



یادداشتی بر سه قضیه مکانیک کوهی و پیامدهای آن*

ژ. سزینو^۱

ترجمه رضا علی اکبریور^۲

۱- مقدمه

یکی از نام آورترین اندیشمندان مسلمان قرن چهارم هجری بی شک ابو سهل بیژن ابن رستم کوهی، اهل طبرستان، است که از سوی شرف الدوله سرپرست گروهی از ستاره شناسان شد که در سال ۳۷۸ق، مأمور انجام رصد در بغداد بودند. اما آوازه‌اش بیشتر به خاطر نقش او در توسعه ریاضیات محض است. عمرخیام او را در زمرة «فضلاى ریاضی عراق» معرفی می‌کند، و انتشار برخی از آثار او در عصر ما بر شهرتش افزوده است.^۱

در میان ستاره‌شناسان یاد شده در بالا، ابو اسحاق ابراهیم صابی هم حضور داشت که مطابق نامش از فرقه دینی صابئین بود. چند اثر ادبی از وی به جا مانده است^۲؛ اما آنچه از نوشته‌های علمی او به ما رسیده بسیار کم و تنها شامل دو نامه از او خطاب به کوهی است که به همراه پاسخ‌های کوهی حفظ شده‌اند^۳.

این مکاتبه میان دو اندیشمند بی فایده نبوده است، زیرا نخست آنکه رابطه فرهیختگان از طریق نامه همواره برای مطالعه فعالیت فکری و دلایل آن در یک دوره خاص بسیار سودمند بوده است، به‌ویژه آنکه، نامه‌های یاد شده درباره بخش کمتر شناخته شده پژوهش‌های کوهی اطلاعاتی می‌دهد، یعنی آن پژوهش‌هایی که به مکانیک، یا به عبارت دقیق تر به تعیین مرکزهای ثقل (گرانیاگاه‌ها)، مربوط می‌شود. رساله کوهی درباره مرکزهای ثقل در واقع پیدا نشده است (شاید روزی پیدا شود). با این حال وجود آن به اندازه‌ای مورد گواهی قرار گرفته که بتوان یقین حاصل کرد که این رساله نه تنها واقعا تدوین یافته

* *Centaurus*, 1979, vol. 22, no. 4, pp. 281-297.

^۱ J. Sesiano

^۲ دکترای زبان و ادبیات فرانسوی (دانشگاه تهران)، Reza5071@hotmail.com



بلکه از منزلت بالایی نیز برخوردار بوده است. دانشنامه انصاری^۳ در معرفی رساله‌ای با همان موضوع از ابن هیثم در پی‌نوشتی که به علم مراکز ثقل اختصاص دارد به رساله کوهی اشاره می‌کند. اما دقیق‌تر از آن، که در عین حال کمک کمتری می‌کند، اطلاعاتی است که خازنی که اصلش از روم (ترکیه کنونی) بود و در اوایل قرن ششم هجری در خراسان می‌زیسته است، می‌دهد. او در ابتدای نوشته‌اش با عنوان کتاب در باب میزان الحکمة گزاره‌هایی شامل حدود پنجاه مسئله درباره مرکزهای ثقل را نقل می‌کند که از آثار کوهی و ابن هیثم بدون تفکیک آورده است. فقط می‌توانیم اشاره کنیم که همه این قضیه‌ها جنبه‌های عمومی دارند.

نامه‌نگاری میان کوهی و صابی نکات بسیار دقیقی درباره رساله کوهی به دست می‌دهد. این مکاتبات پیش از هر چیز نشان می‌دهد که متن کامل کتاب (که در زمان نامه‌نگاری‌ها هنوز به اتمام نرسیده بود) باید مبسوط بوده باشد. کوهی می‌گوید چیزی نمانده است که «شش مقاله پیاپی» به پایان برسد، از جمله دو رساله که در بغداد و چهار مقاله که در بصره نوشته شده است (کوهی به هنگام مکاتباتش در بصره اقامت داشت). مقاله‌های دیگری باید به آنها افزوده می‌شد، که یکی از آنها (مقاله هفتم) از نظر حجم و کیفیت از بقیه برتر بود.

بی‌شک تهیه رساله‌ای با این اهمیت کاری نفسگیر بوده است، و تعجب آور نیست که در مدت تصنیف آن، کوهی به مطالعه موضوع‌هایی کشیده شده که هر چند با مکانیک مرتبط نبودند، اما حداقل با قضیه‌هایی که وی به اثبات می‌رساند ارتباط داشتند. رساله سنجش سهمی گون [رساله فی استخراج مساحة الجسم المكافی] او، بنا بر مقدمه‌اش، دارای چنین منشائی است. مطالعه مختصرتر وی (که فقط از یک گزاره تشکیل شده) نیز منشأ مشابهی دارد و از سه قضیه مطروحه در چهار مقاله نوشته شده در بصره گرفته شده است. اولین نامه از دو نامه کوهی تا به امروز حفظ شده است.^۴

۲- لم‌های سه‌گانه کوهی

کوهی در نامه نگاری خود به اثبات سه قضیه فوق‌الذکر نمی‌پردازد، بلکه تنها صورت آنها را بیان می‌کند^{۱۷}؛ این قضیه‌ها فقط نقشی کمکی ایفا می‌کنند و به همین دلیل کوهی آنها را مقدمات می‌نامد. این سه لم به شرح زیر هستند.

^۳ منظور مقامات فلسفیه از شمس‌الدین محمد بن ابی‌طالب انصاری دمشقی (۶۵۴-۷۲۷ ق) است. - ویراستار.

^۴ یادداشت ویراستار (از زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلامی اثر ابوالقاسم قربانی، ص ۴۲۸):

دو نامه از ابواسحاق صابی به ابوسهل کوهی که یکی از آنها مربوط به مرکز ثقل قطعه دایره است و جواب کوهی به آن نامه‌ها در کتابخانه سلیمانیه (ترکیه) مجموعه ایاصوفیا موجود است (Sezgin, *Geschichte des arabischen Schriftums*, Band V, 1974, p. 320, n. 23-24). فیلم این نامه‌ها و جواب آنها در کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران هست (فهرست میکروفیلم‌ها، ج ۱، ص ۴۶۹، ش ۲۵، ۲۴، ۲۳). متن عربی و ترجمه و تفسیر این نامه‌ها به زبان انگلیسی در مجله تاریخ العلوم العربیة، ج ۷، سال ۱۹۸۳ م، ص ۱۰۳-۱۲۹ (عربی) و ۳۹-۹۷ (انگلیسی) به چاپ رسیده است.



لم ۱: اگر ξ فاصله بین مرکز یک نیم دایره و مرکز ثقل آن باشد، داریم:

$$\xi : r = 3 : 7$$

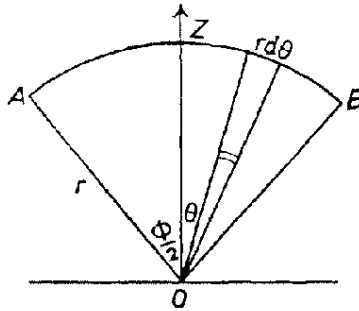
لم ۲: اگر دو دایره هم‌مرکز با شعاع‌های r_1 و r_2 داشته باشیم، چنان که $r_1 : r_2 = 3 : 2$ و دو کمان مشابه از آنها جدا کنیم و اگر ξ_1 فاصله مرکز ثقل قطاع دایره بزرگ از مرکز مشترک و ξ_2 فاصله مرکز ثقل کمان دایره کوچک از مرکز باشد، آنگاه:

$$\xi_1 = \xi_2$$

لم ۳: نسبت یک کمان به وتر آن برابر است با نسبت شعاع به فاصله میان مرکز و مرکز ثقل کمان. حال این سه قضیه را می‌آزماییم.

ابتدا (شکل ۱) قطاع OAB از دایره با زاویه φ را در نظر بگیریم و بخشی بی نهایت کوچک از این برش را تصور کنیم که دارای زاویه θ است. می‌دانیم مثلی که بدین نحو تشکیل یافته دارای قاعده $rd\theta$ و ارتفاع r و مرکز ثقل آن در فاصله $\frac{2}{3}r$ از راس است. بنابراین $z = \frac{2}{3}r \cos \theta$. پس ارتفاع مرکز ثقل از کل قطاع برابر خواهد بود با:

$$\xi_1 = \frac{2}{\varphi r^2} \int_{-\frac{\varphi}{2}}^{+\frac{\varphi}{2}} r \cos \theta \cdot \frac{1}{3} r^2 d\theta = \frac{2}{3} \frac{r \cdot \sin \frac{\varphi}{2}}{\frac{\varphi}{2}}$$



شکل ۱

به ویژه، اگر $\varphi = \pi$ باشد، برای ارتفاع مرکز ثقل از نیم دایره خواهیم داشت: $\xi_1(\pi) = \frac{4r}{3\pi}$. از اینجا معلوم می‌شود که اولین حکم کوهی نادرست است، چرا که به رابطه $\frac{2}{3} = \frac{4}{3\pi}$ و سپس $\pi = 3 \frac{1}{9}$ می‌انجامد.

حال قطاع OAB را به کنار نهیم و \widehat{AB} را در نظر بگیریم. از آنجا که مرکز ثقل یک بخش از کمان $rd\theta$ در ارتفاع $z = r \cos \theta$ خواهد بود، ارتفاع مرکز ثقل کل کمان چنین به دست می‌آید:



$$\xi_r = \frac{1}{r\varphi} \int_{-\frac{\varphi}{2}}^{+\frac{\varphi}{2}} r \cos \theta \cdot r \, d\theta = \frac{r \cdot \sin \frac{\varphi}{2}}{\frac{\varphi}{2}}$$

از دو معادله به دست آمده برای محاسبه ارتفاع گرانیگاه قطاع و کمان، برای دو کمان که دارای یک زاویه باشند و شعاع آنها از رابطه $r_1 : r_2 = 3 : 2$ پیروی کند، خواهیم داشت:

$$\xi_1 : \xi_2 = \frac{2}{3} r_1 : r_2 = 1$$

بنابراین دومین لم کوهی به اثبات می‌رسد.^v

و سرانجام اینکه، وتر دربرگیرنده کمانی به طول $r\varphi$ خود طولی برابر با $2r \sin \frac{\varphi}{2}$ دارد، پس نسبت طول هر کمان به وتر آن برابر خواهد بود با:

$$r\varphi : 2r \sin \frac{\varphi}{2} = r \frac{\varphi}{2} : r \sin \frac{\varphi}{2} = r : \xi_r$$

و بدین ترتیب سومین لم کوهی اثبات می‌شود.

۳- منشأ لم اول

از مکاتبات کوهی می‌توانیم به منشأ یکی از سه لم، یعنی لم اول که نادرست است، پی ببریم. کوهی از پیشینیان خود سه رابطه حجمی زیر را فراگرفته بود:

- چنان که پیشینیان نشان داده‌اند، [حجم] مخروط برابر است با یک سوم [حجم] استوانه‌ای با همان قاعده و ارتفاع^{vi}؛

- چنان که ثابت بن قره اثبات کرده است، [حجم] سهمی‌گون دوار با قاعده مستدیر برابر است با نصف [حجم] استوانه‌دارای همان قاعده و ارتفاع؛

- چنان که ارشمیدس^{vii} اثبات کرده است، حجم کره برابر است با دو سوم حجم استوانه‌ای که قاعده آن، دایره بزرگ کره و ارتفاعش، قطر همان کره است؛

به نظر می‌رسد که توالی این نسبت‌ها ($\frac{1}{3}$ ، $\frac{1}{2}$ و $\frac{2}{3}$) شگفتی کوهی را برانگیخته است، چراکه وی می‌گوید نظم طبیعی شگفت‌انگیزی را نسبت به لم‌های قبلی کشف کرده که مربوط است به مرکز ثقل سه حجم فضایی دوار و سطوحی که ایجاد می‌کنند. این نظم طبیعی، که نسبت‌های موجود بین ارتفاع‌های مختلف مرکزهای ثقل (بالای قاعده و بر محور ثقل) و ارتفاع شکل‌های مورد نظر را به هم پیوند می‌دهد، از اعداد زیر به دست می‌آید:

شکل‌های فضایی:





مخروط ۱ : ۴

سه‌می‌گون ۲ : ۶

نیم‌کره ۳ : ۸

شکل‌های مسطح:

مثلث ۱ : ۳

سه‌می ۲ : ۵

نیم‌دایره ۳ : ۷

پنج نسبت نخست که بعدها کوهی می‌گوید آنها را از طریق هندسی به اثبات رسانده، همگی درستند؛ اما در خصوص آخرین نسبت باید گفت که همان لم اول است که پیش‌تر درباره‌اش سخن گفتیم. البته هرچند پنج نتیجه درست و همچنین شکل صحیح رابطه ششم قبلاً نیز در نزد ارشمیدس شناخته شده بودند، اما به نظر می‌رسد آثاری از این دانشمند اهل سیراکیوز که شامل اثبات قضایاست هنوز به دست مسلمانان نرسیده بود.^{viii}

پس همه چیز حاکی از آن است که کوهی پس از اثبات و بررسی پنج رابطه از شش رابطه، رابطه ششم را فقط از طریق استقراء علمی پذیرفته است. این اولین نمونه از سهل‌انگاری کوهی محسوب می‌شود. اما این تنها مورد نیست و نحوه کاربرد لم‌های سه‌گانه توسط وی نیز این موضوع را نشان می‌دهد.

۴- پیامد نادرستی لم اول

پیش از این بیان کردیم که پژوهش‌های کوهی در مکانیک وی را حداقل دو بار به تغییر رشته واداشته است. بار نخست برای نوشتن رساله اندازه‌گیری سه‌می‌گون، و بار دوم برای اثبات گزاره‌ای که به لم‌های سه‌گانه بستگی دارد. هرچند این دو نوشته در یک مقطع زمانی و در شرایط یکسانی نگارش یافته‌اند، اما چه شکاف ژرفی میان آن دو دیده می‌شود! در حالی که سه‌می‌گون یکی از کارهایی است که بیشترین نقش را در شهرت کوهی داشته است، شهرتی که نه تنها در گذشته بلکه در زمان حال نیز از آن برخوردار است، گزاره او نشان می‌دهد زمانی که واقعیت‌های علمی با عقاید شخصی در آمیزد و به آنها ارزش علمی یکسانی داده شود، کار به کجا ختم می‌شود. برای اطمینان، کافی است نتایج بیهوده به دست آمده در برخی شاخه‌های دانش را که علمی و روزآمد تلقی می‌شوند، بررسی کنیم. کوهی نیز در این باره تجربه تلخی دارد: او به چیزی نمی‌رسد مگر این نتیجه‌گیری که نسبت محیط دایره به قطر آن برابر با نسبت عدد (صحیح) به عدد (صحیح) است، به عبارت دیگر، π کمیتی گویاست. این نتیجه‌گیری شگفت‌انگیز باعث شد که صاحب آن به اندازه پانزده قرن به عقب برگردد. زیرا پیش

از این، فیثاغورسیان نسبت به ممکن بودن تربیع دایره^۵ شک کرده بودند. بعدها هم بقراط خیوسی توانست ثابت کند برخی شکل‌های منحنی‌الخط، یعنی هلالی‌شکل، در برخی موارد قابل تربیع هستند اما در سایر موارد چنین نیست: او سه حالت (از پنج حالت تحقق‌پذیر) برای امکان اول و یک مثال برای امکان دوم را نشان داد که در آن تربیع هلال به تربیع دایره منجر می‌شود. اما مقدار گویای عدد π که کوهی پیدا کرد، یعنی $\frac{3}{4}$ ، حتی بدتر از برخی تقریب‌هایی بود که قبلاً دانشمندان بین‌النهرین و مصر به کار برده بودند. از سوی دیگر، این رقم از حدهایی که ارشمیدس در رسالهٔ تکسیر دایره [اندازه‌گیری دایره]، یعنی $\frac{3}{8}$ و $\frac{3}{7}$ ، مشخص کرده بود بیرون بود. حال خواهیم دید چگونه کوهی به این عدد دست یافت و چرا به حدهایی که ارشمیدس وضع کرد بی‌توجهی کرد، هرچند که وی را می‌شناخت.

اثبات قضیهٔ کوهی به صورت زیر است^x:

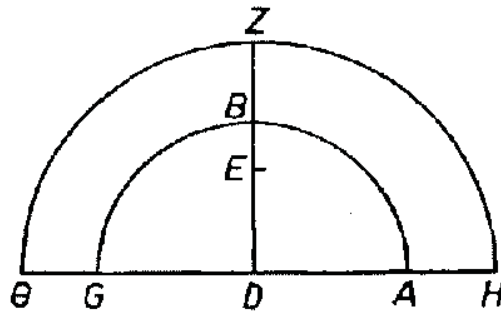
داریم (شکل ۲):

نیم دایره ABG به مرکز D

$DB \perp AG$

E مرکز ثقل \widehat{ABG} است.

می‌دانیم که $\widehat{ABG} : AG = DB : DE$ ، زیرا قبلاً آن را برای تمامی قطاع‌های دایره نشان دادیم (لم ۳). فرض کنیم که $DZ : DB = 3 : 2$ ، و نیم دایره $HZ\Theta$ به مرکز D را رسم می‌کنیم؛ آنگاه بنا بر آنچه قبلاً گفتیم (لم ۲)، E مرکز ثقل سطح نیم دایره $HZ\Theta$ نیز خواهد بود.



شکل ۲

^۵ یعنی یافتن ضلع مربعی که مساحتش با مساحت دایره برابر و ضلعش نسبت به شعاع دایره گویا (متوافق) باشد. این مسئله در کنار دو مسئلهٔ دیگر با عنوان تثلیث زاویه و تضعیف مکعب، سه مسئلهٔ مشهور هندسهٔ عالی در یونان باستان بودند. دانشمندان دورهٔ اسلامی هم دربارهٔ آنها پژوهش کردند. - ویراستار.



از آنجا که:

$$\frac{DB}{DE} = \frac{\widehat{ABG}}{AG} = \frac{\frac{1}{2}\widehat{ABG}}{\frac{1}{2}AG} = \frac{\widehat{BG}}{DB};$$

خواهیم داشت:

$$\widehat{BG} \cdot DE = DB^2;$$

پس:

$$\frac{DZ^2}{DB^2} = \frac{DZ^2}{\widehat{BG} \cdot DE} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4}.$$

اما (لم ۱):

$$\frac{\widehat{BG} \cdot DE}{\widehat{BG} \cdot DZ} \left(\equiv \frac{DE}{DZ} \right) = \frac{3}{7} = \frac{4}{9\frac{1}{3}};$$

پس (بر اساس دو تساوی اخیر):

$$\frac{DZ^2}{\widehat{BG} \cdot DZ} = \frac{9}{9\frac{1}{3}}$$

از سوی دیگر،

$$\frac{BG \cdot DZ}{Z\Theta \cdot DZ} \equiv \frac{\widehat{BG}}{\widehat{Z\Theta}} = \frac{DB}{DZ} = \frac{2}{3} = \frac{9\frac{1}{3}}{14}$$

پس (بر اساس دو تساوی اخیر) این تناسب:

$$\frac{DZ^2}{\widehat{Z\Theta} \cdot DZ} = \frac{DZ}{\widehat{Z\Theta}} = \frac{9}{14}$$

و از آنجا تناسب زیر برقرار است.

$$\frac{H\Theta}{HZ\Theta} = \frac{9}{14}$$

بدین ترتیب، نسبت قطر به کل محیط دایره برابر است با نسبت ۹ به ۲۸، که نسبت عدد به عدد است. سپس وی ادامه می‌دهد که محیط دایره مساوی است با سه برابر قطر آن به علاوه یک نهم آن [$\frac{28}{9} = 3\frac{1}{9}$].

کوهی پس از این نتیجه‌گیری، بی‌درنگ یادآوری می‌کند که این نتیجه‌گیری با حدهایی که قبلاً ارشمیدس تعیین کرده، ناسازگار است. وی به صابی توضیح می‌دهد که پس از دستیابی به عدد $3\frac{1}{9}$ ، متوجه شده است که این عدد با حد بیشینه ارشمیدس یعنی $3\frac{1}{6}$ همخوان است ولی با حد کمینه آن



یعنی $\frac{310}{8}$ مطابقت نمی‌کند. پس فرض کرد که متن ارشمیدس در این بخش مخدوش است و باید آن را $\frac{310}{91}$ خواند. چنین تغییری از نظر نقد متن کاملاً قابل پذیرش است چراکه در زبان عربی اشتباه گرفتن بین ۷۰ و ۹۰ بسیار رایج است؛^۶ اما وقتی می‌بینیم کوهی برای انطباق متن ارشمیدس با نیازهای خود چقدر بی‌توجهی می‌کند، سردرگم می‌شویم.

کوهی زمانی می‌توانست چنین تغییری را اعمال کند که به آن بخش از کتاب تکسیر دایره که حد بیشینه $\frac{310}{8}$ را اثبات می‌کند دسترسی نمی‌داشت. البته می‌دانیم که در آن زمان نسخه‌ای از این کتاب در جهان اسلام رایج بود که دقیقاً فاقد فصل مورد نظر بود؛ گویا این همان فصلی است که بعدها پلاتوی تیوولیایی به لاتینی برگرداند. پس محتمل به نظر می‌رسد که کوهی چنین نسخه‌ای از کتاب را در اختیار داشته است. به هر حال این کاستی مانع از آن شد که ریاضیدان بداقبال بتواند نادرستی مقدار عددی به دست آمده را دریابد و در نتیجه به نادرستی یکی از لم‌هایش پی ببرد.^۷

۵- نقد ابوالفتوح

قاعدتاً کشف کوهی با مخالفت‌هایی رو به رو می‌شد، یا دست کم باید ایرادهایی به او وارد می‌کردند. اما گویا چنین نبوده است، چرا که شهرت وی ظاهراً هیچ آسیبی از این اشتباه ندیده است. اما از دو واکنش خبر داریم. یکی از سوی طرف مکاتبه کوهی [ابواسحاق صابی] که از دو نامه وی چنین برمی‌آید که شگفت‌زده شده است ولی ضمن رعایت احترام، بیشتر نسبت به شکل تردید دارد تا محتوا. اما دومین واکنش شناخته شده، بسیار بعدتر انجام گرفت و نشان داد که نوشته کوهی به بوتۀ فراموشی سپرده نشده است. این واکنش در واقع قضاوتی است که فردی به نام ابوالفتوح احمد ابن محمد ابن سری (ابن صلاح همدانی)^۸ نسبت به کوهی بیان کرده است. می‌دانیم که او اهل همدان بوده و مدت زیادی از زندگی حرفه‌ای خود را در بغداد گذرانده است. همچنین اخباری در دست است که او فیلسوف، ریاضی دان و پزشک بوده است. تنوع موضوع‌های مورد علاقه وی کاملاً در عنوان‌های نقدهای او که به ما رسیده مشهود است.

یکی از این نقدها که مربوط به گزاره‌های کوهی است، به سه بخش تقسیم می‌شود. بخش نخست، که در واقع مقدمه است، بیان می‌کند چگونه ابوالفتوح از لم‌ها و گزاره کوهی آگاهی می‌یابد و نخستین برداشت وی از آنها چگونه است. لحن جمالتی که وی نسبت به کوهی به کار می‌برد بسیار تند است.

^۶ چون در دست‌نوشته‌ها نقطه‌ها را دقیق نمی‌گذاشتند، دو واژه «سبعون» و «تسعون» گاهی با یکدیگر اشتباه گرفته می‌شد. - ویراستار.

^۷ بنگرید به مقاله فان لیت در شماره ۱۰ مجله تاریخ علم (تحریر طوسی شامل حدهای مذکور برای π است):

L.W.C (Eric) van Lit, "Naşir al-Dīn al-Tūsī's Version of *The Measurement of the Circle of Archimedes* from his Revision of the *Middle Books*", *Tarikh-e Elm*, vol. 10, 2010, pp. 1-42.

^۸ برای اطلاع بیشتر درباره ابن صلاح همدانی، بنگرید به مقاله «ابن صلاح» در دایرةالمعارف بزرگ اسلامی، ج ۴، ۱۳۷۰ش، ص ۱۱۷-



باید گفت که با توجه به فاصله‌ای حدود صد و پنجاه سال میان آن دو، ابوالفتوح خود را چندان مقید به تکلفاتی که موجب اعتدال در سخنان صابی شده بود نمی‌دانست؛ به‌ویژه مخدوش بودن متنی که وی در اختیار داشته و در آن لم دوم، که در بالا آمده، نادرست بوده است. اما در بخش دوم از متن انتقاد که کوتاه‌تر است، استدلال کوهی که بر اساس نظریه ارسطو اثبات شده بود، تمام و کمال رد می‌شود. گرچه این قسمت موجب اعتبار دانش ابوالفتوح است، اما ادامه انتقاد وی دارای چنین جایگاهی نیست و اشاره به چند عبارت از آن برای مشخص کردن ویژگی‌های آن کافی است. اکنون ترجمه دو بخش اول که شایسته توجه است عرضه می‌شود.^x

شنیدم پیش از این در بغداد، ابوسهل بیژن ابن رستم کوهی نگارنده رساله‌ای بوده است که نشان می‌دهد نسبت قطر به محیط دایره برابر با نسبت ۱ به $\frac{3}{4}$ است. شگفت زده شدم که این رساله قاعده ارشمیدس را هیچ می‌انگارد، که نسبت قطر به دایره را برابر با نسبت ۱ به ۳ به علاوه کمتر از ۱۰ بر ۷۰ و بیشتر از ۱۰ بر ۷۱ می‌شمارد و این کلمات هیچ ابهامی در بر ندارند. این امر (برای من) فرصتی شد تا تفسیری بر این رساله (از ارشمیدس) بنویسم و چاره‌ای برای بخش ناهمگون محاسبات که توسط مترجم یونانی نادیده گرفته شده است بیابم.^{xi} من (در آن جا) کار ارشمیدس را نقطه به نقطه توضیح داده‌ام و در ابتدای تفسیرم ذکر کرده‌ام که رساله کوهی را نیازموده‌ام و فکر کرده‌ام که وی کمکی به این موضوع کرده است.

در حالی که زمان بسیاری از این وقایع می‌گذشت و من باید سفری می‌کردم، در شهر همدان با رساله کوهی مواجه شدم. نامه‌ای بود خطاب به ابواسحاق ابراهیم بن هلال صابی منشی، در پاسخ به پرسشی که این (ابواسحاق) از آن (کوهی) پرسیده بود، چرا که پیش از آن کوهی او را در جریان کشفیات خود قرار داده بود.^{xii}

من لم‌های این رساله را که او (کوهی) بدون ادله واقعی آورده بود، بررسی کردم. در اثبات برخی از آنها به نامه‌ای که او به همین صابی^{xiii} نوشته بود و در برخی دیگر به اثر خود او در باب تعیین مرکزهای ثقل ارجاع داده می‌شد. من دریافتم که این لم‌ها، همانند بقیه نامه، چنان ناهمگونند که اغلاط نهفته در آنها (حتی) برای یک هندسه‌دان متوسط پوشیده نمی‌ماند.

در مقابل این امر مردد بودم و نمی‌دانستم چه چیزی (می‌توانست) این مرد را وادار به چنین کاری بکند. زیرا (از یک سو) اصلاً مطمئن نبودم که او از اشتباه بودن این حکم‌ها بی‌اطلاع باشد، اما (از سوی دیگر) هم مطمئن نبودم که او از اشتباه خبر داشته باشد و بر خلاف ارشمیدس راه اشتباه در پیش گرفته باشد؛ زیرا این شخص حقیقت را با علمی جدی می‌شناخت و آن را بر بی‌منطقی ترجیح می‌داد. از سویی، چگونه شخصی می‌تواند نوشته‌ای تصنیف کند که بعد از او مورد مطالعه قرار می‌گیرد و در طول زمان منتقل می‌شود، در حالی که مبنای آن نادرست است؟

پس از آن که در مقابل این امر دچار تردید شدم، این نظر به ذهنم خطور کرد که آن چه او را به اشتباه کشانده، (برخی از) قضیه‌هایی بود که او در باب مرکزهای ثقل کشف کرده بود، و این قضیه‌های اولیه حاوی خطاهایی بودند که او متوجه آنها نشد و به طرح لم‌های رساله مورد نظر کشیده شد، و در اثر شور و شوق ناشی از نتایجی که به دست آورده بود، لم‌هایش را دقیقاً نیازموند.

چون اثر وی در خصوص مرکزهای ثقل به طور کامل به دست ما نرسیده است - او تاکید دارد که این اثر شامل چهار مقاله است در حالی که ما (فقط) دو مقاله از آن را در اختیار داریم^{xiv} - و زمانی که من از وجود رساله مورد نظر آگاهی یافتم هنوز مجموعه اثر جمع آوری نشده بود، من تا آنجا که می‌توانستم اثبات کردم که این لم‌ها در مجموع اشتباهی در خود نهان دارند. در واقع آزمودن تک‌تک لم‌ها و فرضیات مختوم به آنها را به بعد موکول کردم و منتظر ماندم تا این‌شاء الله کتاب کوهی را به دست آورم.

حال زمان شروع فرا رسیده است. می‌گویم انتقادی که منجر به رد این نامه در کلیتش می‌شود این است که شیوه اثبات به کار رفته چنان است که پیشین به‌وسیله پسون، و زبرین به‌وسیله زیرین، اثبات می‌شود. این با آنچه در آنالوطیقای ثانی ارغنون⁹ به ما آموخته شده است تطابق ندارد^{xv}. در واقع، هندسه مقدم بر علم مرکزهای ثقل بوده و از آن زبرین‌تر است، و علم مرکزهای ثقل مؤخر بر هندسه بوده و از آن زیرین‌تر است، همچنان که هندسه بر علم مناظر¹⁰ مقدم و از آن زبرین‌تر است و علم حساب¹¹ که بر علم موسیقی مقدم و از آن زبرین‌تر است. همچنان که اثبات هندسه به‌وسیله علم مناظر یا اثبات علم حساب به‌وسیله علم موسیقی ناشدنی است، اثبات هندسه به‌وسیله علم مرکزهای ثقل نیز هرگز شدنی نیست؛ بلکه به‌عکس، یعنی این (علوم) پسون هستند که به‌وسیله (علوم) پیشین اثبات می‌شوند و اصول علوم پسون بر اساس علوم پیشین تدوین می‌شود. پیش از این در آنالوطیقای ثانی چرایی و چگونگی این امر نشان داده شده است اما در این باره ما نسبت به او (کوهی) اغماض پیشه می‌کنیم و دلیل (کاستی در استدلال وی) را به این امر نسبت می‌دهیم که او قاعده یاد شده در بالا را رعایت نکرده و رعایت آن قاعده نیازمند فردی است که در این و آن شاخه از دانش تبحر داشته باشد، منظوم علم منطق و علم ریاضیات است.

در اینجا سومین بخش انتقاد آغاز می‌شود. ابوالفتوح پس از بیان لم‌های سه‌گانه کوهی و بازنویسی کلمه به کلمه اثبات وی، به نقد آنها «از دیدگاه هندسی» می‌پردازد. تمامی این بخش زیاده‌روی است چرا که ابوالفتوح فکر می‌کرد که هر سه لم (و نه فقط لم سوم) به مرکزهای ثقل کمان‌ها مربوط می‌شود. در واقع وجود نقیصه‌ای در نسخه‌ای که وی از نامه کوهی در اختیار داشت موجب ایجاد نظر فوق در وی

⁹ *Seconds Analytiques de l'Organon*

این بخش از کتاب ارغنون ارسطو به برهان نیز ترجمه شده است.

¹⁰ Optique

¹¹ Arithmétique

شده بود: این نقیصه عبارت بود از حذف کلمه «سطح» در اثبات لم دوم که مانع از درک این موضوع می‌شد که یک بار کمان و بار دیگر قطاع مورد نظر است، از سوی دیگر، متن مذکور فقط از اینهمانی «مرکز ثقل کمان (دایره) کوچک و مرکز ثقل (دایره) بزرگ» سخن می‌گفت. اما حذف آن کلمه ابوالفتوح را تبرئه نمی‌کند، هر چند که علت اشتباه وی را تا حدی توضیح می‌دهد. زیرا وقتی لم دوم باید در اثبات گزاره به کار رود، متن کوهی و نسخه‌ای که در دست ابوالفتوح بوده، به صراحت از سطح (مساحت) بزرگترین نیمدایره از دو نیمدایره سخن به میان می‌آورد (نک: به اثبات شکل ۲ در صفحات قبل).

ابوالفتوح با تفسیر خود از متن بیهوده می‌کوشد تا اشتباه‌هایی را که این سه لم در پی دارند بیان کند، اما کار او در حکم آب در هاون کوفتن است. او ناسازگاری دو لم از سه لم، ناهمگونی میان گزاره، لم اول و لم سوم (نتیجه‌گیری دو عدد مختلف برای π) و سرانجام نادرستی لم دوم را نشان می‌دهد. کار او منتهی به اثبات این امر می‌شود که اگر فرض کنیم کوهی لم دوم را خوب بیان نکرده و منظور او دو قطاع بوده است، نه کمان‌ها، به نتیجه‌گیری نادرست کشانده خواهیم شد.

ناتوانی ابوالفتوح در درک یا تصحیح متن به‌خوبی نشان می‌دهد که استعداد وی در ریاضیات به چه میزانی بوده است. اما نازل بودن کیفیت نوشته کوتاه وی امر دیگری را آشکار می‌سازد: این که دو خاصیت صحیح بیان شده توسط کوهی در محیط علمی شناخته شده نبوده، یا این که حداقل در قلمرو دانسته‌های رایج نبوده و این در حالی است که یکی از خواص (لم سوم) اهمیت بسیاری داشته است. در اینجا دو توضیح را می‌توان پیش کشید که یکی خاص است و دیگری عام. اولین توضیح این است که به نظر می‌رسد کتابخانه‌های بغداد در قرن ششم هجری از غنای گذشته‌شان برخوردار نبوده‌اند. چنان که دیدیم، ابوالفتوح از دو اثر کوهی که به دنبالشان بود فقط توانسته بود بخشی از یکی را پیدا کند. دومین توضیح نیز این است که به نظر می‌رسد تعداد اندکی از دانشمندان مسلمان به موضوع تعیین مرکزهای ثقل پرداخته‌اند. از دوران باستان تنها ملاحظات مقدماتی در کتاب مکانیک اثر هرون^{۱۲} (نک: یادداشت ۸) به دوران‌های بعد انتقال یافته و ابوالفتوح نیز از آن اطلاع داشته است.^{xvi} در خصوص آثار اصیل به زبان عربی نیز باید گفت که به نظر می‌رسد قبل از آن که کوهی و ابن هیثم کتاب هایشان را بنویسند (نک: ص ۱ و ۲) هیچ نوشته‌ای در این حوزه سیطره نداشته است. نکته‌ای که صابی به کوهی یادآوری کرده مؤید این برداشت است:

دربارۀ این علم، یعنی شناخت مرکزهای ثقل، نه کتاب کاملی به ما رسیده است و نه کارهای رضایت‌بخشی که گذشتگان یا معاصران تصنیف کرده باشند.

بدین ترتیب موضوع دسترسی کوهی به منابع بسیار بفرنج می‌شود. زیرا می‌توانیم از خود بپرسیم که آیا فردی که مقدار π را $3\frac{1}{9}$ محاسبه می‌کند در حدی است که به تنهایی بتواند اثبات قضایایی را که در

¹² Héron

اصل مدیون ارشمیدس هستیم به انجام برساند؟ اگر کوهی را همان گونه بدانیم که قبل از انتشار این مقاله می شناختیم، می توانستیم در فرض مذکور تأمل کنیم. مگر آن که تصور کنیم کوهی هنگام کار روی تربیع دایره فقط قربانی یک گمراهی تصادفی و حتی غافلگیر کننده، شده است. اگر چنین باشد، ابوالفتوح در یک موضوع بر حق بوده است: کوهی در اثر شعف ناشی از کشفیات خود، هوش از کف می دهد، جز درستی استدلال خود را نمی بیند و خودسرانه بودن فرضیه اش را فراموش می کند.

پیوست

آغاز نقد ابوالفتوح بر کوهی

از مجموعه خطی شماره ۴۸۳۰، ایصوفیا (استانبول) برگ ۱۵۵.

بسم الله الرحمن الرحيم
مقاله الشيخ ابوالفتوح احمد بن محمد بن استوی رحمه الله في تزييد مقدمته
بأن شمل القوم في ان نسبة القطر الى المحيط نسبة الواحد الى ثلثه وتسع
قد كتبت اسبق قدما بدينه السلم ان لا يسئل ولا يجزم من ستم القوم مقالته في ان نسبة المحيط
للا المحيط نسبة الواحد الى ثلثه وتسع والتجيب اذ كانت هذه المقالة تبطل ما ذكره
من ان نسبة القطر الى المحيط كنسبة الواحد الى ثلثه واقول من عشرة اجزا من سبعين واكثر
من نسبة عشرة اجزا من احد وسبعين مع ان ليس في قولنا وشيخه من شبهه البته وكان ذلك
واعيا الى شرح تلك المقالة واصلاح خللها بعض مساهماتنا فيه المترجم من الجوانب
وانا قسيتها حرفا حرفا وذكرته صدر شروحي لهذه المقالة التي لم اشاهد مقالته
القوم هذه ولا اظن ان الرجل فعل في ذلك شيئا ولما مضى على ذلك حين من الدهر
ومنيبت بالاشفاق فكتبت الى مقالته القومي هذه بدينه همدان من جوابه في
ابراهيم بن هلال الصافي الكاتب عن شؤله انا ذلك لما بلغه اشتباهه هذا المعنى
وحين تأملت مقدمتها التصادم عليها من غير برهان بل حال في برهان بعضها
على رساله كتبها الى الصافي عفا في البعض على كتابه في استخراج مراكز الاثقال وهو
تلك المقدمات وسائر رساله تخطه غايه الاختلاف حيث مطروحا فيها من القسط
في علم الهندسه محيوت في ذلك ولم اعلم ما الذي دعا هذا الرجل هذا الفطر فاسمى اعتقد
فيه انه جعل ما في هذه المقدمات من الخطاء والاعتقادات ايضا انه علم ذلك فاشرا باطل
عليه خلافا لا وشيخه لانه من هذا الذي سلم الحق على صحيحا فخطا وعله المجالسه
وايضا كيف بدون رجل كما با مقرا بعمده وتناقرا في طول المدهور وبناء على الخطا فلما
تجربت في ذلك توهمت ان الذي ضل هو اشتباهه اشكال مراكز الاثقال وانه قد
في تلك المقدمات خلل لم يشعر به اداء المقدمات هذه المقالة وانه لشعفه ما استخراجه
لم يستقص المقدمات ولما لم يكن وقع اليها كتابه في مراكز الاثقال لجلته كان توهم انه
ارجع مقالته والذي وقع اينامنه مقالاته لم تكن ايضا حاجته في وقت مطالعته



نامه صابی به کوهی و جواب کوهی به آن ۱۳

میکروفیلم شماره ۴۳۷ کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران

از مجموعه خطی شماره ۴۸۳۲ ایاصوفیا (استانبول)

سطر ۳-۱۹ نامه صابی و پس از آن جواب کوهی است.

در نامه الیوم من الرحيم

و اسعیر
م و صاه ایوم من الرحيم
کاه والاله نفا سه السع الفاضل بر الاحد الثامن من صفر سنه ثلاث مائه
الله عليها واسلحه منها وكان كل سنة السبع وصل الى منزهه
بالقوى المستور والبر الوتره عذابه ولحقه جهنم ما لم يمت الله اشيا ما
رأى صوابها فليكن منه وذلك في هذه الفاهه والوجه من العهد
بالناسه واطلع بالبلاد المستوره على هذا الكتاب بعد ولده بالاسه
الله ويحزن الاشياء منها انه لو الله ذكره والكتاب لكانت منحه
مركبه قطع من ذوقه وانه وجد البرهان على ان نسبه القطر الى المحيط كنسبه
عبد العبد وغير ذلك مما يخرج به وجه القدر ان الله العلم واهله منه
والخارج من حقه ما لا يمكن ان نسميه القطر الى المحيط كنسبه عبد الى
عبد فانه حتى نطلع فسخ هذا المعقولة واستفادته واذا ذكره ما كان يحق له
لوعينه المنسبه من انما كانه من الانفال ولهذا الحق منه الى
والاستكمال الفاهه من الفاهه الباسه من هذا النوع في قطع النسبه المجروره
وانما يجدوا في السوال بجميع ذلك وانهم فضلوا بطرحه اما مجموعا
واما منفردا فانهم لم يجدوا اثاره ولا حاره ولا حاره ولا حاره
طحاينه والاصل والوجه المبدئيه السلام لتقوم الامور على التوفيق
علم الله في الوجود والوجوده والوجوده والوجوده وسعد السبع والمازاه
ويعضابه وذلك انسا الله

في نسبه الجواب من السع الى سهل الكوهي

وصل كاد يصير السبع القاضل وهمسه وسلكه الى سلمه ووجدت في
والقوى ذكر من كاد يصير الانفال ووجدت من قطع من الذوقه ونسبه القطر الى
الجزء كنسبه عبد العبد ولحقه اسكال الفسه المجروره باليونان في سنة
واما نظري معرنا ونسبه اشكال النسبه المجروره معرنا ان لا يخرج منها
بل في الامعه ويعرضه بطرحه كاد يصير الاشكال التي حصله معرنا
وتذكرت فينا الحروفه واسد الفاهه الثانيه من هذا الكتاب ان اسكال او
انعه منوره والخز انها حصر في الاشكال التي اسبح بها واسلا بها وهو القطر
المتولد وانما الفهم من الابرء كاد يصير الى يونس في القطر المنسحب في النسبه
المجروره فلها السبب كاد يصير لاجتماع معرنا ونظره ومعونه والمازاه

الاشكال وانما انما الاشكال في اشكاله واراد السبع ذلك في
الاشكال والبر نسبه كاد يصير في الاشكال التي عدت ونسبه كاد يصير
منها ما طرحها كاد يصير في اشكاله في اشكاله انما وانما الانفال
منه في هاتين نسبه حتى نسبه معرنا الفاهه من انها التي عدت لها
بالصوره وليس هناك اسعير ويحزن على ان اشكاله كاد يصير مساكين مركب
الانفال فكون اشكاله المتكاتف واكدنا ونسب هذه الفاهه مثلا في اشكاله
الانفال في ورابعه اجسام مساله وعبره الفاهه الفاهه الفاهه الفاهه
انما الله انما في اشكاله التي عدت لها في اشكاله بل كاد يصير على
القطر امثال الاربعه وخطها التي في الكره والاسطوانه لا يصير النسبه
كاد يصير في افواه وترجع الكره الى الاسطوانه على ما وصفه في رطله
والقطر كاد يصير في افواه وعليه ثابت بقوة من المجروره كما نسا الفاهه
فانها في صافيه الامور والاشكال في اشكاله الفاهه ومنها انما انما
صفه مائة الفاهه التي في اشكاله القطر الكاه والنسبه في اشكاله
اشكاله السبع في اشكاله الفاهه في اشكاله الفاهه في اشكاله الفاهه
الاشكاله صفه الفاهه في اشكاله الكاه ونسبه الكاه في اشكاله الفاهه
الاشكاله صفه الكاه في اشكاله الكاه ونسبه الكاه في اشكاله الفاهه
فانها في صافيه الاشكال الفاهه في اشكاله الفاهه في اشكاله الفاهه

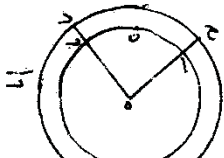


برگ ۱۲۹ - ۱۳۰

۱۳ تصویر این نسخه توسط میراث علمی افزوده شده است.

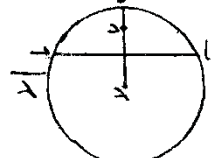


منه والطرف التسعة الذي وجدنا فيه مركز الأقاليم الخماسين ونوع هذا البر من وغير ذلك خط واحد من جنسها ويكون مركزها نقطه مركز الدائره وله مقدها في هوائه اذ اكار قطعنا من المقياس الى مركزها واحده ونصبة نصف المقطوعين وخطها الى صبغتها الاخرى ونكون نسبة ثلثه الى اربعه وهما مثلسا بنها فانه مركزها فوس اصغرهما ويتركها وسطا اذ هما تكونان خطا مثال ذلك ان نقطه مركز دائره



أبجد ونقطه ب د مسعبي
د ا ل خطه آ د ونسبة خطه د ه
الخط ه اكسبة ثلثه الى اربعين
وتمركزها في خط ه د انقاع ايضا
ويرهنت على حالة المقالة التي
اخذها اوانصلا منها اليه ٤

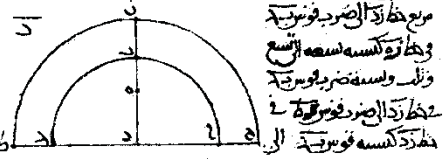
الكتاب الذي كتبه في ذلك وقت المكالمة سلك الخواصا وهو الهار على اسمه فاقوس الى الوثيق والداره اكسبة نصف قطر الدارو الى القطر الذي يكون هان مركز الدائره ومركز فضل القوس وهو سلكه صغر في ذلك القطر التسع اذ انهما متساويان لقوس مركزه الدائره وهذا غير مركب مثال ذلك



ان فوس هان ب مركز الدائره التي
مركزها انفاها د وصبغتها ه ح
ومركزها فوس ه ب لنقطه د
اخفا الكسبة فوس ه ب الوثيقا
وهان ب كون ايها الكسبة صبغتها

الدائره وهو د الخط د ه و هان ب مركز الدائره ومركزها فوس ه ب وهو ه د وهما الخط د ه التسعي كون انا مساويا لخطه فوس ه ح الدائره وهذه كتابا من هله اشكال الكتاب مركز الاقاليم ولما انصبه القطر الى الخط كسبه عدد الاعداد ليست عنها واكثر لما حصل لها هاهو العاشر من مركز الاقاليم نظيرنا و حال القوس مع المحيط ويرصنا نصفه داوم اب د من الدائره التي مركزها ه ا د محيط د ه جوعلى فوس ه ج ونقطه ه مركزها فوس ا ب ح علينا اربعها فوس ا ب ح الخط ا ح وهو وثيقا كسبه نصف قطر الدائره انصرت ب د الى خط د ه لانها في هان ذاكه كل قطعة من الدائره فكنه نصف الدائره وجعلنا الكسبة خط د الى خط د كسبه ثلثه الى اربعين خطه على مركزه

ذو دائره ج ك ج ك ونقطه ه مركزها في نصف دائره ج ك ايضا انا انفا
بلان كسبه خط ب د الى خط د كسبه فوس ا ح د الى فوس ا د وكسبه نصف فوس
اب د اصى فوس ج ك الى نصف خطه ا ح د الى فوس ج ك كسبه نصف فوس
فوس ج ك الى خط د ك كسبه خط د الى خط د كسبه نصف فوس ج ك الى خط د كسبه
لنصوب خط ب د ايضا اربع فوس ج ك الى خط د ك كسبه ثلثه الى اربعين
من خط د ك الى خط د ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك الى خط د ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
اربعه الى ثلثه وبينها كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين



مربع خط د ك الى خط د ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
ونكسبه نصف فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
خط د ك الى خط د ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين
فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين فوس ج ك كسبه ثلثه الى اربعين

برگ ١٣٠ - ١٣١

الامام في ذلك ان اشبه السبع من غير ما يهذه الاشكال التي ظن انها مقدها
لهذا السبط فنال اجتماعي معيه بكتبت ما اردت فيها لا فوره من الخاله مقدها
والهذه الهه وانجرت نظيره منة خانم الحجر والله اعلم ان اكثر نظريه ذلك اقربا
من اليه وعلم مقدها بالطبعه ابان وصاناه مني يكون صافيه في ذلك وان لم يفرق
نكالا انه وعصمنا هذا فالمن يقرب وان لم يصحبه معكم فيقرب مني ومانا
هذاننا وصحبا الناطق من هذان العالم غيره ومن علم مقدها هذا العالم سواه
والله اعلم بانيه وبنهاه ولا يخاف منه ومنه ويرحمته ٥

منها الرسالة والحمد لله كبير الصلوة
على الصلوة محمد وآله الطيبين

برگ ١٣١





- Archimède: *Opera* (quae graece et latine exstant) *omnia*, ed. et lat. vert. J. L. Heiberg, t. I-II. Lipsiae, 1910-13.
- Brockelmann, C.: *Geschichte der arabischen Literatur*, I-II². Leiden, 1943-49. *Supplementbände*, I-III. Leiden, 1937-42.
- Clagett, M.: *Archimedes in the Middle Ages (I)*. Madison, 1964.
- Dold, Yvonne: *Al-Qūhī*, in: *Dictionary of Scientific Biography*, t. XI (New York, 1975), pp. 239-241.
- Euclide: *Elementa*, ed. et lat. vert. J. L. Heiberg = *Opera omnia*, I-IV. Lipsiae, 1883-1886.
- Heath, T. L.: *The Method of Archimedes*. Cambridge, 1912. Inclus dans la nouvelle édition de son *Works of Archimedes*, New York, s.d.
- Héron: *Mechanica*, ed. et fr. gall. vert. Carra de Vaux, in: *Journal asiatique*, s. IX, t. 1 & 2 (Paris, 1893), pp. 386-472 resp. 152-269, 420-514.
- edd. et germ. vertt. L. Nix & W. Schmidt = *Heronis alexandrini opera quae supersunt omnia* (praeter *Belopoica*), II, 1. Lipsiae, 1900.
- al-Khayyāmī: *L'Algèbre d'Omar Alkhayyāmī*, par F. Woepcke. Paris, 1851.
- al-Khazīnī: *Kitāb mizān al-ḥikma*. Hyderabad-Deccan, A.H. 1359/A.D. 1940.
- "Analysis and Extracts of (...) the Balance of Wisdom," by N. Khanikoff, in: *Journal of the American Oriental Society*, 6 (1860), pp. 1-128.
- Krause, M.: "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker," in: *Quellen u. Studien z. Gesch. d. Math., Astron. u. Phys.*, Abt. B, Bd. 3 (1936), H. 4, S. 437-532.
- Kunitzsch, P.: "Ibn aṣ-Ṣalāḥ (sc. Abū'l-Futūḥ), Zur Kritik der Koordinatenüberlieferung im Sternkatalog des Almagest" = *Abh. d. Akad. d. Wiss. in Göttingen, philol.-hist. Kl.*, 3. F., Nr. 94.
- Sezgin, F.: *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Bd. V: *Mathematik*. Leiden, 1974.
- Suter, H.: *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke* = *Abh. z. Gesch. d. math. Wiss.*, X. Heft. Leipzig, 1900.
- Suter, H.: "Die Abhandlungen Thābit b. Qurra und Abū Sahl al-Kūhī über die Ausmessung der Paraboloide," in: *Sitz.-ber. d. phys.-med. Soz. zu Erlangen*, 49 (1917), S. 186-227.
- Toomer, G.: *Diocles On Burning Mirrors*. Berlin/Heidelberg, 1976.
- Wiedemann, E.: "Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften",
- V: "Auszüge aus arabischen Enzyklopädien und Anderes", in: *Sitz.-ber. d. phys.-med. Soz. zu Erlangen*, 37 (1905), S. 392-455.
- XX: "Einige Biographien nach al Baihaqī," in: *ibid.*, 42 (1910), S. 59-77.

پی‌نوشت‌ها

ⁱ برای اطلاعات بیشتر درباره زندگی و آثار کوهی، رک. به مقاله‌ای که خانم دولت در فرهنگ زندگینامه علمی دانشوران اختصاص داده است. (*Dictionary of Scientific Biography*, vol. 11, pp. 239-241). همچنین مقاله زیر را در شماره ۹ مجله تاریخ علم ببینید (— ویراستار):

Berggren, J., L., "Lost or Embedded Works of Kūhī", *Tarikh-e Elm*, vol. 9, Tehran 2011, pp. 2-19.

ⁱⁱ نک: Brockelmann, *Geschichte d. arab. Lit.*, I, pp. 95-96 et Suppl. I, pp. 151-54.

همچنین درباره خود صابی نک: Suter, *Mathem. u. Astron.*, n° 16.

ⁱⁱⁱ نسخه خطی شماره ۴۸۳۲ ایاصوفیا (استانبول)، برگ ۱۲۹پ-۱۳۱ر. دو دست‌نوشته دیگر در اینجا ذکر شده است:

Sezgin, *Gesch. d. arab. Schrift.*, V, p. 320 & 402.

^{iv} در واقع، وی آنها را با یک شکل به تصویر می‌کشد، و به صابی ارسال می‌کند تا در کتابش در باب مرکزهای ثقل (که در حال آماده



- سازی بود) درج شود. همچنین وی قبلاً نامه‌ای دربارهٔ لم‌های شماره ۲ و ۳ نوشته بود (که اکنون ناپدید شده است).
- v آقای اولاف اشمیت به من یادآوری کرد که برهان بی واسطه‌ای از لم دوم در اختیار است وقتی بدانیم که خط واصل مرکزهای ثقل مثلث‌های قاعده‌های $\Gamma_1 d\theta$ و $\Gamma_2 \phi$ کمان همدیگر را قطع می‌کنند. جالب است بدانیم که این مطلب، منشأ کشف لم دوم توسط کوهی بوده است.
- vi اصول اقلیدس، مقالهٔ دوازدهم، قضیه ۱۰.
- البته چنان که ارشمیدس در مقدمه‌اش بر روش خود می‌گوید، ائودوکسوس نیز قبلاً این قضیه را اثبات کرده است.
- vii کره و استوانه، مقالهٔ اول، تبصرهٔ قضیه ۳۴؛ بسنجید با روش، گزاره ۲.
- viii در نوشته‌ای که اکنون ناپدید شده، اولین مورد که باید توسط ارشمیدس اثبات می‌شد، مخروط است. زیرا ارزش عددی در مقدمهٔ روش عرضه شده است. نسبت مربوط به سهمی‌گون در روش (گزاره ۵) محاسبه و در اجسام شناور (II، گزاره ۲) یادآوری شده است. مورد نیمکره نیز در روش (گزاره ۶) عرضه شده است. دو ارزش متعلق به سطوح صاف در تعادل اشکال مسطح (I، ۱۳-۱۴)، به ترتیب II، ۸؛ مورد مثلث نیز در گزاره II، ۳۵ مکانیک اثر هرون - که زبان عربی باقی مانده - مورد بررسی قرار گرفته است. آخرین گزارش به وضوح بیان نشده است، اما به‌راحتی از گزاره ۱۲ در روش استنتاج می‌شود (نک: Heath, *The Method of Archimedes*, p. 40).
- ix ترجمهٔ عرضه شده در اینجا کوتاه شده است؛ نسخهٔ خطی شماره ۴۸۳۲ ایاصوفیا (استانبول)، برگ ۱۳۰ پ، سطر ۲۵ تا برگ ۱۳۱ ر، سطر ۲۴.
- x متن عربی که در اینجا ترجمه شده، در نسخهٔ خطی شماره ۴۸۳۰ ایاصوفیا (استانبول)، برگ ۱۵۵ ر، سطر ۴-۱۵۵ پ، سطر ۱۳ (که در پیوست آمده) و در نسخهٔ خطی شماره ۴۸۴۵ ایاصوفیا، برگ ۳۶ پ- برگ ۳۷ ر (که با نسخهٔ قبلی تطبیق کرده‌ایم) وجود دارد. رونوشت سومی در گنجینهٔ فیض الله (Sezgin, GAS, V, p. 320) وجود ندارد و کاوش‌های ما بی‌حاصل بوده است.
- xi جملات ابوالفتوح مبهم هستند. اما به نظر می‌رسد که کار او بیشتر شامل توضیح محاسبات ارشمیدس است (که می‌دانیم بسیار کوتاه شده هستند) تا پرکردن نقائص متن (نک: نقد ابوالفتوح در همین مقاله).
- xii از چهار نامه به جا مانده از مکاتبات کوهی و صابی، اولین نامه (شماره ۴۸۳۲ ایاصوفیا، برگ ۱۲۹ پ، سطر ۳-۱۹) شامل سؤال صابی و دومین نامه (۱۲۹ پ، سطر ۲۱-۱۳۱ پ، سطر ۷) پاسخ کوهی است. لذا نامهٔ پیشین کوهی موجود نیست.
- xiii همان نامه‌ای که در دسترس من نیست (نک: پی‌نوشت‌های ۳ و ۱۲ در همین مقاله).
- xiv این تأکید در تضاد با چیزی است که خود کوهی اظهار می‌کند (نک: پاراگراف اول). آیا ابوالفتوح نامه را به طور سطحی خوانده، که این اطلاعات را از دو کتابی که می‌شناخته به دست آورده است؟ احتمال اول را نمی‌توان کنار گذاشت.
- xv «المنطق» عنوانی است عربی برای ارغنون منطقی ارسطو (که ریطوریکا و بوطیقا نیز به آن افزوده شده‌اند) و منظور از (صناعات) البرهان همان آنالوطیقای ثانی است.
- xvi وقتی در پایان نقد خود نشان می‌دهد که لم دوم نیز در مورد دو قطاع قابل اعمال نیست، از این اصل استفاده می‌کند که «مطابق آنچه هرون مکانیک‌دان (المیخانیقی) در مقالهٔ [دوم] از اثرش دربارهٔ بالا بردن اجسام سنگین نشان می‌دهد»، مرکز ثقل یک مثلث متساوی‌الساقین در فاصلهٔ یک سوم ارتفاع آن است. هرون در واقع مورد مثلث را در کتابش به نام مکانیک - که در عربی کتاب فی رفع الاشياء الثقيلة عنوان گرفته - پرداخته است.