

تاریخ و تمدن اسلامی، سال پنجم، شماره دهم، پاییز و زمستان ۸۸، ص ۵۷-۸۳

رسالة فی [توضیح اشکال] الاسطرلاب الکرّی:

بررسی رساله ای مجهول المؤلف درباره اسطرلاب کروی^{۱، ۲}

دکتر سید جمال موسوی، استادیار دانشگاه تهران

jmoosavi@ut.ac.ir

سید محمد مظفری، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات نجوم و اختر فیزیک مراغه

s.m.mozaffari@hotmail.com

چکیده

این مقاله به بررسی رساله‌ای مجهول المؤلف به نام فی توضیح اشکال الاسطرلاب الکرّی می‌پردازد. مؤلف رساله به تصریح خود، سازنده اسطرلاب بوده و بنابراین، اسطرلاب کروی تشریح شده در متن این رساله احتمالاً مبتنی بر نمونه ساخته شده او بوده که بنابراین احتمال، امکان مقایسه آن را با دو نمونه برجای مانده از اسطرلاب‌های کروی دوران اسلامی فراهم می‌آورد. با این مقایسه و نیز برخی شواهد این فرض میهن تمّ تو سَطّ مؤلفان مطرح گردیده که رساله مذکور در اواخر قرن ششم و اوایل قرن هفتم نگاشته شده است این فرض یه دست کم با سه دلیل تأیید می‌گردد. افزون بر این، برخی نکات جالب مربوط به ریشه‌شناسی اسطرلاب، نحوه کاربرد ابزار... نیز در این مقاله بررسی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اسطرلاب، اسطرلاب کروی، آلات نجومی، تاریخ نجوم اسلامی.

۱. تاریخ وصول: ۸۸/۹/۲۵ تاریخ تصویب: ۸۸/۱۱/۲۵.

۲. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند سپاس صمیمانه خود را به جناب استاد هادی عالم‌زاده که ما را در بازخوانی نسخه خطی و نیز در تدوین مقاله کمک و راهنمایی نمودند و معاونت پژوهشی دانشکده الهیات و معارف اسلامی دانشگاه تهران که این پژوهش با حمایت مالی و معنوی آن به انجام رسیده و جناب جیمز موریسون از ایالات متحده آمریکا که دو مقاله ذی ربط را برای نویسندگان ارسال داشتند، تقدیم نمایند.

مقدمه

کارکرد اسطرلاب کروی با اسطرلاب مسطح یکی است، با این تفاوت که ساخت اسطرلاب کروی به لحاظ نظری از پیچیدگی کمتری نسبت به اسطرلاب مسطح برخوردار و فاقد دشواری استفاده از تصویر استرئوگرافیک است. در اسطرلاب کروی می‌توان بازنمایی حرکت ظاهری کره سماوی را به همراه حرکت خورشید و ستارگان به وسیله «عنکبوت» یا «شبکه‌های مرکز» از دائرة البروج و استوای سماوی بر فراز افق دید. نیریزی-منجم قرن سوم و چهارم- اسطرلاب کروی را برتر از اسطرلاب مسطح و دیگر ابزارهای نجومی دانسته است.^۱

تاریخ اسطرلاب کروی ناشناخته است، اما به دلیل راحی ساده و کاربرد آسان آن می‌توان گفت که لمبقه ساخت آن دست کم از اسطرلاب مسطح کهن تر است؛ از سوی دیگر قدمت آن را نمی‌توان دیرینه‌تر از دوران یونانی مآبی دانست.^۲ این‌ندیم^۳ نیز با تردید بطلمیوس (قرن دوم میلادی) را اولین سازنده اسطرلاب کروی می‌داند.

تعداد رسالاتی که در باب اسطرلاب کروی در جهان اسلام تألیف شده از شمار رسالات مربوط به اسطرلاب مسطح بسیار کمتر است. حیش الحاسب (نک: سطور بعد)، قسطنین لوقا^۴، محمد بن منصور المروزی^۵ و حامدین علی الواسطی^۶ را می‌توان از پیشگامان در تألیف دستورالعمل اسطرلاب کروی در جهان اسلام در قرن سوم دانست.^۷

1. Sarton, I/602.
2. Maddison, 102.

۳. این‌ندیم، ۳۲۷؛ نیز نک: ۳۴۲.

۴. نک: قفطی، ۳۶۱؛ نیز نک: مدیسون، ۱۰۱.

5. Sezgin, GAS, VI/192.
6. Sezgin, GAS, VI/ 207.

۷. مولوی در مقاله "اسطرلاب" (بذیل ما ده) به نقل از الفهرست این‌ندیم (۳۴۲-۳۴۳) جابر بن سنان را نخستین سازنده اسطرلاب کروی در جهان اسلام دانسته است که درست نیست.

العمل بالأسطرلاب الکرّی از حبش حاسب^۱ قدیم‌ترین متن درباره اسطرلاب کروی است. با بررسی انجام شده بر روی این رساله براساس نسخه کتابخانه اصغر مهدوی^۲ معلوم شد که عنوان کامل آن العمل بالأسطرلاب الکرّی و عجایبه (ک. ۹۵ ر.) است و مفاد آن نه درباره همه جوانب اسطرلاب کروی، بلکه درباره فهم برخی از ویژگی‌ها نظیر صّ سماوی مانند مدتّ زمان طلوع و غروب خورشید در عرض‌های بیشتر از ۶۶° «شمالاً مغرب ال روم» به تعییر مؤلّف است. این رساله از گ ۹۷ ر عنوان کیفیته الإیرصوالعمل بذات الحدّ قی برخوردار است که در واقع شرح کاربردهای ذات الحدّ قی بطلمیوس (ک. ۱۰۰ ر.) است. به نظر می‌رسد این بخش از رساله، رساله‌ای است علی‌حده که به رساله اسطرلاب کروی منضمّ شده است.

آلفونسوی دهم^۳ (قرن هفتم/سیزدهم) نیز برای تألیف دانشنامه *Libros del Saber* به اسحاق بن سید فرمان داد تا رساله‌ای در باب اسطرلاب کروی تألیف کند. شگفت‌آور اینکه وی برای اجابت فرمان آلفونسو رساله‌ای در باره اسطرلاب کروی در دست نداشت، از این رو کتاب العمل بالأسطرلاب اثر ابن السّمح (قرن چهارم و پنجم) را که درباره کاربردهای اسطرلاب مسطح بود، برای رفع نیاز در فهم کاربردهای اسطرلاب کروی مینا قرار داد.^۴

اسطرلاب‌های کروی باقی مانده در جهان اسلام

برخلاف اسطرلاب‌های مسطح که نمونه‌های زیادی از آن در گنجینه‌های گوناگون موجود است، از اسطرلاب کروی تنها دو نمونه^۵ برجای مانده است. چنانکه گذشت

1. Sezgin, GAS, VI/175; Kennedy(ed., tr. & com.), p. 9.

قس: این ندیم، ۳۳۴

۲. ش، گ ۹۵ ر. - ۱۰۰ ر.

3. King Alfonso X

4. Rashed R. (ed.), *Encyclopedia of Arabic Science*, vol.I, p. 256; Rius, Monica, "Ibn 'Ibn al-Samh" p. 241.

۵. مریم حبیبی قاینی بایگی، کارشناس موزه آستان قدس رضوی، ذات الکرسی کروی ساخت استاد ضیاءالدین اسطرلابی همایونی لاهوری را (قرن یازدهم) که از سوی سید جلال الدین طهرانی به موزه آستان قدس اهداء گردیده،

دلیل کمبود رسالات و نمونه های اسطرلاب کروی نسبتاً آشکار است. گرچه طراحی و کاربرد اسطرلاب کروی از اسطرلاب مسطح بی زحمت تر و آسان تر است، اما ساخت آن به لحاظ عملی دشوارتر بوده، و به همین دلیل استفاده از آن نسبت به اسطرلاب مسطح کمتر رواج داشت.^۱

از دو نمونه اسطرلاب کروی بچای مانده، یکی کامل متعلق به شرق اسلامی است، و دیگری ناقص مربوط به غرب اسلامی و طی به وسیله صنعتگری گمنام به نام موسی در سال ۸۸۵هـ/۸۱-۱۴۸۰م. از برنج ساخته شده و با نقره زینت یافته و قطر آن ۸۳mm است که اکنون در موزه تاریخ علم آکسفورد نگه داری می شود. بنا بر نوشته مدیسون نظرات آن به ازا هر دو درجه [= اسطرلاب نصفی] رَج و به ازا هر پنج درجه با نقره مرصع گشته است جدایی ارباع سه موت آن نیز ۱۰° است در امتداد ربع شمالی نصف النهار به ازا هر ۲° ارتفاع، سوراخی برای تنظیم عرض های جغرافیایی مختلف، وجود دارد؛ بدین صورت که قطب شمالی استوای سماوی واقع بر عنکبوت به وسیله «محور» بدان متصل می شد. عنکبوت این اسطرلاب شامل ۹ شظیه ستاره ای است که به شکل خنجر ساخته شده و نام هر ستاره بر شظیه مربوط بدان آمده است. یک حلقه که نشانگر دایره البروج است بر آن وجود دارد، اما به جای استوای سماوی، دایره کوچکی موازی با دایره فرضی استوای سماوی قرار دارد. اندازه گیری های مربوط به استوای سماوی (بیشتر برای زمان سنجی) با این دایره انجام می شد. بر نیمه زیرین آن نیز خطوط ساعات معوج^۲ ترسیم شده است. البته - چنانکه در شکل (۱) مشخص است - مدارات سه گانه نیز

اسطرلاب کروی نامیده که درست نیست (نک: گنجینه نجوم آستان قدس رضوی" در نشریه الکترونیکی سازمان کتابخانه ها، موزه ها و مرکز اسناد آستان قدس رضوی).

1. Maddison, 102-103.

۲. مدیسون در مقاله خود به شرح این ابزار و ارائه تصاویری از آن پرداخته است:

Maddison, 104ff.; Adhal K. & Ahlund M., 50; Cleempoel, *loc. cit.*; Turner, H. R., 95.

3 Maddison, 105-108.

وجود دارد که مدیسون به آنها اشاره نکرده و نیز نگفته که برای کدام عرض جغرافیایی ترسیم شده است.



شکل ۱. اسطرلاب موسی (۸۸۵هـ)

اسطرلاب دوم متعلق به غرب اسلامی است که تنها کره ای از آن برجای مانده است. نام سازنده و تاریخ ساخت آن معلوم نیست و به دلیل نبود عنکبوت تاریخ تقریبی آن را نیز نمی توان مشخص کرد. قطر کره ۱۱۵mm و وزن آن ۲۲۵ گرم به ضخامت ۰/۷mm است. این اسطرلاب از دو نیمکره تشکیل شده که در افق به یکدیگر می پیوندد. دونهلفیه النهار و اول سه موت بر آن مد رج شده و مقیاس درجه بندی مقنطرات به ازاء هر شش درجه و ارباع سموت به ازاء هر ۱۰° است. مقنطره ۸° با خطی ضخیم ترسیم شده که برای تعیین فلق و شفق به کار می رفته است. مقادیر با حروف ابجد غربی با ارزش عددی معمول در غرب جهان اسلام بر: (۱) همه ارتفاعات به جز صفر، ۶° و ۸۴°، (۲) پاره نصف النهار، و (۳) پاره اول سموت و سایر دوایر سمت (بین افق و مقنطره ارتفاع ۶° با مبدأ از شرق به سمت جنوب و شمال) نوشته شده است. سوراخ کوچکی در سمت ال راس (۹mm*۷mm) کره وجود دارد، اما سمت الارجل سوراخ ندارد و هشت سوراخ دیگر در ارتفاعات صفر، ۲۱°۳۰' عرض مکه، ۳۶°۴۰' (عرض تونس که اسطرلاب برای آنجا ساخته شده است)، و ۶۶°۳۰' (قطب دائرة البروج یا انتهای بلاد مسکون) تعبیه شده که دو به دو به دو به دو حالت متقارن قرار گرفته است. این مسئله بوضوح نشان می دهد که این اسطرلاب تنها برای این چهار عرض جغرافیایی می توانست به کار گرفته شود. بر نیمه زیرین افق سه مدار استوا، رأس السرطان و رأس الجدی برای عرض ۳۶°۴۰' خطوط ساعات معوجه ترسیم شده است. برای گرفتن ارتفاع خورشید و ستارگان از دو سوراخ تعبیه شده بر دو سوی شمال و جنوب افق استفاده می شد، بدین نحو که انبوهه ای درون دو سوراخ واقع بر افق قرار می گرفت و اسطرلاب از عروه که در انتهای ۹۰° ربع ارتفاع واقع بر دائرة البروج قرار داشت، آویخته میشد و حول محوری که قطب شمال دائرة البروج را بر سمت ال راس محکم می کرد، می چرخید تا نور خورشید یا ستاره از درون انبوهه دیده شود. در این صورت، ارتفاع بر روی ربع مربوط بدان بر دائرة البروج به سادگی خوانده می شد.

قسطا بن لوقا و نیریزی به این شیوه اخذ ارتفاع اشاره کرده اند.^۱ چنانکه در رساله مورد بحث نیز (نک: باب سوم) شیوه اخذ ارتفاع به همین صورت بیان شده است. ازین پس این اسطرلاب ناقص غربی را (الاسطرلاب کام ل شرقی یا اسطرلاب موسی را (ش) می نامیم. فارغ از تفاوت های ریختی، تنها تفاوت ساختاری این دو اسطرلاب این است که برای اخذ ارتفاع به وسیله (ش) از ربع ارتفاع عمود بر دائرة البروج استفاده می شد، بدین صورت که شاخص لغزان و سوراخ داری بر آن قرار می گرفت و با آویختن اسطرلاب از عروه - که بر 90° ارتفاع این ربع قرار داشت - و با حرکت دادن شاخص ارتفاع خورشید یا هر ستاره دیگری بآسانی به دست می آمد؛ بنابراین مکان عروه نیز در این دو نوع اسطرلاب متفاوت بود.

درباره رساله فی [توضیح اشکال] الاسطرلاب الکرّی

رساله مورد بحث در اینجا رسالی است مجهول المؤلف به نام فی توضیح اشکال الاسطرلاب الکرّی. نسخه آن در مجموعه شماره ۱۸۵ ب دانشکده الهیات دانشگاه تهران موجود است (این رساله دومین رساله از ۸ رساله این مجموعه است). این عنوان با بهره گیری از توضیحات مؤلف در مقدمه رساله در صفحه شناسنامه مجموعه فوق الذکر به دست می آید، اما در متن عنوان رساله به صورت فی الاسطرلاب الکرّی ضبط شده است. احتمال داده می شود در کتابخانه اسکوریال اسپانیا و یکی از کتابخانه های ترکیه نسخه های دیگری از این رساله وجود داشته باشد که جستجوی مؤلفان مقاله برای یافتن آنها هنوز به نتیجه نرسیده است.

چنانکه از متن رساله بر می آید، خود مؤلف سازندهی دست کم یک نمونه از اسطرلاب کروی بوده و ساخته خویش را به سلطانی مالکی مذهب (?) تقدیم داشته و این رساله را به مثابه دست نامه یا راهنمای آن نگاشته است (گ. ۲۶۲.ر):

1 Cannobbio, in *Annali* fasc. 1, p 37-40.

«و بعد فی ن الله شرف هذا المقام الإمامی السلطانی العالمی العلامی الأوحدی المالکی الملکی الأشرفی علی جمیع ملوک الزمان فضله وخصه بالخصال التي بها خصه وكم له فجعله أعظم القلبركاً وأشهرهم ذكراً وأسماهم فخرأ وأرفعهم علماً وأكثرهم حلمأ وأعدلهم حكمأ فطبّق ذكره الآفاق فقه دمت لمقامه العلی من عمل یدی ما تحیرته وتقربت إليه من صنعتی ما برسم مقامه العلی صنعة و هو الأضطراب الكری الذي تانفت فی صنعة وعملت جهدی فی تحسین صورته وحلیته ووضعت له رسالة مقربة توضیح أشكاله وویتها أبواباً مرتبة تبسط اعماله...».

به این دلیل و نیز با توجه به شباهتهای آن با اسطرلاب (غ) می توان احتمال داد که این رساله در غرب اسلامی تدوین شده باشد (برای دلایل دیگر نک: ادامه مقاله). مع الوصف جای طرح این پرسش وجود دارد که چرا این رساله که علی القاعده به دلیل پیشکش آن به سلطانی مسلمان می باید مشهور می شد، از دید منجمان آفونسوی دهم (نک. سطور پیشین) دور ماند؟ البته برای این امر می توان دلایلی برشمرد، از جمله اینکه رسالاتی مشهورتر مانند رساله نیریژی نیز که چند سده زودتر در شرق اسلامی تدوین شده بود از نظر مؤلفان دربار آفونسوی دهم پنهان ماند. دلیل دیگر، همزمانی تالیف این رساله با روزگار آفونسو است. اگرچه این نسخه فاقد تاریخ است و در هیچ جا نیز به تاریخ نگارش آن اشاره نشد، اما به یک دلیل نجومی، یعنی مبدل‌القرار و ج‌دی به جای اول ح‌م‌ل برای محاسبه مطالع، می توان زمان نگارش رساله را اواخر قرن ششم یا اوایل قرن هفتم هجری پنداشت. در متن رساله (باب دهم) دو ارجاع به رسالات متقدم نیز وجود دارد (گ-گ). ۶۴ پ-۵۶۵): یکی رساله عبدالرحمن صوفی رازی (قرن چهارم هـ) که مؤلف وی را ابوالحسین می خواند (در ۳۹۴ باب) دیگری رساله جابر بن حیان در ۱۰۰۰ باب؛ رساله نخست همان کتاب *العمل بالأضطراب* است (در چاپ‌های امروزی: ۴۰۲ باب) که صوفی آن را برای شرح کامل کاربردهای اسطرلاب مسطح نگاشته، حال آنکه نحوه کاربرد دو اسطرلاب مسطح و کروی تا حدود زیادی از یکدیگر متفاوت است. رساله دوم موسوم *الجامع فی الأضطراب علماً وعملاً* امروزه در دست

نیست و تنها اشاراتی بدان در کتب مختلف برجای مانده است از جمله محمد بن سعید سرقسطی مغویه ابن مشاط اصطرابی اندلسی (پنجم هجری / ۱۱ م). آورده که نسخه‌ای از این رساله را در قاهره دیده و نیز مسلمه مجریطی در غایه الحکیم بدان اشاره کرده است. رگچه از سیاق عبارت مؤلف رساله چنان بر می آید که وی واقعاً کتاب جابر را دیده و یا اینکه این اثر در روزگار وی به نحو گسترده استفاده می شده است، ولی ذکر ۱۰۰۰ باب برای یک رساله تا حدّی غیر واقعی به نظر می رسد البته این امر می توان با توجه به افسانه های بسیاری که حول شخصیت جابر شکل گرفته و علوم و رسائل گونه گون و متعددی به وی نسبت داده شده، توجیه کرد.

کاتب و کتابت نسخه

اغلاط نگارشی فراوان و مکرری در نسخه وجود دارد که تقریباً همه از آن سنخ اند که معمولاً کاتبی ایرانی در استنساخ مکتوبی عربی مرتکب می شود، مانند: «شیت» به جای «شست» یا «دایره» به جای «دائره»؛ دو قرینه دیگر نیز بر ایرانی و فارسی زبان بودن کاتب دلالت دارد: یکی تحریر این مجموعه و رساله به خط نستعلیق، و دو دیگر فارسی بودن دیگر رسالات این مجموعه.

اجزای اسطرلاب کروی بر اساس رساله حاضر

صاحب رساله در آغاز باب اول می نویسد که اسطرلاب (کروی) از پنج قسمت تشکیل می شود: ره، شعبه کفاده، قطر و فرس، اما در اواخر همین باب قبل از بیان قطر و فرس به عروه و حلقه نیز اشاره می کند.

(۱) که ره که جزء اصلی اسطرلابهای کروی به شمار می رود، سه دایره عظیمه عمود بر هم روی آن قرار می گیرد (به خلاف ذات الکرسی، دوایر عظیمه سماوی بر کره اسطرلاب قرار ندارد):

دایره اول (دایره افق) که به چهار قسمت تقسیم می شود و جهات چهارگانه جغرافیایی بر میانه این ارباع قرار می گیرد.

دایره دوم دایره افق را در شمال (= وسط ربع شمالی) و جنوب جغرافیایی (= وسط جنوب جغرافیایی) قطع می کند و به دو قسم *متنصف النهار* در بالا و *مؤلف* در باب ۲۳ *آن خواط و وسط السماء* نیز می نامد) و نصف اللیل در پایین تقسیم می شود. دایره سوم از شرق (= وسط ربع شرقی) و غرب (= وسط ربع غربی) جغرافیایی می گذرد که می توان آن را دایره اول و *سموت دانست مؤلف* این اصطلاح را به همراه دایره وسط المشرق والمغرب در باب ۲۱ آورده است.^۱

دایره اول، مبدأ دوایر ارتفاع *میاة نظرات* است که موازی با آن رسم می شود. مرکز همه این دوایر یا قطب دایره افق، در بالا سمت الرأس و در پایین سمت ال *رجل* نامیده می شود. بدیهی است که این دو نقطه بر دایره دوم قرار می گیرد. دوایر سمت، دوایر عظیمه رسم از این دو نقطه است که مقنطرات را قطع می کند. سنجش سموت از خط مشرق/مغرب ($Az=0^\circ$) تا یک ربع کامل دایره ($Az=90^\circ$) است؛ دوایر دوم و سوم، چهار ربع دیگر را بر دایره اول (دایره افق) مشخص می سازد که برای سنجش سمت به کار می رود: ربع شرقی/جنوبی (از شرق، مرکز ربع شرقی، تا جنوب، مرکز ربع جنوبی)، ربع شرقی/شمالی، ربع غربی/جنوبی و ربع غربی/شمالی.

۱. در گذشته سه نظم برای تعیین سمت وجود داشت که ممیزه شان تفاوت مبدأ سنجش بود. نظم اول که مؤلف در اینجا آن را به کار می برد (نک: باب ۲۱)، دایره گذرنده از شرق و غرب (در اینجا دایره سوم) مبدأ سمت را مشخص می سازد و بدین سبب دایره اول سموت خوانده می شد. در نظم اول، سهلتر از دایره اول سموت تا خط وسط السماء (از صفر تا 90° ص) نظم ثانی از خط وسط السماء تا خط و *تدالارض* (از صفر تا 180° قف) و در نظم ثالث از خط وسط السماء تا پاره اول سمت بر عکس نظم اول (ول) شماره گذاری می کردند (نک: شوشتری، گگ ۲۲-۲۲پ).

خطوط اربعه دواير عظیمه ای است که از وسط شمال و جنوب می گذرد و هر دو خط از این خطوط چهارگانه دو نیمکره را - که دایره دوم از آسمان هر افق می سازد - به سه قاچ تقسیم می کند و مهمترین کاربرد آن تعیین ساعات زمانی (موجوده) است مکانهای واقع بر خط استوا در روز ۱۲ ساعت و در شب هم ۱۲ ساعت دارد که از زمان این ساعات همواره با یکدیگر برابر است. به این دلیل در این مکانها ساعات زمانی و مستوی همواره با یکدیگر برابر است (همانند روزهای اعتدالین در سایر نقاط) از این رو، فاصله بین هر دو خط متوالی از این خطوط، دو ساعت را در مکانهای واقع بر خط استوا نشان می دهد و به همین دلیل مؤلف آن را خطوط ساعات الاستوا خوانده است.

همانطور که مؤلف گفته دو دسته از این خطوط اربعه، یکی بالای افق و دیگری زیر افق رسم می شود که این کار برای استفاده از آنها در تسویه بیوت است: درجه ای از دائرة البروج که بر افق شرقی (دایره اول) قرار می گیرد، طالع و درجه ای که بر افق غربی (دایره اول) قرار می گیرد غارب، درجه ای که بر خط نصف النهار (دایره دوم) قرار می گیرد وسط السماء و درجه ای که بر خط نصف اللیل (دایره دوم) قرار می گیرد وتداول الأرض نام دارد. به مجموع اینها اوتاد اربعه گفته می شود. بنابراین دو خط بین طالع و وتداول الأرض بیوت ۱ تا ۳، دو خط بین وتداول الأرض و غارب بیوت ۴ تا ۶، دو خط بین غارب و وسط السماء بیوت ۷ تا ۹، دو خط بین وسط السماء و طالع بیوت ۱۰ تا ۱۲ را مشخص می سازد. اوتاد اربعه هم آغاز بیوت ۱، ۴، ۷ و ۱۰ را نشان می دهد. خطوط اربعه به عنوان نشانگر در زمانسنجی با اسطرلاب کروی نیز به کار می رود. از کاربردهای دیگر خطوط اربعه، تسویه بیوت و تسبیر است، اما مؤلف در بابهای بعدی مطلبی در این باره عرضه نکرده است. این را نمی توان چنانکه خود مؤلف در انتهای باب ۱۰ بدان اشاره کرده - تنها به دلیل اختصار در بیان مطالب دانست، زیرا در دیگر کتب یا رسالات نگاشته شده درباره

کُرَات سماوی یا اسطرلابهای کروی نیز به چشم می خورد.^۱ در *Libros del Saber* که زیر نظر آلفونسوی دهم نگاشته شده (۷۷-۱۲۷۶م.)، رساله ای درباره کره سماوی وجود دارد که تأثیر این امر را نشان می دهد: فصل یکم این رساله که به کاربردهای ذات الکرسی اختصاص یافته، ترجمه رساله معروف قسطا بن لوقا است و در فصل دوم، رساله اسحاق بن سید درباره ساخت کره مبنا قرار گرفته که وی - چنانکه در بالا آمد - براساس رساله ابن السّمح در باب اسطرلاب کروی به تألیف رساله خود پرداخت؛ اما فصل سوم که مربوط به کاربردهای تنجیمی کره (تسویه بیوت و تسییر) است، بدلیل فقدان اطلاعات مربوط در رسالات عربی، از سوی دن موشه یهودی تألیف شده و محتویات آن نشان می دهد که مؤلف از ویژگیهای کره سماوی، آن گونه که در دو فصل متقدم بیان شده، بیاطلاع بوده است^۲ و این امر انقطاع از رسالات عربی را به خوبی نشان می دهد.

مؤلف رساله، مدارات سه گانه البتوا، رأس الجدی و رأس السّرطان را مدارات رؤس البروج می خواند. مدار الأستوا هم‌مدار رأس الحماة کل والمیزان است که مؤلف اصطلاح اخیر را در عنوان باب ۵ ذکر می کند. چنانکه در (ش) و (غ) دیدیم، این مدارات در زیر افق برای عرض خاصّی رسم میشود، اما مؤلف مقدار عجیب «قا» ($\varphi = 101^\circ$) را برای آن نوشته است! اگر فرض کنیم که «قا» تصحیف «نا» ($\varphi = 51^\circ$) یا «ما» ($\varphi = 41^\circ$) باشد، آنگاه در می یابیم که این رساله احتمالاً مربوط به اندلس است (عرض جغرافیایی سوریه، مصر و شمال آفریقا همه کمتر از این مقادیر است) و این نیز می تواند مؤید دلیل پیش گفته درباره مکان تألیف رساله (غرب اسلامی) باشد.

(۲) شبکه یا عنکبوت^۳ جزء متحرک اسطرلاب است که دو فلک بر آن قرار دارند:

۱. برای نمونه نک: قسطا بن لوقا، کتاب العمل بالکره نسخه خطّی دانشگاه تهران، ش. ۵۱، ۸۵-۹۰.

2. Samsó, *Islamic ...*, XX: 118.

۳. صاحب مفاتیح العلوم (۲۰۶) می نویسد: الاصطرلاب کبری هو کره فوقها نصف کره مشبه بکة بمنزلة العنکبوت من الاصطرلاب المسطح.

یکی فلک مع دَلّ النّهار است که به ۳۶۰ جزء تقسیم می شود. مبدأ این تقسیم بندی از دایره انقلاب (دایره عظیمه گذرنده از اَوّل جدی، اَوّل سرطان و قطبهای مع دَلّ النّهار و فلک البروج)؛ درجات روی فلک مع دَلّ النّهار برای اندازه گیری کمیّت های مختلف (مانند قوس روز) به کار می رود، ولی این درجات در وهله نخست نمایانگر مطالع فلک مستقیم (کلی از دو مؤلفه دستگاه مختصات استوایی) است در اینجا این نکته شایان ذکر است که تقریباً همواره مبدأ مطالع مستقیم از درجه یکم برج حمل در نظر گرفته می شود (چنانکه امروزه نیز اینگونه است)، اما برخی از دانشوران مسلمان سده هفتم هجری/۱۳م. مطالع فلک مستقیم را به جای اَوّل حمل از اَوّل جدی محاسبه می کردند که در اینجا نیز مؤلفه بدان اشاره می کند. از این مسئله می توان حدود تقریبی زمان نگارش این رساله را (اواخر قرن ششم یا اوایل قرن هفتم) به دست آورد. فارغ از تفاوت ساختاری (ش) و (غ) که در بالا بدان اشاره کردیم - به خلاف اسطرلاب موسی (ش) - در اینجا مؤلفه بنا بر اظهار خویش، دایره استوای سماوی را بر اسطرلاب خود به طور کامل ساخته است.

دیگری، فلک البروج است که نطق البروج یا منطقه البروج مؤلفه هر دو اصطلاح را به کار می برد) بر آن قرار می گیرد مؤلفه سپس بروج شمالی ($30^{\circ}N - 0^{\circ}$) و جنوبی ($0^{\circ}S - 30^{\circ}$) مع رفی می کند. دائرة البروج مسیر حرکت خورشید را نشان می دهد و همانند مع دَلّ النّهار به ۳۶۰ جزء تقسیم می شود. خورشید در طول یک سال خورشیدی (مانند سال رومی که در متن رساله ذکر شده است) یعنی اندکی بیش از ۳۶۵ روز این اجزاء را می پیماید؛ از این رو، در زیر فلک البروج دایره تعدیل شمس قرار می گیرد تا وضعیّت خورشید بر دائرة البروج را در هر روز به

1. Right Ascension (RA)

امروزه در نوشته های علمی زبان فارسی بدان «مُد» می گویند که اصطلاحی نارساست و مشخص نیست که چرا در زبان فارسی از اصطلاح اصلی، مطالع مستقیم، که واجد پیشه تاریخی کاملاً مشخص است و معادل علمی امروزین نیز ترجمه تحت اللفظی آن است، استفاده نمی شود.

دست دهد. این را میتوان متناظر با دایره تعدیل شمس دانست که در ظهر اسطرلاب‌های غرب اسلامی و نیز در اسطرلاب‌های اروپایی وجود داشته است.^۱ بعضی از ستارگان شمال دائرة البروج بر شبکه (عنکبوت) نقش می‌شود که تعداد این ستارگان معمولاً کمتر از اسطرلاب مسطح است معمولاً ستارگان انور، اعظم و اشهر بر اسطرلاب نقش می‌شود.^۲

بخشی از دایره انقلاب دایره ما رّه بر اقطاب اربعه (عمود بر دو فلک پیش گفته قرار می‌گیرد و از قطب‌های شمالی هر دو می‌گذرد. درجه بندی آن از قطب شمال دائرة البروج آغاز و به 0° ختم می‌شود و برای تعیین عرض دایرة البروجی و نیز فاصله قطبی ستارگان به کار می‌رود. متن رساله برای تعیین این کمیّت‌ها چیزی گفته نشده است). ربع ارتفاع- که در بادی امر به نظر می‌رسد باید بر دایره انقلاب قرار داشته باشد- بنا بر گفته مؤلف درجه بندی آن از اول میزان (0°) آغاز و به اول سرطان (0°) ختم می‌شود. علاوه بر آن، حلقه و عروه که برای آویختن اسطرلاب به هنگام اخذ ارتفاع به کار می‌رود، در اول سرطان جای گرفته است. پس باید این ربع و نیز ربع ظل که در مقابل ربع ارتفاع است، همانند اسطرلاب (غ) بر دائرة البروج جای گرفته باشد و این مشابهت نیز گمان تألیف این رساله را در غرب اسلامی (احتمالاً اندلس) تقویت می‌کند.

ربع ظل در مقابل ربع ارتفاع قرار دارد مقیاسی که در اینجا برای ظل منظور شده، ظل اصابع ($g = 12$) است نه اقدام، زیرا قیاس ظل بر محیط ربع ظل رسم می‌شود، لذا نمی‌توان همچون اسطرلاب‌های مسطح هر دو نوع ظل اصابع و اقدام (با مقیاس پایه $g = 7$) را بر آن ترسیم کرد.

۱. زرقالی این اصطلاح را به کار نمی‌برد و این دایره را چنین توصیف می‌کند: «رسوم الّتی فی ظهر الصّفیحَة [...] و فی داخل دائرة البروج اجزأؤها فی داخل دائرة الشهور آیامها [...]» (Ibn Al-Naqqash, Al-Zarqalluh, 7&8.)

۲. بیرونی، استیعاب، ۳۴.

(۳) عَضَادِبر روی شبکه متحرک است. برای استفاده از آن، شبکه از روی کره برداشته و عضاده بر آن نصب می‌گردد. وجود عضاده فرق اصلی این اسطرلاب با نمونه (غ) است، چون - همانگونه که در بالا آمده - در اسطرلاب (غ) برای گرفتن ارتفاع از انبویه ای در درون کره استفاده می‌شد، حال آنکه در اینجا عضاده ای بر آن قرار دارد. برای این کاپس از برداشتن عنکبوت از روی کره، احتماً لاً عضاده به وسیله قطر (← سطور بعد) کبه قطب شمال دائرة البروج متصل بود، بر دائرة البروج قرار می‌گرفت همین امر امکان به دست آوردن ظل را که در (ش) لاً و در (غ) احتماً لاً میسور نبود، فراهم می‌ساخت.

(۴) و (۵) طرفو رَس. قطر همان محور عالم (کره سماوی) است که از دو قطب شمال و جنوب استوای سماوی می‌گذرد. قطر درون کره قرار می‌گیرد و پس از قرار گرفتن شبکه روی آن به وسیله فرس در بالا و پایین محکم می‌شود. وجه تسمیه آن به فرس چنانکه مؤلف نیز گفته - این است که معمولاً به شکل سر اسب ساخته می‌شود. ابوریحان در التفهیم فرس را اسبک گفته است.

(۶) روه و حلقه که اسطرلاب به این دو برای اخذ ارتفاع آویزان می‌گردد.

نکات واژه‌شناختی

الف) آغاز باب اول دو معنی برای واژه اسطرلاب آمده است: *مرآة النجوم* و *میزان الشمس*. پیش ازین ابوعبدالله خوارزمی اسطرلاب را *مقیاس النجوم* معنی کرده و معادل یونانی آن را *اصطرلابون* به معنی *مرآة النجم* نوشته است با توجه به معانی مختلفی که در خلال متون و رسالات اسطرلابی در باره واژه شناسی اسطرلاب، از جمله افسانه *ابلیح توست* طلاب پسر هرمس یا *أخنوخ* و تسمیه آن به اسطرلاب یعنی *خطوط لابلنکر* شده، به نظر می‌رسد مؤلف از یونانی (غیر عربی) بودن اصل

واژه و معادل درست آن آگاه بوده و معادل میزان الشمس را نیز با فعل مجهول فقط از حیث تواتر نقل کرده است.^۱

ب) صاحب رساله در ابتدای باب چهارم، دو اصطلاح «منطقة البروج» و «فلک البروج» را با هم در می‌آمیزد و پس از آن (بابهای ۱۰ و ۲۲) اصطلاح «منطقة فلک البروج» را به کار می‌برد. دو اصطلاح نخست با یکدیگر تفاوت معناشناختی دارد: «فلک البروج» مبتنی بر این رویکرد از کیهان شناسی است که در کنار افلاک هشتگانه (سیارات پنج گانه + قمر + خورشید + فلک ثوابت)، دایرة البروج را نیز فلک هشتم بین فلک زحل (هفتم) و فلک ثوابت (نهم) می‌داند که این فرض به تسهیل تصوّر حرکت تقدیمی اعتدالین^۲ مربوط است. این نظر از سوی برخی از منجمان مسلمان از جمله بیرونی رد شده است،^۳ اما «منطقة البروج» یا «نطاق البروج» ناظر به کمربندی است به قطر زاویه ای 18° واقع بر دایرة البروج یا مدار البروج (9° در شمال و 9° در جنوب).

ج) واژه دیگر مدّة کوکب است. منظور از آن، شظیّه ثوابت بر عنکبوت اسطرلاب است که معمولاً لایه فلزی نوک تیزی مدّة است که به عنوان نشانگر ثوابت به کار می‌رفت در قرون متقدم اصطلاح شظیّه مدّة کوکب یا «رأس مدّة کوکب» را به کار می‌بردند که گویا در اینجا با حذف جزء نخست به صورت مدّة کوکب درآمده است. این اصطلاح در رساله تسطیح الأسطرلاب محیی‌الدین مغربی نیز به چشم می‌خورد.^۴

۱. در باره واژه شناسی اسطرلاب، نک:

King, III: 43-83.
2 Precession

۳. برای نمونه، نک: بیرونی، ماللهند، ۱۱۱؛ التفهیم، ۵۶ این شعر خیاّم ناظر به همین اختلاف است:
چون چرخ به کام یک خردمند نگشت
چون باید مرد و آرزوها همه هشت
خواهی تو فلک هفت شه ر خواهی هشت
چو مور خورد به گور و چه گرگ به دشت
۴. مظفری، ۸۷-۸۶ و ۱۲۲.

دسته بندی مطالب رساله

کاربردهای نجومی اسطرلاب کروی را-آنچنان که در متن رساله بدانها اشاره شده است- می‌توان در پنج گروه زیر دسته‌بندی کرد:

(۱) تعیین کمیّتهای مختصّات سماوی

باب ۱ و ۲، ارتفاع (h) کمیّت ورودی در هر اسطرلاب ارتفاع یک جرم سماوی (در روز: خورشید و در شب: یک ستاره روشن) است ارتفاع یکی از مؤلفه‌های دستگاه مختصّات افقی است. اسطرلاب بر اساس این داده ورودی تنظیم و برای اخذ سایر کمیّتهای نجومی آماده می‌شود.

باب سوم، بیشینه ارتفاع یا ارتفاع نصف‌النهاری (h_{max}) : هنگامی که یک جرم سماوی روی نطف‌نهار یک افق مشخص قرار می‌گیرد، به بیشترین ارتفاع خود رسیده است.

باب چهارم، موقعیّت خورشید روی دایرة بروج که بدان «جزء شمس» (λ_{\odot}) گفته می‌شد (درجه‌ای از دایرة بروج که خورشید در یک روز معین در آن قرار دارد).

باب پنجم، میل جرم سماوی: میل (δ) یکی از مؤلفه‌های دستگاه مختصّات استوایی (یا سماوی) است. تفاضل ارتفاع نصف‌النهاری (h_{max}) ، که از روش منقول در باب ۳ به دست می‌آید، و ارتفاع مدار رأس الحمل که متن عم عرض جغرافیایی مکان است $(Al_{eq} = \bar{\varphi} = 90 - \varphi)$ ، میل یک جرم سماوی را به دست می‌دهد: $\delta = \bar{\varphi} - h_{max}$ (اگر $\bar{\varphi} > h_{max}$ میل شمالی و اگر $\bar{\varphi} < h_{max}$ میل جنوبی است).
بابهای ۲۰-۲۲، تعیین سمت و ساعت اجرام سماوی نسبت مؤلفه دوم دستگاه مختصّات افقی است مؤلف ابتدا به توضیح روش تعیین «عّت» و سپس به «سمت» می‌پردازد، در حالی که ساعت کمیّتی از جنس سمت است همانند اسطرلاب مسطح،

1. Horizontal
2. Declination

تعیین سمت در اسطرلاب کروی در دو مرحله صورت می‌گیرد: ابتدا نیاز به تعیین ارتفاع جرم سماوی داریم، و سپس پس از تثبیت جرم سماوی بر مقنطره ارتفاع، سمت مورد نظر، از روی دایره ارتفاع خوانده می‌شود. سپس جهت سمت با عبارات شمالی - شرقی، شمالی - غربی، جنوبی - شرقی، جنوبی - غربی تعیین می‌شد که مؤلف این ارباع چهارگانه را - چنانکه در بالا آمد - در باب ۱ شرح داده است. در اینجا مؤلف مبدأ سمت را خط مشرق - مغرب فرض و بعبارت دیگر، از نظم اول پیروی می‌کند. منظور از «ارتفاع بدون سمت» (باب ۲۱) ارتفاع جرم سماوی در هنگامی است که بر «اثره اول سموت» قرار می‌گیرد.

سمت خورشید نسبت به خط مشرق - مغرب اعتدال در هنگام طلوع «سعة المشرق» و در هنگام غروب «سعة المغرب» نامیده می‌شود (شکل زیر). بدیهی است که با صرف نظر از تغییر جزئی میل خورشید در طول یک روز مقدار این دو کمیّت برابرند این کمیّت از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

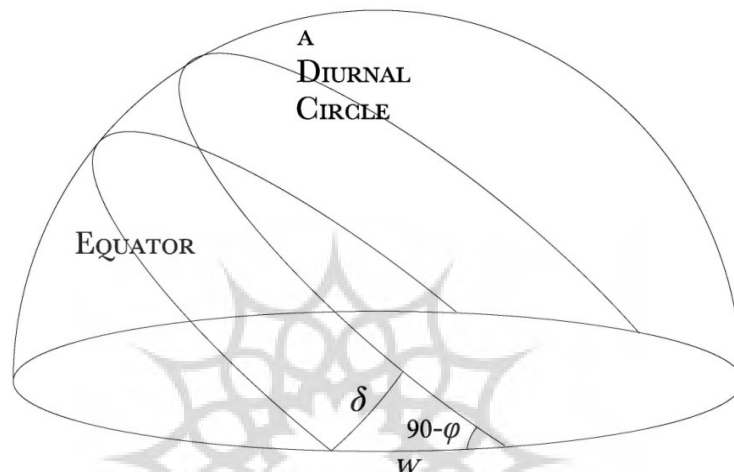
$$w = \arcsin\left(\frac{\sin \delta_{\odot}}{\cos \varphi}\right)$$

که در آن δ_{\odot} میل خورشید است که از باب ۵ به دست می‌آید. بیشترین مقدار w در انقلابین است که در این حالت آن را سعة المشارق (یا ~ المغارب) می‌نامند:

$$w_{\max} = \arcsin\left(\frac{\sin \varepsilon}{\cos \varphi}\right)$$

مؤلف در این باب از سعة المشارق و للمغرب نام برده، ولی روش کلی تعیین ساعت مشرق یا مغرب را بیان کرده است. به نظر می‌رسد وی جمع سعة المشرق را به صورت سعة المشارق آورده در حالی که جمع «سعة المشرق» در عربی «سعة المشرق» است، و «سعة المشارق» حالت خاصی از «سعة المشرق» است. حبش حاسب در باب سوم رساله خود در باب کره سماوی بین این دو اصطلاح تفاوت

می‌گذارد و پس از شرح حالت خا ص «سعة المشارق»، حالت عام «سعة المشرق» را توضیح می‌دهد.^۱



شکل ۱ ترسیم از مؤلفان

تعیین سمت مشرق (مغرب) با استفاده از اسطرلاب کروی و کره سماوی (ذات الکرسی) تنها در دو مرحله (تعیین جزء شمس (λ_{\odot}) و قرار دادن آن بر افق و خواندن سمت نسبت به خط اعتدال) و بدون محاسبه به دست می‌آید. بنابراین، می‌بینیم که چگونه اسطرلاب می‌توانسته کاربر را از انجام محاسبات مثلثاتی و مراجعه به جداول و استخراج کمیّت‌ها بی‌نیاز سازد.

در اسطرلابی مسطح مساحت (یعنی اسطرلابی که خطوط سمت بر آن ترسیم شده باشد) نیز پس از قرار دادن جزء شمس بر افق مشرق، فاصله این نقطه تا محل برخورد افق با مدار استوا - که مشرق اعتدال را نشان می‌دهد - بر اساس کمان‌های سمت تعیین می‌شود. اما تعیین این کمیّت در اسطرلابی مسطح مجیب غیر

1. Lorch, R., Paper XIII, 88

۲. برای نمونه، نک: بیرونی، استیعاب فی علم الاطرلاب، گ ۴۹ ب-۵۰.

مسمت (یعنی اسطرلابی) فاقد خطوط سمت باشد، اما ربع جیب بر خط هر آن ترسیم شود و یا دارای عضاده محرفه باشد) در چهار مرحله با استفاده از صفيحه و ظهر اسطرلاب، همراه با محاسبه امکان پذیر است؛ مراحل انجام این کار بدین صورت است:

الف) تعیین δ_0 از λ_0 از طریق مقنطرات: λ_0 را بر خط وسط السماء قرار می-دهیم اختلاف ارتفاع λ_0 (= ارتفاع نصف النهار خورشید)، h_{\max} ، با ارتفاع مدار رأس الحمل λ_0 (مدل النهار، استوای سماوی)، $\bar{\varphi}$ ، δ را به دست می-دهد (نک. بالا، باب ۵).

ب) هر اسطرلاب مقدار δ_0 در ربع ارتفاع (از مبدأ درجه بندی مشخص ص) می-شود و با استفاده از ربع جیب یا تقسیمات موجود بر عضاده محرفه، $\sin \delta$ به دست می-آید؛

ج) مقدار φ در همان ربع از انتهای درجه بندی (نقطه ص) مشخص می-شود که با این کار در حقیقت $\bar{\varphi}$ بر ربع ارتفاع تعیین می-گردد و از آنجا همانند مرحله قبل $\cos \varphi (= \sin \bar{\varphi})$ به دست می-آید؛

د) در مرحله آخر خارج قسمت $\sin \delta / \cos \varphi$ از طریق محاسبه حاصل می-شود که جیب سمت مشرق است و با عمل عکس دو مرحله قبل، سمت مشرق بر ربع ارتفاع به دست می-آید.

با مقایسه روشی تعیین سمت در اسطرلاب کروی و اسطرلاب مسطح، چنانکه در بالا شرح داده شد، سهولت کاربرد اسطرلاب کروی معلوم می-گردد.

باب‌های *۲۳-۲۴: یکی از کاربردهای متداول اسطرلاب به دست آوردن مطالع فلک مایل یک درجه خاص از دایره بروج است؛ یعنی انجام تبدیل $A_{\varphi}(\lambda) \leftrightarrow \lambda$

۱. صوفی، کتابان فی العمل بالأسطرلاب، باب ۳۴۳، ص. ۲۹۳.

۲. رساله بین باب‌های ۲۲ و ۲۳ جا افتادگی دارد که البته در نگاه نخست چندان مشهود نیست؛ با معاینه دقیق‌تر مشخص شد که در اینجا احتمالاً بابتی دربارہ محاسبه مطالع فلک مستقیم موجود بوده که در نسخه ما جا افتاده است.

که در آن $A_0(\lambda)$ «مطالع مستقیم» نامیده می‌شد که امروزه نیز یکی از کمیّت‌های مختصّات استوایی (سماوی) است $(A_0(\lambda) = RA)$. در اینجا مؤلّف حالت عام تر تبدیل $A_\phi(\Delta\lambda) \leftrightarrow \Delta\lambda$ را شرح می‌دهد: ابتدا النهار بر نصف النهار همان خطّ وسط السماء می‌گذاریم و نقطه دلخواه بر مدّ النهار را که در مجاورت یکی از خطوط چهارگانه قرار دارد، علامت می‌زنیم (نشان یکم)، سپس λ_2 را بر نصف النهار قرار می‌دهیم و سپس نقطه دلخواه بر مدّ النهار را که روی همان خطّ از خطوط چهارگانه قرار گرفته باشد، علامت می‌زنیم (نشان دوم)، فاصله بین نشان‌های یکم و دوم، $A_0(\lambda_2 - \lambda_1)$ را به دست می‌دهد. اگر $\lambda_1 = 0$ ، آنگاه: $RA(\lambda_2) = A_0(\lambda_2)$. روش تعیین $A_\phi(\Delta\lambda)$ در حالتی که $\phi \neq 0$ نیز به همین صورت است با این تفاوت که به جای خطّ نصف النهار، λ را بر افق مشرق می‌نهم.

(۲) زمان سنجی

باب‌های ۷-۱۵: در این بابها، ابتدا روش تعیین قوسانۀ نهار D یعنی اندازه کمان پیموده شده توسط خورشید در یک روز، قوس اللیل (N) ، سپس تعدیل النهار $(= D - 180^\circ)$ و فاصلۀ نهار $(D - N)$ محاسبه می‌شود. مقدار فاصلۀ نهار همیشه دو برابر تعیّل النهار است ساعات مستوی و ساعات معوجّه بر اساس D و N محاسبه می‌شود.

کمان پیموده شده توسط خورشید از طلوع تا لحظۀ خاصّ را بر استوای سماوی، «دائر» (Re) و اندازه کمان بین خورشید و نصف النهار را فضل الدائر»
 می‌نامند که کمیّت اخیر همان زاویه ساعتی^۲ است؛ بنابراین:

$$Re = \arcsin\left(\frac{\sin h}{\cos \phi}\right)$$

چون در همه رسالات اسطرلابی محاسبه مطالع فلک مستقیم همراه با محاسبه مطالع فلک مایل (در رساله ما: باب ۲۳) ذکر کرده شده است. منظور از باب* ۲۳ اشاره به این باب ساقط در نسخه، بین باب‌های ۲۲ و ۲۴ است.
 ۱. برای نمونه، نک: بیرونی، استیعاب فی علم الاسطرلاب، گدگ ۳۴پ-۲۵پ.

به جای استفاده از رابطه بالا، میتوان دایر را مستقیماً از روی اسطرلاب به دست آورد و این نشان می‌دهد که چگونه اسطرلاب به عنوان یک «کامپیوتر آنالوگ» به کار می‌آمده است، به این صورت که: ابتدا λ_{\odot} (که در باب ۴ به دست آمده است) بر افق مشرق قراگیمپی و محل تقاطع مع δ_{\odot} را با یکی از خطوط چهارگانه علامت زده می‌شود. سپس λ_{\odot} را بر یک ارتفاع فرضی h که از طریق رصد به دست آمده (باب ۳) می‌نهییم و δ_{\odot} را با یکی از خطوط چهارگانه قرار گرفته، علامت می‌زنیم. فاصله بین این دو علامت، دایره را به دست می‌دهد حال به سادگی، فضل α دایره از تفاضل نصف قوس δ_{\odot} و دایره به دست می‌آید:

$$HA = \frac{1}{2} D - Re$$

حال با استفاده از دایره می‌توان ساعات گذشته از روز و یا ساعات گذشته از شب را بر حسب خواص ساعات مستوی، خواه ساعات معوجه به سادگی محاسبه نمود.

(۳) تعیین توابع مثلثاتی

باب‌های ۱۵ و ۱۶: تعیین ظل مستوی و معکوس، یعنی تابع کتانژانت و تانژانت.

(۴) اخترشناسی در خدمت اسلام

باب ۱۷ مؤلف در اینجندو کمیّت مختلف برای ارتفاع خورشید در هنگام طلوع فلق ($h_{\odot} = -17^{\circ}$) و غروب شفق ($h_{\odot} = -19^{\circ}$) می‌آورد. در حالی که در زمان‌های متقدّم مقادیر درست (البته مساوی) این دو کمیّت دانسته شده بود؛ برای نمونه، ابوریحان در استیعاب الوجوه الممكنه فی صنعة الأسطرلاب و نیز در استیعاب فی علم الاصلطربالسنخه خطی دانشگاه تهران، ش. ۵۱ دالهیّات، گ. ۶۴ ر. مقادیر ۱۷- و ۱۸- و صوفی در العمل بالاصلطربالسنخه مقدار ۱۶- را برای ارتفاع خورشید در آغاز فلق یا پایان شفق می‌آورند. این دو کمیّت نادرست در رسالات نجومی نوشته

۱. بیرونی، استیعاب الوجوه، ۱۰۶؛ صوفی، العمل بالاصلطربالسنخه، ۱۴۵-۱۴۶.

شده در غرب اسلامی یافت می‌شوند. این کمیّات در رساله دیگری به نام *الأستیعاب للعمل بصدر الوزّة و الجناح العراب* نیز تکرار شده است. نسخه خطّی دانشگاه تهران، ش. ۵۲۴۵، گگ. ۱پ-۴پ). رساله مذکور درباره کاربردهای نوعی ذات ال ربع به نام *المجنّح* است که توسط ابن سراج ساخته شده بود. مؤلف آن را به صورت «و هو ربع الدائرة المشهور بالمجنّح و بعضهم یسمّیه بـ "عروس الآلات"» وصف می‌کند. اصل رساله بالا به احتمال زیاد در غرب اسلامی نگاشته شده است. بنابراین، می‌توان این همانی را از یک سوی، یکی از دلایل این مدّعا دانست که رساله مورد بحث نیز در اصل به غرب اسلامی مربوط است، و از دیگر سوی، می‌توان این فرضیه را مطرح کرد که در یک دوره زمانی خاصّ پس از سده هفتم مقادیری نادرست برای ارتفاع خورشید در فلق و شفق مبنا قرار گرفته و رواج یافته است. باب ۲۳: در این باب مولف به روش تعیین سمت قبله بلاد و نیز تعیین فاصله و جهت شهرها نسبت به یکدیگر پرداخته است.

مکحله. در پایان نسخه، رساله کوتاهی به نام *صفت العمل بالمکحله* درباره نوعی ساعت آفتابی مخروطی/استوانه‌ای به نام *مکحله* وجود دارد. به نظر می‌رسد که این رساله کوتاه از سوی مولف یا کاتب به اقتضای موضوع، پس از رساله درباب اسطرلاب کروی به مکحله پرداخته و دو کاربرد آن در زمان سنجی و تعیین سمت قبله را بازگفته است.

نتیجه

در این مقاله، رساله مجهول مؤلف درباره اسطرلاب کروی که در دانشگاه تهران نگهداری می‌شود مورد بررسی قرار گرفت. اهمیت این بررسی در پرتو شرایط تاریخی حاکم بر اسطرلاب کروی از جمله قداّت رسالات نگاشته شده درباره آن و

1. Samsó, *Astronomy ...*, Paper XII: 172.

۲. در این زمینه، نک: King, Paper VII, 163.

کمی نمونه‌های برجای مانده از آن، مشخص می‌شود افزون بر آن، مؤلف رساله به اذعان خود، یکی از سازندگان اسطرلاب کروی بوده و نمونه‌ای از ابزار ساخته دست خود را به یک «سلطان» تقدیم کرده بوده است که این به خوبی نشان می‌دهد مصنوع وی می‌بایست از لحاظ جنس و ساخت ذی قیمت بوده باشد. این امر ضمن تقویت سندیت و صحت مطالب مندرج در رساله، آن را از سایر رسالات نوشته شده در این باب متمایز ساخته و جایگاهی خاص بدان می‌بخشد. با پژوهش انجام یافته ضمن مقایسه مفاد این رساله با تنها نمونه اسطرلاب کروی مربوط به غرب اسلامی و نیز پژوهش بینامتنی، دست‌کم سه دلیل، این فرضیه از سوی مؤلفان مقاله حاضر مطرح و تأیید شده که رساله مورد بحث به احتمال بسیار در اواخر قرن ششم و اوایل قرن هفتم در غرب اسلامی تدوین شده بوده است.

از آنجا که با گمانه‌زنی وجود یک نسخه دیگر از این رساله در یکی از کتابخانه‌های ترکیه تقریباً محرز شده است، امید است در آینده این رساله تصحیح کامل و انتقادی گردد و در قالب متنی منقح انتشار یابد.

کتابشناسی

- ابن ندیم، الفهرست، به کوشش رضا تجدد، تهران، بی تا (تاریخ مقدمه: ۱۳۹۳ق).
- بی نام، الأستیعاب للعمل بصدور الوزه و الجناح العراب، نسخه خطی دانشگاه تهران، ش. ۵۲۴۵، گ. ۱. پ. ۴-.
- بی نام، رساله فی الأسطرلاب الکری، نسخه خطی دانشگاه تهران، ۱۸۵ دلهیات، گ. ۶۲-۶۷.
- بیرونی، ابوریحان، استیعاب وجوه الممكنة فی صنعة الأسطرلاب، به کوشش سید محمد اکبر جوادی حسینی، مشهد، ۱۳۸۰ش.

- همو، استیعاب فی علم الاسطرلاب نسخه خطّی دانشگاه تهران، ش. ۵۱-د-
الهیّات.
- همو، فی تحقیق ماللهند من مقولته مقبولة فی العقل أو مردولته؛ به کوشش ادوارد
زاخائو؛ لایزیگ، ۱۹۲۵م.
- همو، التفهیم لأوائل صناعة التنجیم، به کوشش ج. همایی، تهران، ۱۳۱۶.
- اخوان الصفا، رسائل، بیروت، ۱۴۰۳ق./۱۹۸۳م.
- خوارزمی، محمد بن احمد، مفاتیح العلوم، دارالمناهل، بیروت، ۲۰۰۸.
- شوشتری، سیّد ضیاء الدّین، صداب در معرفت اسطرلاب نسخه خطّی دانشگاه
تهران، ش. ۷۵ ب حقوق، گدگ اپ-۳۷.
- صوفی، عبدالرحمن، العمل بالاسطرلاب تصحیح محمد عبدالمعیدخان، حیدرآباد
دکن: دایرة المعارف عثمانیه، ۱۳۸۱ق./۱۹۶۲م.
- همو، کتابان فی العمل بالأسطرلاب، علی عمرای، رباط: ایسیسکو، ۱۹۹۴.
- فرغانی، سی فصل، به کوشش احمد آرام، در: معارف اسلامی، ۱۳۴۹.
- قسطنین لوقا، کتاب العمل بالکرة نسخه خطّی دانشگاه تهران، ش. ۵۱-الهیّات.
- مظفری، سیّد محمد، مبانی ریاضی اسطرلاب و کاربردهای آن با تأکید بر متون
کهن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۶ش.

Al-Biruni, *the Exhaustive Treatise on Shadows*, Kennedy, E. S. (tr. & com.), Beirut: American University of Beirut, 1983.

Adhal K. & Ahlund M., *Islamic Art Collections: An International Survey*, Leiden, Rutledge, 2000.

Cannobbio, Ernesto, "An Important Fragment of a West Islamic Spherical Astrolabe", in *Annali dell'Istituto e Museo de Storia della Scienza di Firenze*, anno 1 (1976), fasc.1.

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

Charette, F. & Scmidle, P., "al-Khwarizmi and Practical Astronomy in Ninth-Century Baghdad" in: *SCIAMVS*, vol. V Sep. (2004).

Cleempoel, K., *Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum, Greenwich*, Oxford: Oxford University Press, 2005.

Hogendijk, J. P.; "The construction by Abu Nasr 'Iraq and Al-'saghani to the theory of seasonal hour lines on Astrolabes and Sundials"; in: *Zeitschrift fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*; 14 (2001), pp. 1-30.

Ibn Al-Naqqash Al-Zarqalluh, *Al-'akkaziyya*, Puig, Roser, Barcelona: Universidad de Barcelona, 1986.

Islamic source" in *Islamic Astronomical Instruments*; London: Variorum, 1987.

Kennedy E. S. et al. (ed., tr. & com.), *The Melon-shaped Astrolabe in A-* King, David, "The origin of Astrolabe according to the medieval *rab Astronomy*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag Stuttgart, 1999.

King, D. A., *Astronomy in Service of Islam*, Aldershot: Variorum, 1986.

Lorch, R., *Arabic Mathematical Sciences*, London: Variorum, 1995.

Maddison, Francis, "A 15th Century Islamic Spherical Astrolabe", in: *Physis, Rivista di storia della scienza*, vol. IV (1962), fasc. 2.

Martin, Benjamin, *Bibliotheca Technologica: Or, a Philological Library of Literary Arts and Sciences*. S. Idle, 1737.

Michel H., *the Astrolabe*, James Morrison (tr.), USA (Rehoboth Beach), 2005.

Ozanam, J. et al., *Recreations in Mathematics and Natural Philosophy*, London, 1814.

Rashed R. (ed.), *Encyclopedia of Arabic Science*, Leiden: Routledge, 1996.

Rius, Monica, "Ibn al-Samh" in Glick, T. et al. (ed.), *Medieval Science, technology, and Medicine: an Encyclopedia*, Leiden: Rutledge, 2005.

Samso, J., *Islamic Astronomy and medieval Spain*, UK: Variorum, 1994.

Idem, *Astronomy and Astrology in al-Andalus and the Maghrib*, Aldershot: Ashgate, 2007.

Sezgin, F., *GAS*, vol. VI, 1973.

Turner, H. R., *Science in Medieval Islam: an illustrated Introduction*, Oxford: Oxford University Press, 1999.

Utz, R. J. & Poster, C., *Disputatio Volume 2: Constructions of Time in the Late Middle ages*, Northwestern University Press, 1997.



پرويشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی