idem, "Islamic Astrolabists: Some New material" reprinted in: Sezgin, Fuat, *Islamic Mathematics and Astronomy*, Frankfurt: Johann Wolfgang Goethe university, 1998, V. 96, 291–295;
24. Price, Derek (1955), "An International Checklist of Astrolabes" reprinted in: Sezgin, Fuat, *Islamic Mathematics and Astronomy*, Frankfurt: Johann Wolfgang Goethe university, 1998, V. 96, 93–113;
25. Lorch, Richard (1981), "A Note on the Horary Quadrant", *Journal for the History of Arabic Science*, 5, 115–120;
26. Puig, Roser (1986), *al-Shakkāziyya*, Barcelona;
27. Idem (1996), "On the Eastern Sources of Ibn al-Zarqālluh's Orthographic Projection" in: Casulleras, Josep & Samsó, Julio (eds.), *From Baghdad to Barcelona: Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Professor Juan Vernet*, Barcelona: Instituto "Millás Vallicrosa" de Historia de la Ciencia Arabe, 737–753;
28. Ragep, Jamil & Ragep, Sally (2004), "The Astronomical and Cosmological Works of Ibn Sina: Some Preliminary Remarks" in: *Sciences, Techniques et Instruments dans le Monde Irenien*, Tehran;
29. Ragep, Jamil (1997), "Arabic/Islamic Astronomy", in: Lankford, John (ed.), *History of Astronomy: An Encyclopedia*; NY: Garland, 17–21;
30. Idem (2001), "Freeing Astronomy from Philosophy", *Osiris*, 49, 49–71;
31. Saliba, George (1995), *A History of Arabic Astronomy*; NY: NYU Press;
32. Samsó, Julio (2001), "Astronomical observations in the Maghrib in the Fourteenth and Fifteenth Centuries", in *Science in Context*, 14, 165–178. Reprinted in Samsó, J., *Astronomy and Astrology in al-Andalus and the Maghrib*, Aldershot: Ashgate-Variorum, 2007, no. XII;
33. Stephenson, F. R. & Said, S. S. (1991), "Precision of Medieval Islamic Eclipse Measurements" *Journal for the History of Astronomy*, 22 (1991), 195–207.