



رساله‌های ابو حاتم اسفزاری در علم مکانیک (حیل)^۱

محمد ابطوی^۲
ترجمه حمیدرضا نفیسی^۳



محمد ابطوی

مقدمه

در سال ۲۰۰۱ مجله علم در زمینه^۴ دو شماره مخصوص (مجلد ۱۴، شماره های ۱ و ۲، ویرایش محمد ابطوی، یورگن رن و پل وینینگ^۵) ویژه «تبادل میان‌فرهنگی شناخت علمی در سده‌های میانه: یونانی - عربی - لاتینی» منتشر کرد. آنجا در مقاله‌ای طولانی که در باره این موضوع ویژه چاپ شد، اولین برخورد را با کارهای اسفزاری در علم مکانیک داشتیم. دوازده سال بعد دو کتاب بزرگ چاپ کردم که نخستین تصحیح کامل رساله‌های اسفزاری در علم مکانیک یعنی در علوم اوزان و دستگاه‌های عجیب، همراه با ترجمه کامل انگلیسی و شرح‌های تاریخی و تحلیلی بود.^۶ در مقاله حاضر، مروری کلی بر رساله‌های اسفزاری در علم مکانیک در بافت سنت علم

۱. ترجمه مقاله زیر که برای پرهیز از طولانی شدن، بخش مقدماتی آن درباره تاریخچه و سرچشمه‌های علم مکانیک دوره اسلامی حذف شده است:

"The Corpus of Mechanics of Al-Isfzārī: its Structure and Signification in the Context of Arabic Mechanics", *Micrologus* (Nature, Sciences and Medieval Societies) XXIV (The Impact of Arabic Sciences in Europe and Asia), 2016, pp. 121-169.

۲. استاد تاریخ علم دانشگاه محمد پنجم، رباط، مراکش، Abattouy.mohammed@gmail.com

۳. کارشناس مهندسی مکانیک، hr2nafissi@yahoo.com

4. *Science in Context*

5. Jürgen Renn and Paul Weining

۶. م. ابطوی و س. الحسنی، متن المظفر الاسفزاری فی علمی الأثقال والحیل، تحقیق، تحقیق نقدي ودراسة تاريخية لنصوص جديدة في تقليد الميكانيكا العربية، لندن، ۲۰۱۳.

M. Abattouy, S. al-Hassani, *The Corpus of al-Isfzārī in the Science of Weights and Mechanical Devices: New Arabic Text in Theoretical and Practical Mechanics*, English Translation and Historical Commentaries, London, 2014.

مکانیک دوره اسلامی عرضه می‌کنم، چنان‌که از طریق نسخه‌های چاپ نشده باز سازی کردم و آن را به صورت انتقال علم مکانیک تحلیل کردم، که در آن علم اوزان (علم الاثقال) به صورت شاخه‌ای مستقل پوشش دهنده علم مکانیک نظری جدای از علم دستگاه‌ها یا علم الحیل نمایان شد. بر اساس این زمینه نظری، رساله‌های اسفزاری در علم مکانیک را شرح خواهم داد و جنبه‌های تفاوت کار اسفزاری به عنوان تلاشی منحصر به فرد برای بازسازی رساله‌های نظری و کاربردی موجود علم مکانیک را که در حوالی سال ۵۰۰ ق/ ۱۱۰۰ م در دسترس بود تحلیل خواهم کرد.

زندگی نامه اسفزاری

ابو حاتم مظفر بن اسماعیل اسفزاری دانشمندی ایرانی و مسلمان بود که نامش از شهر اسفزار^۱ در خراسان برگرفته است. او یکی از دانشمندان حکومت سلجوقیان در آخر سده پنجم و آغاز سده ششم هجری بود. وی هم عصر عمر خیام و عبدالرحمان خازنی بود، و با آنها در حوزه نجوم و مکانیک مرآده داشت. مهم‌ترین کار اسفزاری علاوه بر نوشته‌هایش در کاینات جو و ریاضیات در زمینه علم مکانیک بود.

در باره زندگی اسفزاری اطلاع چندانی نداریم. دانشنامه‌های عربی قدیم مربوط به زندگی نامه‌ها (تألیف ابن ندیم، ابن ابی اصیبعه، ابن قفطی، ابن خلکان یا حاجی خلیفه) از وی یاد نکرده‌اند. تا همین اواخر به ندرت در متن‌های تاریخی ذکری از او بود و بیش‌تر دانش نامه‌های جدید فرهنگ اسلامی هم مطلب مستقلی در باره وی ندارند. در تاریخ جدید علوم دوره اسلامی به او بیش‌تر در مقاله‌های مربوط به خازنی^۲ اشاره می‌شود، سهم علمی اسفزاری، حداقل در علم مکانیک، برای مدتی طولانی مورد غفلت بود، تا این که در آثار اخیرم و در تصحیح و ترجمه‌ام از کار اسفزاری این وضع جبران شد^۳. با این وصف، در تَبَتَمَّه صَوَانِ الْحِكْمَةِ تَأْلِيفِ عَلِيِّ بْنِ زَيْدِ بِيهَقِيِّ (و ۵۶۵ ق) در یک بند زندگی نامه ارزشمندی در باره اسفزاری می‌یابیم، آن‌جا که نوشته است:

الفيلسوف ابو حاتم المظفر الاسفزاری

حکیمی با دانش <ورهنمایی>، و معاصر فیلسوف عمر خیام بود؛ و میان ایشان مناظرات بسیار <و معارضات بی‌شمار> بوده لیکن پایگاه بلند از ایشان هر دو خیام را بوده، و علم [هیئت و] اثقال و حیل بر وی غالب بود [و بر خلاف خیام نسبت به شاگردانش مهربان بود].

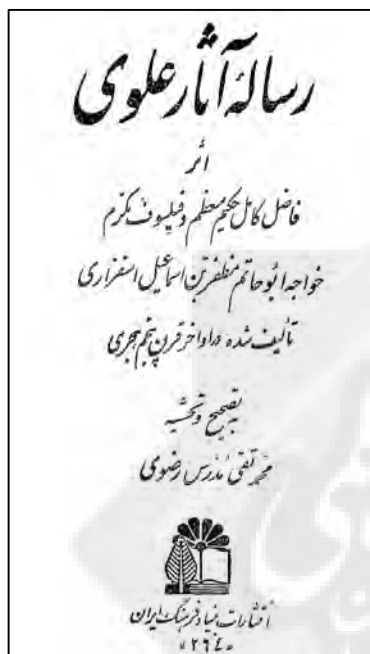
۱. شهری در جنوب هرات که امروز سبزوار خوانده می‌شود و غیر از سبزوار ایران است.

۲. به عنوان مثال بنگرید به زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی، ج ۲، تهران، ۱۳۹۵، ص ۴۱-۴۲ م.

۳. این مقالات از جمله آثار مستقل درباره اسفزاری بود: م. ابطوی، «الاسفزاری، عالم میکانیکی من قرنین ۵-۶ هـ/ ۱۱-۱۲ م»، در: جوانب من تطور الأفكار العلمية حتى العصر الواسط، رباط، ۲۰۰۰ م، ص ۱۳۵-۱۷۵؛ و مقاله انگلیسی زیر از م. ابطوی در دانشنامه زندگی نامه‌های اخترشناسان:

"Al-Muzaffar Al-Isfizari" in T. Hockey, V. Trimble, T. R. Williams, K. Bracher, R. A. Jerrell, J. D. Marche eds., *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, Berlin, 2007, pp. 577-578.

و در اقسام آثار علوی و ریاضیات [و غیره] تصنیف بسیار دارد. و عمل میزان ارشمیدس که غش از عیار بدان تمییز می کردند، او کرد؛ <و گویند> مدت عمر خود را صرف آن عمل کرد. چون خازن از آن خبر یافت، از ظهور خیانت خویش اندیشید و آن میزان را نیست گردانید. چون آگاهی به حکیم ابو المظفر رسید، از اندوه مرد.^۱



بیهقی با عناوین فیلسوف و حکیم از اسفزاری یاد می کند و می افزاید که او در حوزه های نجوم، اوزان، دستگاه ها، ریاضیات و هواشناسی متخصص بود. همچنین یادآور می شود که وی به تدریس مشغول بود یا شاگردانی داشت. از طرف دیگر بیهقی می نویسد که بین اسفزاری و خیّام مباحثاتی بود. این احتمالاً اشاره به مباحثات یا معارضاتی در حوزه تحقیقات علمی مشترکشان از جمله علم مکانیک است.^۲ با ذکر مرآة او با خیّام، سر نخ برای تعیین تقریبی تاریخ های زندگی اسفزاری در دست داریم. خیّام در ۴۳۹ق متولد شد و در سال ۵۲۶ق وفات یافت که با دوران حوادث مشخص زندگی اسفزاری که از منابع دیگر به دست آوردیم مطابقت دارد. به طور مثال نظامی عروضی سمرقندی (و



۵۵۶ق) در کتاب چهار مقاله خود گزارش می دهد در سال ۵۰۶ق به شهر بلخ (در افغانستان امروزی) «در کوی برده فروشان در سرای امیر ابو سعد جرّه، خواجہ امام عمر خیّامی و خواجہ امام مظفر اسفزاری نزول کرده بودند، و من بدان خدمت پیوسته بودم».

۱. علی بن زید بیهقی، تَبَّه صِوان الحِکْمَة، تصحیح محمد شفیع، لاهور ۱۹۳۵، ص ۱۱۹-۱۲۰؛ بیهقی، تاریخ حکماء الاسلام، ص ۱۲۵. ترجمه فارسی با عنوان درة الاخبار ولمعة الانوار از ناصرالدین منشی یزدی، تهران، ۱۳۱۸، ص ۷۹-۸۰؛ تصحیح و تحقیق آن توسط علی اوجبی، حکمت، چاپ اول ۱۳۸۸، ص ۸۸-۸۹، و در ادامه زندگینامه اسفزاری آمده است: «در کلمات اوست: نسبت لذت جسمی با لذت عقلی، همچو نسبت تنسم طعام است با چشیدن و خوردن آن. آموزنده، پدر جانی است و والد، پدر جسمانی است. [دانش مهندس، سبب ساخته شدن ساختمان است؛ پس اصل در ساختمان، مهندس است سپس معمار سپس کارگر؛ مهندس معمار را فرمان می دهد و معمار، کارگر را و کارگر آب و گل را به کار گیرد]. واجب است که پادشاه بر خویشان و بر رعیت جوانمرد باشد». عبارات درون <> افزوده های مترجم (منشی یزدی) و درون [] افزوده های مصحح است. - م

۲. خیّام دو مقاله کوتاه در مورد اندازه گیری وزن مخصوص و ترازوها از خود به جای گذاشت: میزان الحکمة و القسطاس المستقیم که در کتاب میزان الحکمة خازنی (ص ۸۷-۹۲، ۱۵۱-۱۵۳) نقل شده است. برای اطلاعات بیشتر تر بنگرید به: M. Abattouy, "Al-Oisās al-Mustaqīm: la balance droite de 'Umar Khayyām", Farhang, Quarterly Journal of Humanities and Cultural Studies, 18 (2005), pp. 155-166.

ابن اثیر تاریخ‌نگار، مدرک ارزشمند دیگری را در باره رخداد مهمی در زندگی شغلی اسفزاری ثبت کرد و آن گواهی پژوهش‌های نجومی است که از سال ۴۷۶ق انجام شد. در آن وقت سلطان ملک‌شاه گروهی از منجمان از جمله اسفزاری را در رصدخانه‌ای در اصفهان برای اصلاح تقویم به کار گماشت. ابن اثیر در باره حوادث سال ۴۷۶ق این چنین می‌گوید:

«در این سال نظام الملک و سلطان ملک‌شاه گروهی از بزرگان اخترشناس را گرد آوردند و نوروز را آغاز [برج] حَمَل نهادند، پیش از آن [به مرور] نوروز هنگامی [شده] بود که خورشید به نیمه [برج] حوت می‌رسید. این کار سلطان به نام وی آغاز گاهنامه (تقویم جلالی) گشت. در همین سال رصدخانه‌ای برای سلطان ملک‌شاه بنیاد نهاده شد و شماری از بزرگان اخترشناس در آن دست داشتند از جمله: عمر بن ابراهیم ختّامی، ابو [حاتم] مظفر اسفزاری، میمون بن نجیب واسطی و گروهی دیگر. این رصدخانه هزینه بسیار برد و همچنان به کار بود تا سلطان ملک‌شاه به سال ۴۸۵ق درگذشت و پس از او رصدخانه تعطیل شد»^۱.

از طرف دیگر، هویت محمد بن منصور را که اسفزاری رساله ارشاد خود را به او هدیه کرد، می‌توانیم نشان دهیم. عنوان کامل در رساله بدین شرح است: «ارشاد مردم در دانش صنعت قپان. تألیف [...] اسفزاری برای خدمت به سرور عالی ابو سعید محمد [بن] منصور بن محمد اسفزاری»^۲. سپس در صفحه بعد، در اهدائیه با جزئیات بیش‌تر تکرار می‌شود: «من فرصت درخشانی داشته‌ام که در خدمت سرورمان، پیشوای محترم، امین پادشاه و پشتیبان دانشمندان، ابو سعید محمد بن منصور بن محمد اسفزاری [...] باشم»^۳.

ابن محمد بن منصور یکی از مقامات دیوانی دربار ملک‌شاه بود. ابن اثیر وقتی حوادث ماه محرم سال ۴۹۴ق را شرح داده از وی چنین یاد کرده است:

«و در آن [یعنی ماه محرم ۴۹۴ق] شرف الملک ابو سعد محمد بن منصور مستوفی خوارزمی، در اصفهان درگذشت. او در دیوان ملک‌شاه مستوفی بود؛ صد هزار دینار برای ترک سمت خود به‌عنوان مستوفی پرداخت؛ بارگاهی بر مزار ابو حنیفه رحمة الله علیه و مدرسه‌ای در باب الطاق [در بغداد] ساخت و مدرسه‌ای نیز در مرو برپا کرد و همگی را برای حنفیان انجام داد»^۴.

۱. علی بن اثیر، الکامل فی التاریخ، بیروت ۱۳۷۸ق/ ۱۹۶۷م، ج ۸، ص ۱۲۱. برگردان حمیدرضا آذیر، ج ۱۴، انتشارات اساطیر، چاپ اول ۱۳۸۸، ص ۵۹۹۱.

۲. ابظوی، الحسنی، متن المظفر الاسفزاری فی علمی الاقتال والحیل، ص ۷۷-۷۸.

۳. همانجا، ص ۷۸.

۴. در متن مقاله به اشتباه ۴۹۵ق/ نوامبر ۱۱۰۱ آمده است. - م

۵. ابن اثیر، الکامل فی التاریخ، ج ۸، ص ۲۰۵.

انطباق آشکار بین نام (محمد بن منصور) و عنوان (شرف الملک) در کار اسفزاری و ابن اثیر ثابت می‌کند که اینها مربوط به یک نفر است که در دربار ملک‌شاه مسئول جمع کردن مالیات‌ها بود. طبیعی است که چنین شخصیت دیوانی عالی رتبه‌ای علاقمند به موضوع قیان باشد و حمایت مالی برای کاری در باره این ابزار کند. بر پایه این خبر، می‌توانیم ادعا کنیم که اسفزاری رساله‌اش را پیش از مرگ محمد بن منصور در محرم ۴۹۴ ق تألیف کرده است.

حال می‌توانیم داده‌های مربوط به زندگی اسفزاری را جمع‌بندی کنیم. در عصر عمر خیّام در شرق دنیای اسلام زندگی می‌کرد، و تا اوایل سده ششم هجری در اصفهان و خراسان فعال بود. در عصر ملک‌شاه به دربار سلجوقیان در اصفهان رفت و آمد و در رصدهای نجومی رصدخانه ملک‌شاه بین سال‌های ۴۶۷ و ۴۸۵ ق مشارکت داشت. احتمالاً در آن زمان سی ساله بود و در نتیجه تاریخ تولدش حدود ۴۴۰ ق است.

درگذشت او پس از ملاقاتش با نظامی عروضی در بلخ به سال ۵۰۶ ق و پیش از کامل شدن کتاب میزان الحکمة خازنی در ۵۱۵ ق بوده است، زیرا خازنی برای وی به‌عنوان متوفی طلب آمرزش و رحمت کرده است^۱. پس وی احتمالاً در حدود سال ۵۱۰ ق درگذشته است^۲.

کار های علمی او

گرایش اسفزاری علاوه بر ریاضیات، هوا شناسی و طبیعیات به «علم اوزان و ماشین‌ها» بود. در این حوزه‌ها رساله‌هایی به‌جای گذاشته است. همچنین می‌دانیم کارهایی در نجوم انجام داده است، اما نوشته‌ای در این حوزه از او سراغ نداریم. در دو بخش بعدی، آثار علمی او در رشته‌های مختلف را که دست‌نوشته‌هایش از گزند حوادث در امان مانده‌اند عرضه می‌کنیم؛ سپس به تفصیل مجموعه رساله‌هایش در علم مکانیک را شرح می‌دهیم.

نوشته‌های علمی مختلف

چهار متن در زمینه علوم ریاضی از اسفزاری وجود دارد. اولی رساله کوتاهی در باره هندسه با عنوان تلخیص لکتاب الاصول لاقلیدس است. نسخه خطی یکتای این اثر که شامل یازده قضیه است در کتابخانه ملی فرانسه در پاریس (به شماره ۲/۲۴۵۸) نگهداری می‌شود. این نسخه در فهرست کتابخانه به‌صورت المقالة الرابعة عشر من اختصار الامام المظفر الاسفردی (کذا) یاد شده است.

۱. خازنی، میزان الحکمة، دایرة المعارف عثمانیه، حیدرآباد (هند)، ۱۳۵۹ ق/۱۹۴۰ م، ص ۸.

۲. برای اطلاع بیشتر از زندگی و آثار اسفزاری بنگرید به: ابوالقاسم قربانی، «مظفر اسفزاری»، زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلامی، تهران، ۱۳۷۵، ص ۴۶۷-۴۶۹؛ محمدرضا عرشی، «دو رساله نویافته از ابوحاتم اسفزاری در حساب و گیاه شناسی»، تاریخ علم، شماره ۹، ۱۳۸۹، ص ۱-۳۶؛ یونس کرامتی، هواشناسی، تهران، ۱۳۸۲، ص ۲۵-۳۲، و ۴۷-۷۳؛ اسفزاری، رساله آثار علوی، به کوشش محمد تقی مدرس رضوی، تهران، ۱۳۵۶. - م

ظاهراً این قسمتی از خلاصه بلندتری است که اسفزاری از اصول اقلیدس معروف نوشته است. متن دیگر در علم ریاضی عملی و راجع به مساحی و عنوانش مقدمة فی المساحة من املاء الامام المظفر الاسفزاری است. این متن در نسخه‌ای یکتا در کتابخانه سلیمانیه استانبول (مجموعه لاله‌لی، شماره ۲۷۰۸، برگ‌های ۱۹پ-۲۳پ موجود است).^۱

متن دیگر در ریاضیات از اسفزاری با عنوان برهان علی جمع المربعات المتوالية می‌باشد که اخیراً چاپ شد.^۲ بالاخره دست نوشته دیگری از اسفزاری در شاخه‌ای از ریاضیات در منابع تاریخی ذکر شده است. به گزارش منابع تاریخی اخیر، او مؤلف متنی در باره مربع‌های وفقی است که یکی از قدیمی‌ترین آثار در این حوزه از ریاضیات کاربردی به‌شمار می‌آید.^۳

کائنات جو حوزه‌ای بود که اسفزاری رساله‌ای به فارسی در آن باره تألیف کرد و با عنوان رساله آثار علوی اثر فاضل کامل حکیم معظم و فیلسوف مکرم خواجه ابوحاتم مظفر بن اسماعیل اسفزاری موجود می‌باشد. از این متن چند دست‌نوشته در کتابخانه‌های ایران نگهداری می‌شود، و به‌همراه شرح و تعلیقات تصحیح و منتشر شده است.^۴

متن دیگری در باره نباتات و طبیعیات به زبان فارسی منسوب به اسفزاری است و عنوان آن رساله الشبكة (در باره شبکه مجاری تغذیه در گیاهان)^۵ است. از آن تنها یک نسخه در کتابخانه ملی ملک در تهران به شماره ۳/۳۱۸۳ و به تاریخ جمادی الثانی ۵۴۹ ق موجود است. مؤلف آن را به حاکم سلجوقی ابو مظفر برکیارق (حک ۴۸۶ ق - ۴۹۶ ق) هدیه کرده است. متن در باره طبیعیات و گیاه شناسی در سنت کشاورزی الفلاحة الرومية تألیف کاسیانوس باسوس اسکولاستیکوس است^۶ که نامش در این رساله آمده است و در آثار علم کشاورزی دوره اسلامی شناخته شده بود.^۷

1. M. Krause, "Stambuler handschriften islamischer Mathematiker", in O. Neugebauer, J. Stenzel, O. Topflich hrsg., *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik, Abteilung B, Studien 3-B3* (1936), pp. 437-532; 483.

۲. م. ر. عرشی، «دو رساله نو یافته از ابو حاتم اسفزاری در حساب و گیاه شناسی».

۳. مقاله به زبان فرانسه از ژاک سزیانو (J. Sesiano) با عنوان "La Science des carrés magiques en Iran" در: گردآوری پورجوادی، ژویا و سبل، تاریخ علم و صنعت و ابزار علمی در ایران (از قرن چهارم تا سیزدهم ه ق) مجموعه مقالات دومین همایش بین المللی علم در ایران، (۱۷-۱۹ خرداد ۱۳۷۷ش)، گنجینه نوشته‌های ایرانی شماره ۵۸، انجمن ایران شناسی فرانسه در ایران - مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول ۱۳۸۲، ص ۱۷۰-۱۷۱.

۴. اسفزاری، رساله آثار علوی ... تصحیح محمد تقی مدرس رضوی.

۵. این متن توسط آلبرت ناپلئون کمپانیونی در مجله دانشکده ادبیات تهران، ج ۵، ش ۳، ۱۳۳۶، ص ۳۹-۵۲ چاپ شد (در ضمن مجدداً توسط محمدرضا عرشی در ۱۳۸۹ تصحیح و چاپ شد ← پانویس صفحه قبل).

6. H. Beckh ed., *Geoponica sive Cassiani Bassi scholastici de re rustica eclogae*, Leipzig 1895; reprint 1994. نیز بنگرید به ترجمه تاریخ نگارش‌های عربی، جلد ۴، خانه کتاب، ۱۳۸۰، ص ۳۸۸-۳۸۹. این دانشمند بیزانسی مؤلف الفلاحة الرومية قسطنطس (یا قسطنطوس) نیز خوانده شده و سرچیس بن هلیا این اثر را از یونانی به عربی ترجمه کرده است. ترجمه‌ای از طریق زبان پهلوی با عنوان ورزنامه به عربی (با عنوان الزرع) هم موجود است.

۷. حاجی خلیفه، کشف الظنون عن اسامی الکتب والفنون، بغداد ۱۹۴۳، ۱۱، ص ۱۴۴۷.

رساله‌های اسفزاری در علم مکانیک

هفت نوشته از اسفزاری در علم مکانیک موجود است، به اضافه متن‌های دیگری که خازنی به وی نسبت داده است. آنها نشان دهنده مهم‌ترین کارهای به‌جای مانده از اویند. در مکانیک نظری، رساله مهمی که در دو تحریر به‌جای مانده است مشارکت او را در علم اوزان نشان می‌دهد. این دو تحریر عبارتند از:

۱. ارشاد ذوی العرفان إلى صناعة القفان رساله مهمی مربوط به نظریه کارکرد قپان، ترازوی با بازوهای نامساوی و پارسنگ متحرک است. نسخه یکتای این متن در کتابخانه ملی سوریه در دمشق نگهداری می‌شود (به شماره ۴۴۶۰، برگ‌های ۱۶-۲۴ر).^۱ متن در این نسخه کامل نیست و انجامه (شامل نام مؤلف و کاتب) را ندارد. خوشبختانه درباره قسمت گم شده از طریق تحریری که خازنی نقل کرده است با خبریم.

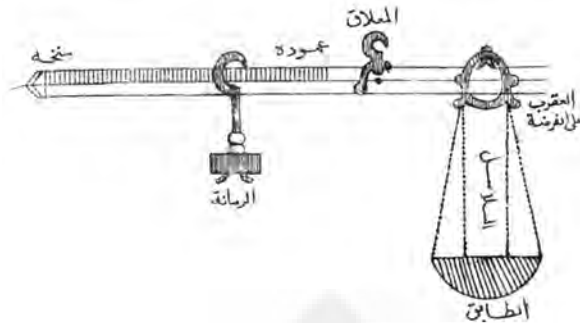
۲. تحریر خازنی از ارشاد به صورت خلاصه به ما رسیده است که آن را در دانشنامه مشهور علم مکانیک یعنی کتاب میزان الحکمة (کتاب ترازوی حکمت)^۲ می‌یابیم زیر عنوان فی مراکز الاثقال وصناعة القفان للمظفر الاسفزاری. مطالب این متن دارای دو قسمت است: اولی خلاصه‌ای از رساله ارشاد با همان اصطلاحات و عرضه همان مطالب، اما بیشتر برهان‌های ریاضی را نیاورده است؛^۳ قسمت دوم مطالبی را عرضه می‌کند که از دست‌نوشته ارشاد موجود در دمشق افتاده و مربوط به شرح اجزای قپان و طرز کار آن است. باب‌هایی که خازنی در بخش دوم از مقاله دوم رساله طولانی‌اش بازنویسی کرده متشکل است از بخشی از فصل چهارم و فصل پنجم باب دوم، و باب‌های سوم و چهارم. همه مطالب این فصل‌ها به جز بخش آخر فصل چهارم باب دوم در باره جنبه‌های عملی استفاده از قپان است. باب سوم در شش فصل، در باره «صنعت قپان مدرج و توزین با آن»، و باب چهارم مربوط به «تبدیل قپان مدرج از دستگاه [آحاد] توزین به دستگاه دیگر» است.

۱. برای توصیف این نسخه بنگرید به: ابطوی، الحسنی، متن المظفر، ص ۳۸، ۴۴-۴۸، ۵۴-۵۶. نیز بنگرید به م. ص. عایدی، فهرس مخطوطات دار الکتب الظاهرية. الرياضيات، دمشق ۱۹۷۳، ص ۱۰۲-۱۰۳.

۲. کتاب میزان الحکمة تألیف خازنی رساله بزرگی در هشت مقاله و پنجاه باب در باره مبانی فیزیکی کارکرد نوعی ترازوی ایستایی پیچیده و طرز ساخت و استفاده از آن است. کتاب شامل مطالب مفصل از منابع اصیل علم مکانیک خالص و کاربردی است که به سرزمین‌های اسلامی رسیده بود (رساله منتسب به ارسطو در باره مسایل مکانیکی، اقلیدس، ارشمیدس، منلائوس) و نیز متون روشنگر پیشرفت این رشته در تمدن اسلامی (ثابت بن قزوه، اسفزاری، محمد بن زکریای رازی، بیرونی، ابن هیثم، ابوسهل کوهی، خیام). کتاب خازنی در حیدرآباد چاپ شد و ترجمه فارسی منتخب و خلاصه‌ای از آن از مترجمی ناشناخته مربوط به اواخر قرن ۷ تا اواخر قرن ۸ هجری با مقدمه و تعلیقات مدرس رضوی را انتشارات بنیاد فرهنگ ایران در آبان ۱۳۴۶ منتشر کرده است. در این مقاله ارجاع‌ها به چاپ حیدرآباد است.

۳. خازنی، کتاب میزان الحکمة، ص ۳۸-۵۴. مقابله دقیق متنی بین محتوای رساله ارشاد و مطالب منشره خازنی از این متن؛ در ابطوی، الحسنی، متن المظفر، پیوست ۲، ص ۳۶۸-۳۹۵ آمده است.





شکل قپان در متن منسوب به اسفزاری در میزان الحکمة خازنی (چاپ حیدرآباد)

قبل از پایان باب سوم، خازنی شکل یک «قپان بسیار متداول» همراه با نام اجزای لازمه آن نظیر قلاب، کفه و زنجیرها را نشان داده است.^۱ نمی‌دانیم این شکل را خود اسفزاری کشیده است یا نه. همین قدر می‌دانیم که خازنی آن را در این متنی قرار داده که صراحتاً به اسفزاری منتسب کرده است. دو بخش تحریر خازنی از ارشاد یکدیگر را کامل می‌کنند و با هم اثر واحدی را در باره قپان، ویژگی‌ها و کارکردش پدید می‌آورند که در سنت مکانیک دوره اسلامی همانندی ندارد.^۲

علاوه بر اینها خازنی، دو متن از علم مکانیک مربوط به مبانی نظری و عملی ترازو و توزین را به اسفزاری منتسب کرده است. نشانه‌هایی هم وجود دارد حاکی از این که اسفزاری متن دیگری در باره ترازو و توزین نوشته است. بی‌هقی می‌گوید اسفزاری «عمل میزان ارشمیدس که غش از عیار بدان تمییز می‌کردند، او کرد». این می‌تواند ارجاعی باشد به وسیله‌ای که اسفزاری برای توزین ساخته و توصیف کرده است. اکنون این ارجاع با انتساب بعضی از باب‌های مقاله پنجم کتاب میزان الحکمة به اسفزاری توسط خازنی تأیید می‌شود. خازنی در مقدمه کتابش از دانشمندانی نام می‌برد که در قلمرو سلجوقیان در طراحی، ساخت و توصیف ترازوی حکمت همکاری داشتند. او به‌ویژه از همکاری عمر خیّام و «هم‌عصرش امام ابو حاتم مظفر بن اسماعیل اسفزاری» یاد می‌کند:

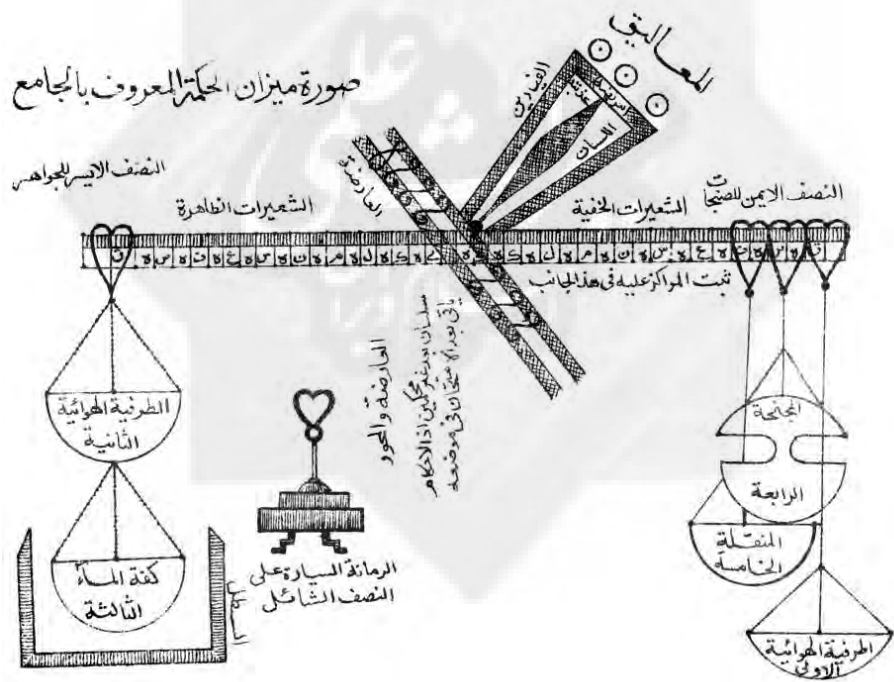
این موضوع را در مدتی طولانی به بهترین شکل پی‌گیری کرد، در صنعت دستگاه تأمل و با تفکر پیرامون آن سعی کرد برای کسی که قصد کار کردن با آن دارد سهولت ایجاد کند. برای تشخیص بین دو ماده به هم آمیخته، دو کفه متحرک به ترازو اضافه کرد و به امکان علامت‌گذاری وزن مخصوص فلزات بر بازوی ترازو، برای خواندن و مشاهده، متناسب با هر نوع مایع اشاره کرد. اما به فاصله‌های وزن مخصوص‌ها از محور (تعلیق) بر اساس قطعات تقسیم شده و اعداد، و به چیزی از اعمال

۱. خازنی، کتاب میزان الحکمة، ص ۵۰.

۲. برای شرح تفصیلی ساختار ارشاد و منابعش، ادامه مقاله را ببینید.

مربوط به کار با آن اشاره نکرد به جز شکل ترازو و آن را «ترازوی حکمت» نامید. وی پیش از اتمام کار و تدوین آن به رحمت خدای متعال پیوست^۱.

جمله آخر شاید بدین مفهوم باشد که اسفزاری افکارش را در مورد ترازوی حکمت به رشته تحریر در نیاورد، یا این که پیش از کامل کردن این موضوع در رساله تفصیلی اش از دنیا رفته است. در حقیقت مقاله پنجم از کتاب میزان الحکمة به شرح ساز و کار ترازوی حکمت، ساخت، آزمایش و شرح آن اختصاص دارد. باب اول به وضوح منتسب به اسفزاری است، با این عنوان: «در باره ساخت اعضای ترازوی حکمت آن گونه که شیخ امام مظفر بن اسماعیل اسفزاری بیان کرد»^۲. خوشبختانه خازنی در این باب از کتاب، متنی از اسفزاری را که در دسترس داشت، عرضه کرد که این کار حاکی از صداقت و وفاداری اش در انتشار کارهای پیشینیان خود است. او حتی صادقانه تأیید کرد که اسم دستگاهی که به دانشنامه بزرگش اختصاص داد ابداع اسفزاری بود.



شکل ترازوی حکمت اسفزاری در کتاب میزان الحکمة خازنی (چاپ حیدرآباد)

۱. خازنی، کتاب میزان الحکمة، ص ۸ و ۱۰۳.
 ۲. همان، ۹۳.

متن دیگری مرتبط با اسفزاری را در مقاله پنجم از کتاب میزان الحکمة می‌یابیم که مستحق یادآوری ویژه است. عنوانش *تُتَف من الحیل* (اصول/گزیده‌های علم مکانیک) است. این ترجمه عربی بخش کوچکی از مسائل مکانیکی^۱، رساله‌ای یونانی منتسب به ارسطوست که به احتمال زیاد یکی از شاگردان او تصنیف کرده است. این متن مربوط به ماشین‌های ساده و پدیده‌های ملموس متعدد بر پایه یک روند ثابت است: کوشش در تحویل آنها به ترازو و در نتیجه به «خواص شگفت‌آور» دایره. ادعا شده است که رساله مسائل مکانیکی مربوط به [اجسام] متحرک^۲ در سنت دوره اسلامی ناشناخته بود. در رد این ادعا من ثابت کردم فرهنگ اسلامی به این متن حداقل به صورت ترجمه خلاصه‌ای از آن که در مقاله پنجم دانشنامه خازنی آمده است، دسترسی داشت. این پیوست را خازنی در باب اول که شرح مبسوط اسفزاری در باره ساز و کار ترازوی حکمت - یاد شده در بالا - را نقل کرد، می‌آورد. پس به راحتی می‌توان پذیرفت که نقل آن پیوست از گزیده عربی مسائل مکانیکی، ابتکار اسفزاری بود، که مسبب تدوین *تُتَف* در شکل خلاصه شده‌اش یا حداقل درج آن بین مطالب مربوط به توضیح عملی ترازوی حکمت بود.^۳

متن *تُتَف* ترجمه عربی بخش مهمی از قسمت اول مسائل مکانیکی است. این متن شامل ترجمه خلاصه شده معتبری از دو بخش اول متن منسوب به ارسطوست که در آن پایه نظری رساله آشکار می‌شود. بنابراین شامل خلاصه مرتب و روش مند از مقدمه‌ای در تعریف علم مکانیک و شامل اولین مسئله در باره دلیل دقت بیشتر ترازوهای با بازوی بلندتر نسبت به ترازوهای با بازوی کوتاه‌تر است. چنان که در کتاب میزان الحکمة آمده است، *تُتَف* به دنبال بحث فنی نسبتاً طولانی درباره تعادل ترازو قرار گرفته که در ارتباط با حالت‌های مختلف تلاقی محور (تعلیق) بر بازوی ترازوست. تجزیه و تحلیل این سؤال به محتوای دومین مسئله در مسائل مکانیکی خیلی نزدیک است که اوضاع حاصل از تعلیق بازوی ترازو از بالا یا از پایین را بررسی می‌کند. بدون پذیرفتن این که تجزیه و تحلیل تعادل ترازو در میزان الحکمة با سؤال دوم متن منسوب به ارسطو ارتباط نزدیک دارد، به دشواری می‌توان دریافت چرا جزئی از *تُتَف* دقیقاً در وسط باب اول از مقاله پنجم کتاب بزرگ خازنی قرار دارد.^۴

حوزه دیگری از علم مکانیک که اسفزاری از خود نوشته‌هایی بر جای گذاشت در علم دستگاه‌ها و ابزارهای عجیب (*علم الحیل*) است. در این زمینه آثارش تنها به صورت متن‌هایی اند که در

1. *Problemata Mechanica*

2. *Peripatetician Perablemata Mechanica*

۳. مؤلف مقاله متن *تُتَف من الحیل* را در سال ۲۰۰۰ میلادی تصحیح و با ترجمه و شرح انگلیسی در مؤسسه تاریخ علم ماکس پلانک (برلین) منتشر کرده است.

۴. خازنی، کتاب میزان الحکمة، ص ۹۹-۱۰۰:

دست‌نوشته بزرگی گردآوری شده‌اند. این دست‌نوشته عنوان ندارد و از این پس به آن با عنوان «مجموعه در حیل» اشاره می‌کنیم. این دست‌نوشته در شکل مجموعه متن‌ها و در ارتباط با شرح دسته بزرگی از دستگاه‌ها و ابزارهای مختلف، شامل چکیده‌ها، گزیده‌ها و شرح‌های اسفزاری است که بر مجموعه‌ای از متن‌های یونانی و عربی پیشینیان^۱ خود نوشته است. این متن‌ها به ترتیب زمانی عبارتند از:

۱. حکایات کتاب فیلون المخانیقی^۲ فی الحیل: این جا اسفزاری دستگاه‌های شرح داده شده توسط فیلون بیزانسی (۲۸۰-۲۲۰ ق م در اسکندریه) را خلاصه و بازنویسی کرده است. برای این کار به احتمال خیلی زیاد او از ترجمه عربی کتاب فی الحیل الروحانية ومخانیق الماء فیلون که مترجمی ناشناخته انجام داده بود استفاده کرده است. این ترجمه عربی موجود است و دو بار، توسط کارا دوو و پراگر، تصحیح و منتشر شده است.^۳

۲. معانی کتاب هرون المخانیقی فی رفع الاشياء الثقيلة بالقوة الیسیره (مفاهیم کتاب هرون صنعت‌گر در باره بلند کردن اشیاء سنگین با نیروی کوچک): در این جا اسفزاری مطالب و دستگاه‌های اصلی هرون را (سده اول میلادی) خلاصه کرده است.^۴ کتاب معروف هرون به نام مکانیک را قسطا بن لوقا در سده سوم هجری/ نهم میلادی در بغداد با عنوان رفع الاشياء الثقيلة بالقوة الیسیره به عربی ترجمه کرد. ترجمه عربی آن دو بار تصحیح شده است^۵ و تاریخ پژوهان علم مکانیک و فناوری از آن بسیار استفاده کرده‌اند. چون اصل یونانی کتاب مکانیک هرون گم شده است، ترجمه عربی آن منبع اصلی اش به حساب می‌آید.

۳. حکایات صور کتاب الحیل لینی موسی: در این متن اسفزاری صد دستگاه کتاب مشهور الحیل منتسب به بنو موسی (نیمه اول سده ۳ هجری در بغداد) را خلاصه و بازنویسی کرد. این کتاب مشهور در علم مکانیک عملی بیش‌تر توسط احمد بن موسی نوشته شد و یکی از مهم‌ترین آثار در

۱. محتوای مجموعه در حیل را که سه نسخه از آن وجود دارد به صورت شرح تفصیلی در زیر می‌توان یافت: ابطوی، الحسنی، متن المظفر الاسفزاری فی علمي الانتقال والحیل، ص ۴۰-۴۴، ۴۸-۵۴، ۵۶-۶۸. در ادامه مقاله جزئیات این پنج متن علم مکانیک عملی آمده است.

۲. مخانیقی را کاتبان به تصحیف مجانیقی نوشته‌اند.

3. B. Carra de Vaux, *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Byzance*, Paris, 1902.

F. D. Prager, *Philo of Byzantium: Pneumatica. The First Treatise on Experimental Physics: Western Version and Eastern Version*, Wiesbaden, 1974.

۴. کتاب هرون (*The Mechanics*) از سه قسمت تشکیل شده است، اما نسخه‌های در دسترس از مجموعه در حیل نشان می‌دهند که اسفزاری تنها دو قسمت اول آن را خلاصه کرده است.

۵. ترجمه عربی کتاب هرون دو بار چاپ شده و به فرانسه و آلمانی هم با مشخصات زیر ترجمه شده است:

Héron d'Alexandrie, *Les Mécaniques ou l'éleveur des corps lourds*. Texte arabe de Qustā Ibn Lūqa établi et traduit par B. Carra de Vaux, Paris 1894; reedited Paris 1988; Heron von Alexandria, *Heronis Alexandrini Opera quae supersunt II Mechanica et catoprica*, L. Nix, W. Schmidt hrsg., Leipzig 1900; reedited in Stuttgart 1979.

علم مکانیک و فناوری ظریف دوره اسلامی است. در دوره‌های اخیر تصحیح و به انگلیسی ترجمه شد و محتوایش به طور کامل توسط دانشمندان مختلف مطالعه و تجزیه و تحلیل شده است.^۱



صفحه آغاز تصحیح عربی رساله آپولونیوس در باره قرقره‌های دندانه‌دار

۴. کتاب آپولونیوس فی البكرة (کتاب آپولونیوس^۲ در باره قرقره^۳): اثر آپولونیوس پرگایی ریاضی‌دان نامدار یونانی (ح ۱۹۰-۲۶۲ ق م) نویسنده مخروطات،^۴ کتاب رسمی در باره مقاطع مخروطی، است که در ست علمی دوره اسلامی به خوبی شناخته شده بود. کار آپولونیوس در باره قرقره در متون تاریخی یونانی ذکر شده ولی تاکنون ناشناخته مانده بود. حضور آن در مجموعه در حیل اسفزاری فرصت منحصر به فردی برای دستیابی به دست کم بخشی از آن است. کشف این متن یکی از مهم‌ترین یافته‌های من در مجموعه آثار اسفزاری در علم مکانیک است، زیرا بر متنی از یکی از مهم‌ترین ریاضی‌دانان دوران باستان که تاکنون کاملاً ناشناخته مانده بود روشنایی تاباند.

۵. پاره متن کوتاهی در سه صفحه با

عنوان صورة صندوق الساعة (شکل جعبه ساعت) است. بند دوم این متن به وضوح به ارگ

۱. کتاب بنو موسی در باره ماشین‌ها توسط ا. ی. الحسن و همکاران تصحیح شد: کتاب الحیل، حلب ۱۹۸۱. ترجمه انگلیسی و چاپ آن توسط د. ر. هیل با عنوان:

The Book of Ingenious Devices. An Annotated Translation of the Treatise of Banū Mūsā, Dordrecht 1979. انجام شد. (ترجمه فارسی توسط سرفراز غزنی با عنوان ابتکارات خارق العاده مکانیکی یا الحیل، شرکت به نشر، چاپ اول ۱۳۷۴ و نیز تحلیل از منظر مهندسی کنترل ترجمه غلامحسین رحیمی در کتاب الحیل، آتیلا بیر، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۹).

2. Apollonius

۳. چرخ دندانه‌دار

4. *Conica*

هیدرولیکی اشاره می‌کند، نوعی ارگ لوله‌ای که هوا در آن دمیده می‌شود و در دست‌نوشته‌های عربی به مورسطوس^۱، مؤلف یونانی منتسب بود. متن اخیر یک ابزار موسیقایی را شرح می‌دهد که صدای آن از فاصله صد کیلومتری شنیده می‌شود. این متن در اوایل سده بیستم میلادی چاپ شد و بعد از آن نیز به انگلیسی ترجمه شد.^۲

مجموعه در حیل در دو نسخه اصلی موجود است که در حیدرآباد (کتابخانه عثمانیه، دست‌نوشته QC/HJ، ۴۶ برگ) و منچستر (کتابخانه جان ریلندز^۳، شماره ۳۵۱، ۱۰۰ برگ) نگهداری می‌شود. منبع سومی در تهران (دانشکده ادبیات، دست‌نوشته ۱۹۷ مجموعه امام جمعه، ۴۲ صفحه^۴) نگهداری می‌شود. دست‌نوشته اخیر شامل قسمتی از مجموعه به فارسی و عربی است.

نسخه چنین آغاز می‌شود:

ما در این کتاب آن‌چه از کتاب‌های قدما که درباره دستگاه‌های مختلف نوشته‌اند، و آن‌چه بعد از آنها تا عصر ما آمده و به دست‌مان رسیده است را جمع کرده‌ایم؛ نظیر کتاب فیلون مبدع دستگاه‌ها، و کتاب هرون، صنعت‌گر انواع دستگاه‌هایی که توسط آنها اشیای سنگین با نیروی کم بلند می‌شوند، و کارهای آپولونیوس درباره انواع قرقره‌ها که در به‌حرکت در آوردن چرخ‌ها و آسیاب‌ها و دستگاه‌های چلانگر به‌کار می‌روند. همچنین روش‌هایی که حرکت دورانی را آسان می‌کنند، و روش‌های بالا بردن آب از چاه‌ها بدون استفاده از حیوان برای این کار را جمع کردیم. ابتدا به باز آفرینی شکل دستگاه‌هایی می‌پردازیم که سه برادر به نام‌های محمد، احمد و حسن ابداع کردند، آنها پسران موسی بن شاکر اخترشناس هستند که خدا رحمتش کند. ما این دستگاه‌ها را با توضیح مناسب و به‌صورت فشرده معرفی کردیم زیرا در کار کاتبان پیشین اشتباهاتی دیدیم، که شکل‌ها را درست نفهمیده و در بسیاری از حروف که مورد نظر مؤلف بود تغییراتی داده بودند. کوشیدیم منظور آن‌ها را ساده

1. Mürīstus

۲. لوییس شیخو (Louis Cheikho) متن منتسب به مورسطوس را از یک نسخه عربی موجود در کتابخانه سنت جوزف (Saint Joseph) بیروت منتشر کرد. بنگرید به ل. شیخو، «عمل الآلة التي إتخذها مورسطوس يذهب صوتها ستين ميلاً»، مجلة المشرق، ۹

(۱۹۰۶)، ص ۱۸-۲۸. متن مورسطوس در کتاب زیر به انگلیسی ترجمه شد:

H. G. Farmer, *The Organ of Ancients, From Eastern Sources (Hebrew, Syriac and Arabic)*, London 1931, pp. 128-135.

3. John Rylands

۴. در فهرست مربوطه (محمدتقی دانش‌پژوه، فهرست کتب خطی دانشکده ادبیات، مجموعه امام جمعه کرمان، با مقدمه ابراهیم باستانی پاریزی، مهرماه ۱۳۴۴، ص ۳۳) به نام مجموعه شماره ۱۹۷ آمده است و جزء کتب خطی حاجی سید جواد امام جمعه کرمان (و ۱۲۸۷ ق) می‌باشد که احمد جوادی از احفاد وی آنها را به دانشگاه اهداء کرده است. این مجموعه به خط نستعلیق هندی سده ۱۱ ق، با ابعاد ۲۱/۵ در ۱۳ سانتی‌متر، ۱۳۹ صفحه مکتوب شامل کتاب ابلونیوس فی البکرات در ۴ صفحه به فارسی، ۲ یا ۳ مقاله از هرون (ایرن) پیرامون جرتقیل بخشی به فارسی و بخشی به عربی در ۳۷ صفحه و ۹۸ صفحه یا حدود دو سوم کتاب در باره نجوم به عربی می‌باشد و در ضمن نسخه فاقد انجامه است. تصویر چهار صفحه متن فارسی و تصحیحی از آن در پیوست مقاله می‌آید.

کنیم و مطالب را مطابق ترتیب اصلی، بدون کاستن از تعداد دستگاه‌ها آورديم. در مواردی هم منظور آنها را بیان کردیم.^۱

دیباجه این نسخه به طور واضح انتساب محتویات به اسفزاری را تأیید می‌کند. علاوه بر آن، فهرستی از مطالب مجموعه عرضه می‌کند. به جز بخش مربوط به جعبه ساعت، همه بخش‌های اصلی ذکر شده است: کارهای هرون، فیلون، آپولونیوس و بنو موسی. این مجموعه متن‌ها فرصتی استثنایی فراهم می‌کند که سنت دوره اسلامی مربوط به هرون، فیلون، آپولونیوس و بنو موسی در



مکانیک را خیلی بهتر بشناسیم. متن آپولونیوس در باره قرقره را هم معرفی می‌کند؛ متنی که تنها از طریق نشر مطالب اسفزاری در دسترس است. سرانجام بخش آخر در باره جعبه ساعت، با وجود خیلی کوتاه بودن اثر مکتوب پُر ارزشی از متن مورسطوس در باره ارگ است. کوتاه سخن، مجموعه در حیل نشان دهنده وسعت ابتکار اسفزاری در جمع کردن فشرده‌ها و بازنویسی‌هایش از کارهای علم مکانیک است که او بدانها دسترسی داشت. تنها متن کهنی که در مجموعه‌اش از قلم افتاده رساله مکانیک پاپوس است.

به خاطر اصالت و اهمیت کشف متن آپولونیوس، بند بعدی را بدان اختصاص می‌دهیم. دو نسخه موجود از مجموعه در

حیل شامل این متن هستند، و نسخه تهران شامل ترجمه فارسی آن است. اهمیت این متن کوتاه برای هر دانشمند تاریخ علوم دوره اسلامی و یونان باستان آشکار است، زیرا تنها منبع بیان‌گر محتویات نوشته آپولونیوس است، نوشته‌ای که منابع باستانی به آن اشاره دارند اما تاکنون ناشناخته باقی مانده بود. در ترجمه عربی متن پاپوس (درگذشته حدود ۲۹۰ م) در باره ویژگی قرقره دندانه‌دار، یعنی مدخل الی علم الحیل (مقدمه علم مکانیک)، آمده است: و قد بَيَّنَّ ذَلِكَ

۱. ابطوی، الحسنی، متن المظفر، ص ۱۳۰-۱۳۱. (این دیباجه در نسخه شماره ۱۹۷ دانشکده ادبیات دانشگاه تهران نیامده است).

ابولونیوس الذی هو من اهل پرگاموس (این را آپولونیوس اهل پرگا بیان کرد)^۱. مرجع دوم مربوط به پروکلوس^۲ فیلسوف یونانی (و ۴۸۵م) است، که به متنی از آپولونیوس در باره قرقره‌ها و چرخ‌ها اشاره می‌کند^۳، اما آن متن هیچ گاه در میراث علمی یونانی پیدا نشد. تا جایی که می‌دانیم، روایت کوتاهی که در مجموعه اسفزاری می‌یابیم تنها منبعی است که حداقل بخشی از متن اصلی آپولونیوس را عرضه می‌کند.

متن آپولونیوس در باره قرقره‌ها شامل هفت گزاره همراه با اثبات و تصاویر تشریحی است. پنج گزاره مربوط به ویژگی قرقره‌ها و دو تای آخر در باره نسبت اعداد است. گزاره اول یک نسبت معکوس (نسبة متکافیه) بین تعداد دندان‌های دو قرقره دندان‌دار درگیر با یکدیگر، و حرکت‌هایشان است. گزاره دوم ثابت می‌کند که حرکت‌های سه قرقره دندان‌دار درگیر، به یک نسبت مرکب (نسبة مؤلفه) بستگی دارد. گزاره سوم حرکت‌های چهار قرقره دندان‌دار درگیر را نسبت به تعداد دندان‌های هر کدام تجزیه و تحلیل می‌کند. در گزاره چهارم، مصنف به اثبات وجود نسبی معکوس بین دندان‌های چهار قرقره دندان‌دار درگیر و سرعت حرکت هر کدام از آنها باز می‌گردد. سرانجام گزاره پنجم نسبت مرکبی بین سرعت دورانی محورهای بیرونی دو قرقره دندان‌دار درون جعبه‌ای از مجموعه شش قرقره دندان‌دار درگیر و تعداد دندان‌های‌شان را مطرح می‌کند که دو تای آنها هم‌مرکز با دو قرقره دندان‌دار درونی اند^۴. دو گزاره آخر - ششمین و هفتمین - به ترتیب با «یافتن اولین دو عددی که نسبت یکی به دیگری مرکب از نسبت‌های مفروض باشد» و با «نسبتی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از نسبت مفروض» ارتباط دارد. جمله آخر از متن چنان که از دست نوشته موجود تصحیح کردیم این است: «آن چه ما از کتاب آپولونیوس در باره قرقره‌ها یافتیم، تکمیل شد»^۵. این جمله ممکن است این معنی را بدهد که محتوای بازنویسی شده توسط اسفزاری عبارت است از همه آنچه در نسخه مورد استفاده او از کتاب آپولونیوس بود.

۱. پاپوس، مدخل الی علم الحیل، کتابخانه سلیمانیه در استانبول، مجموعه ایاصوفیا، نسخه شماره ۳۶۲۴، برگ ۸۶ر؛ متن پاپوس به همراه ترجمه انگلیسی آن نیز چاپ شده است:

D. E. P. Jackson, *The Arabic Version of the Mathematical Collection of Pappus Alexandrinus Book VIII*, PhD Dissertation, Cambridge 1970, p. 81 (Arabic text), A56 (English translation).

2. Proclus

3. Proclus, *Procli Diadochi In primum Euclidis Elementorum librum commentarii*, ex recognitione Godofredi Friedlein, Leipzig, 1873 [reprint Hildesheim 1967], p. 105.

۴. درون جعبه چهار محور است، چرخ دنده‌های ۱ و ۶ به ترتیب روی محورهای ۱ و ۴ که محورهای ورودی و خروجی به جعبه اند، قرار دارند و چرخ دنده‌های ۲ و ۳ روی محور ۲ و چرخ دنده‌های ۴ و ۵ روی محور ۳ قرار دارند و چرخ دنده‌های ۱ و ۲ با یکدیگر، ۳ و ۴ با

یکدیگر و ۵ و ۶ با یکدیگر درگیرند در نتیجه $\frac{n_1}{n_4} = \frac{N_2 \times N_3 \times N_6}{N_1 \times N_5 \times N_6}$ که در آن n سرعت دوران محور و N تعداد دندان‌های چرخ دنده است. یعنی نسبت دوران محور ورودی به خروجی برابر با حاصل ضرب تعداد دندان‌های چرخ دنده‌های ۲ و ۴ و ۶ بخش بر حاصل ضرب

تعداد دندان‌های چرخ دنده‌های ۱ و ۳ و ۵ است. - م

۵. ابطوی و الحسنی، متن المظفر، ص ۳۵۲.

اسفزاری در ارشاد نظریه ریاضی و فیزیکی قیان را بنا نهاد و وجوه عملی این دستگاه را شرح داد. او در رویکرد نظری خود در تبیین پدیده‌های طبیعی، روش ارشمیدس را که بر اساس تجزیه و تحلیل گرانیگاه‌هاست و روش دینامیکی را که بر اساس گرایش ارسطویی مبتنی بر اهمیت حرکت و وزن است ترکیب کرد. از طرف دیگر او در مجموعه در حیل، در یک ابتکار منحصر به فرد که در تمام میراث اسلامی مربوط به دستگاه‌ها کاری قابل قیاس با آن نمی‌یابیم، سازوکار بیش از دوپست دستگاه را بازنویسی و شرح کرد. او چند نمونه از متن‌های مهم مربوط به دستگاه‌ها در منابع یونانی و کارهای عربی تا زمان خودش را گلچین کرد. نمونه مورد اخیر در مجموعه اسفزاری کتاب بنو موسی است که در علم دستگاه‌های مکانیکی، پیش از آن که در ۶۰۲ ق/۱۲۰۶ م کتاب جزری به نام الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل^۱ تدوین شود برترین اثر بود. رساله‌های اسفزاری در علم مکانیک از دو دسته متون تشکیل شده است: تحریرهای ارشاد و اجزای مجموعه در حیل. ما در بخش بعدی محتوای آنها و اهمیت‌شان را در علم مکانیک دوره اسلامی نشان می‌دهیم.

ساختار مرکب ارشاد

چنان‌که گفته شد، رساله ارشاد در یک نسخه ناقص در دمشق نگهداری می‌شود که با مطالب مقاله دوم کتاب میزان الحکمة می‌تواند کامل شود. بعد از قسمت اهدائیه و مقدمه، ارشاد به شش قسمت بدون عنوان تقسیم شده است؛ کلمه «فصل» چهار بار آمده است و دو بند عنوان مقدمه و مقدمه آخری (مقدمه دیگر) دارند. هر یک از شش فصل برای بحث مسئله ویژه‌ای در باره جنبه فیزیکی-ریاضی مربوط به قیان اختصاص یافته است. این مسائل با استدلال ریاضی و روش‌های تجربی بررسی شده‌اند.

رساله فاقد قسمت پایانی است و در پایان یک برهان هندسی قطع می‌شود. قسمت مهمی از متن عرضه شده توسط خازنی، که منتسب به اسفزاری و در باره صنعت قیان است، در نسخه یکتای دمشق وجود ندارد. در مقایسه دو متن - یعنی ارشاد اصلی و متنی که خازنی عرضه کرده است - بیان گزاره پایانی متن ارشاد را جزو چهار فرض پایانی بخش نظری نقل شده توسط خازنی می‌یابیم. فصول نسبتاً بلند در باره کاربرد عملی قیان که تنها خازنی نقل کرده است به طور کامل از آخر نسخه دمشق افتاده است.

بنابراین اگر روایت منتشره توسط خازنی را به عنوان ترجمه قابل اعتماد از شکل کامل متن ارشاد لحاظ کنیم، می‌توانیم آن را در دو قسمت مکمل به شکل زیر تقسیم کنیم:

۱. ابوالعز بن اسماعیل الجزری، تصحیح احمد یوسف الحسن و همکاران، حلب ۱۹۷۹؛ ترجمه فارسی با عنوان مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی، ترجمه و تحشیه محمدجواد ناطق و همکاران، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۸۰ - م

۱. قسمت اول که اساس نکات نظری قیام در شکل اثبات ریاضی و پشتیبانی تجربی مسائل مربوط به گرانیگاه، قانون اهرم و حالت‌های مختلف تعادل را در بر دارد.

۲. قسمت دوم حاوی جنبه‌های عملی مربوط به توصیف قیام و اجزای آن، ساختمان و کاربرد آن و ملاحظات مختلف دیگر که مربوط به روش‌های توزین، تبدیل‌ها و شرایطشان است.

چند جریان اندیشه علم مکانیک در ارشاد به روشنی بیان شده‌اند. اصل آنها در دو منبع یافت می‌شود: مقاله فی المیزان منسوب به اقلیدس^۱ و کتاب فی القرسطون از ثابت بن قزّه^۲. تأثیرات این دو متن در محتویات ارشاد آشکار است، بعد از بخش اهدائیه، رساله با برخی نکات تاریخی و نکاتی درباره روش تحقیق شروع می‌شود، سپس اصول کلی در باره گرانیگاه‌ها و قانون اهرم عرضه می‌شود. این نظرات اولیه خالی از نوآوری نیستند. سپس مؤلف، نگرش دینامیکی برهان ثابت بن قزّه درباره قانون اهرم را نشان می‌دهد، و چند قضیه از مقاله فی المیزان و کتاب فی القرسطون را بازآرایی می‌کند^۳.

پس ساختار ارشاد تلفیقی از سنت‌های مکانیکی مختلف است. در این ترکیب سه مؤلفه اصلی تلفیق شده‌اند: نوشته اصلی مؤلف در بحث مقدماتی گرانیگاه‌ها و قانون اهرم، و برهان‌های ریاضی مسائل ویژه قیام چنان‌که از یک طرف در مقاله فی المیزان منتسب به اقلیدس آمده است، و از طرف دیگر چنان‌که در کتاب فی القرسطون ثابت بن قزّه دیده می‌شود. این ساختار مختلط در ابتدای ارشاد اعلام می‌شود، چنان‌که به نوشته اسفزاری، وی در نظر داشته است: «[رساله‌ای] در این صنعت شامل آن‌چه از علوم باستانی و از جانشینان فرزانه‌شان یاد گرفتم، به علاوه تفکرات خودم و آن‌چه از برهان‌ها نتیجه شده است»، فراهم کند^۴.

۱. این متن کوتاه در باره نکات نظری ترازوست و تنها در یک روایت به زبان عربی وجود دارد. یکی از نسخه‌هایش توسط ف. ویکه منتشر شده است:

"Notice sur des traductions arabes de deux ouvrages perdus d'Euclide", *Journal Asiatique*, 18 (1851), pp. 217-247.

برای اطلاعات بیشتر در باره این متن و تجزیه و تحلیل آن بنگرید به:

Abattouy, "Greek Mechanics", 180-181, 220-226; id., "La tradition arabe de *Maqāla fi 'l-mizān* un traité sur la théorie du levier attribué à Euclide" *Ayené-ye Miras (Mirror of Heritage)*, 4 (2007), pp. 67-104; 81-99.

۲. مهم‌ترین اثر دوره اسلامی در زمینه قیام کتاب فی القرسطون است. این کتاب همه سنت دانش اوزان را شامل می‌شود و موضوع مطالعات اخیر بوده است، اما نتایج به‌طور کامل هنوز چاپ نشده است.

۳. در کارهای سابقم یک تجزیه و تحلیل تفصیلی از محتویات ارشاد عرضه کرده‌ام. بنگرید به:

Abattouy, "Al-Muzaffar Al-Isfizārī 'ālim mīkānīkī ...", pp. 149-171; Id., "Greek Mechanics", pp. 182-183, 211-266, 226-238.

فهرست واژه‌های مربوط به متن محتویات ارشاد و متن‌های مقاله فی المیزان و کتاب فی القرسطون به‌تفصیل در پیوست ۲ در ابطوری، الحسنی، متن المظفر، ص ۳۶۸-۳۹۵ عرضه شده‌اند. تجزیه و تحلیل آغاز تا پایان محتویات ارشاد و منابض در ابطوری، الحسنی، رساله‌های اسفزاری (*The Corpus of al-Isfizārī*)، قسمت دوم، بخش ۳ عرضه شده است.

۴. ابطوری و الحسنی، متن المظفر، ص ۷۹.

روش چکیده نویسی به کار رفته در مجموعه در حیل

مجموعه‌ای شگفت از چکیده‌ها در مجموعه در حیل به‌روش پیوند چکیده‌ها از یک‌سو و بازبینی و تصحیح متن‌های اصلی از سوی دیگر فراهم شده است. این روش در مورد متن‌های هرون، فیلون و بنو موسی به‌طور گسترده به‌کار رفته است.^۱ در مورد متن آپولونیوس پیرامون قرقره روشن نیست آیا کار اسفزاری تصحیح و نقل بوده یا چکیده‌نویسی شده است. اشاره‌ نهایی به «آن‌چه از کتاب یافت شد...» تأیید می‌کند که مؤلف رساله را به‌شکلی که یافته در مجموعه‌اش آورده است.

برای تعیین دقیق محتویات مجموعه در حیل، از این پس محتویات مجموعه را از روی نسخه‌ منچستر متعلق به کتابخانه جان ریلندز شرح می‌دهم.^۲ این دست‌نوشته به شماره ۳۵۱ متشکل از ۱۰۰ برگ متن و شکل می‌باشد. همین محتویات در دست‌نوشته حیدرآباد در ترکیب متفاوتی موجود است.^۳

۱. برگ‌های ۱۵-۱۶: حکایات کتاب فیلون المخانیقی فی الحیل. رویکرد اسفزاری با روش فیلون تفاوت دارد و این امر با توجه به وجود متن خود فیلون معلوم می‌شود. او متن را خلاصه و بخش‌هایش را فشرده کرده و انتخابی در بندها انجام داده است. گاهی بعضی دستگاه‌ها را نادیده گرفته است، مانند دستگاه‌های شماره ۲۷، ۲۸ و ۲۹ که شرح ظروفي برای انجام دادن شُست و شوها و توزیع گُلاب است. این سه نوع دستگاه در دو نسخه منچستر و حیدرآباد نیست، شاید به دلیل این‌که اسفزاری متوجه شده است که آنها تکرار دستگاه‌های قبلی اند.

۲. برگ‌های ۱۵-۱۶: قطعه‌ای با عنوان صورة صندوق الساعة متشکل از دو بند است. بند دوم شرح کوتاهی از ارگ هیدرولیکی است که در رساله‌ای طولانی‌تر از مورسپتوس معرفی شده بود.

۳. برگ‌های ۱۶-۵۰: روایت خلاصه شده‌ای از کتاب الحیل بنو موسی است که با این جمله پایان می‌یابد: «شکل‌های کتاب الحیل تألیف بنو موسی، که به‌وسیله ابو حاتم بن اسماعیل اسفزاری خلاصه شد»^۴.

۱. همین روش به شکل محدود، در انتخاب دو بند در قطعه با عنوان صندوق الساعة دنبال شده است.

۲. شرح دست‌نوشته منچستر به شماره ۳۵۱ در زیر آمده است:

A. Mingana, *Catalogue of the Arabic Manuscripts in the John Rylands Library, Manchester*, Manchester 1934, pp. 552-560.

۳. تفصیل مشخصات دست‌نوشته و شرح‌های متن دست‌نوشته مجموعه در حیل را در ابّطوی، الحسنی، متن المظفر، ص ۴۸-۵۴، ۵۶-۶۸ ببینید.

۴. ابّطوی، الحسنی، متن المظفر، ص ۲۳۶.

۴. برگ‌های ۵۱-۵۸ پ و ۶۱-۸۲ پ: خلاصه کامل دو مقاله اول علم مکانیک هرون با عنوان معانی کتاب ایرن المنخانیقی فی رفع الاشياء الثقيلة بالقوة الیسیره است. این جا نیز تفاوت نحوه بیان، شیوه نگارش و محتوی را در مقایسه با متن اصلی در ترجمه عربی قسطا بن لوقا می‌بینیم.

۵. برگ‌های ۵۹-۶۰ پ: متن کتاب ابلونیوس فی البكرة، شامل شرح هفت گزاره اثبات شده همراه با شکل هاست.

۶. برگ‌های ۸۲ پ-۸۹ پ: متن‌های کوتاه مختلفی در باره دستگاه‌ها و گزیده‌هایی از کارهای نجوم، شامل متن کوتاهی به فارسی در باره چرخ‌آب با یک شکل است. نمی‌دانیم که آیا این متن‌ها قسمتی از مجموعه در حیل اسفزاری است یا بعدها بدان اضافه شده است.

۷. برگ‌های ۹۲ ر-۱۰۰ پ: قطعه دیگری از خلاصه کتاب الحیل بنو موسی است که با سه صفحه شامل تصاویر دستگاه‌ها شروع می‌شود (برگ‌های ۹۲ ر-۹۳ پ)، و با قسمتی به صورت خلاصه متن (برگ‌های ۹۴ پ-۱۰۰ پ) ادامه می‌یابد. این قسمت شامل بخش‌های حذف شده از قسمت قبلی دیگر (برگ‌های ۱۶ پ-۵۰ ر) است و بازنویسی بسیار مهم اسفزاری از کتاب بنو موسی را کامل می‌کند. مقایسه این متن با کتاب اصلی سه برادر، تلاش اسفزاری برای عرضه روایت‌های کوتاه از یکصد دستگاه شرح داده شده در کتاب الحیل را نشان می‌دهد. با این همه، ترتیب انواع دستگاه‌ها بین بنو موسی و اسفزاری یکسان نیست. تفاوت در نوع ۵۶ (شکل ۶۰ در کتاب الحیل بنو موسی) شروع می‌شود و تا نوع ۷۰ ادامه می‌یابد که اسفزاری در دو روایت (نوع‌های ۷۰ و ۷۱) عرضه کرد، اما در کتاب الحیل اصلی این نوع‌های اخیر در دو بخش جداگانه آمده‌اند. به خاطر این تفاوت، بازنویسی اسفزاری یکصد و یک دستگاه را شامل می‌شود و کتاب الحیل تنها شامل یکصد دستگاه است.

اسفزاری مشخص می‌کند که روش و هدفش در نوشتن مجموعه در حیل نشان دادن محتویات «کتاب‌های قدما که درباره دستگاه‌های مختلف نوشته‌اند و آنچه بعد از آن‌ها تا عصر ما آمده و به دستمان رسیده» است. به‌ویژه از کتاب‌های فیلون، هرون و آپولونیوس یاد می‌کند، که آنها را بازنویسی کرد. طرح اصلی اش افزودن «شیوه‌های آسان کردن حرکت دورانی و بالا بردن آب از چاه‌ها بدون استفاده از حیوان» به آن کتاب‌ها بود. گویا، او منظورش دستگاه‌هایی شامل پمپ‌ها بود که به وسیله نیرو و فشار آب کار می‌کنند. اما هیچ کدام از این دستگاه‌ها را در مجموعه در حیل نمی‌یابیم. به‌علاوه او توجه ویژه‌ای به کتاب الحیل بنو موسی، یکی از مهم‌ترین کارهای علم مکانیک تا عصر اسفزاری، داشته است. او در باره این کتاب، شرح دقیق‌تری از طرح تلخیص و بازنویسی اش داد.

در واقع میزان مداخله‌اش در متن‌های مختلف مجموعه در حیل از یک متن تا متن دیگر تغییر می‌کند. در حکایات کتاب فیلون، او بیش‌تر بر ترسیم شکل‌هایی تمرکز داشته که با توضیحات

روشن همراه کرده است. در معانی کتاب ایژن، او دامنه برداشتش را وسعت داد، در اظهار نظرانش جامع‌تر بود و روی بندهای طولانی جزئیات فنی تمرکز کرد. اما در کتاب ابلونیوس فی البکرة، به نظر می‌رسد او متن عربی در دسترس را بدون هیچ ویرایشی در مجموعه گنجانده است. اما متن بنوموسی را، در مقایسه با دقت ویژه‌ای بازنویسی کرده است. او تلاش قابل توجهی در بازسازی شکل‌ها و خلاصه کردن توصیف‌ها به کار برد و کوشید خطاها و نواقص موجود در متون رایج عصر خود را بر طرف کند.

اسفزاری در جمع آوری مطالبی که از منابع مختلف به دست آورده بود، تلاش کرد دسترسی به آنها به صورت فشرده آسان شود. او کوشید تمام مسائلی را که مانع فهمیدن‌شان می‌شود با تصحیح خطاهای انباشته شده کاتبان متعدد بر طرف کند. از نقطه نظر تاریخ‌پژوهی این نگرش در بازسازی سنت‌های عقلانی در یک حوزه دانش گران‌بهاست. در حقیقت متن‌هایی که اسفزاری عرضه کرد منبع ارزشمندی برای غنی کردن منابع مکتوب علم مکانیک دوره اسلامی است و به جز رساله مکانیک پاپوس، متن‌هایی که اسفزاری گردآوری و حاشیه نویسی کرد منابع اصلی علم مکانیک موجود در فرهنگ دوره اسلامی تا زمان او را منعکس می‌کنند.

این رویکرد منحصر به اسفزاری نیست. دانشمندان اسلامی دیگر روی کارهای پیشینیان خود دوباره کار کردند و خلاصه‌ها و چکیده‌ها و بازنویسی‌هایی به صورت‌های مختلف با اهداف مختلف، برای غنا و توضیح متن‌های اصلی و رفع خطاها یا تقویت محتوای علمی‌شان، مثلاً با افزودن برهان‌های ریاضی یا عرضه برهان‌های جایگزین تدوین کردند. این بازنویسی‌ها با واژه‌های «اصلاح»، و «تحریر»، که با تجدید ساختار و آسان کردن دشواری‌ها مطابقت دارد، مشخص می‌شد. از این نظر مشهورترین موارد، کارهای موجود از ثابت بن قُرّه و نصیر الدین طوسی است، که با زبان متفاوت و استدلال‌های ریاضی جایگزین، متن‌های مهمی از علوم ریاضی و نجوم نویسندگان پیشین یونانی و اسلامی را باز نویسی کردند. رواج فراوان بازنویسی‌ها و تحریرها از تعداد زیاد دست‌نوشته‌های موجودشان معلوم می‌شود. اما تا آن جایی که ما می‌دانیم پیش‌گامی اسفزاری در حوزه علم مکانیک منحصر به فرد است.

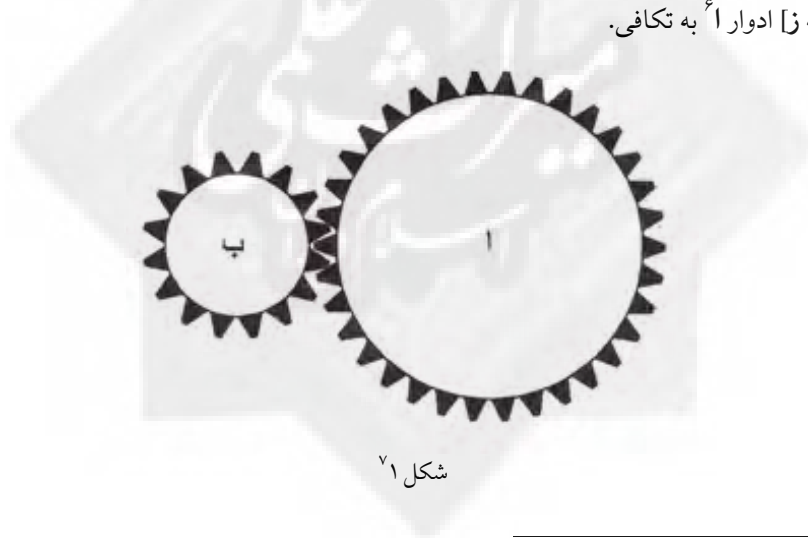
با توجه به این که متن‌های اصلی یونانی آثار هرون و فیلون مفقود شدند و تنها در ترجمه عربی موجودند، اهمیت کار اسفزاری بارزتر می‌شود. بازنویسی این آثار توسط اسفزاری ثابت می‌کند که جامعه علمی اسلامی کارهای مکانیکی ترجمه شده یونان باستان را تحلیل و تشریح کرد؛ همان کاری که در مورد ریاضیات، نجوم، فلسفه، پزشکی و غیره انجام شد. کار اسفزاری که متن بلندی راجع به دستگاه‌های بنو موسی را به صورت روشمندی بازنویسی کرد در نوع خود یکتاست.

ترجمه فارسی کتاب آپولونیوس درباره قرقره‌های دنداندار^۱

تصحیح و توضیح حمیدرضا نفیسی

۱ کتاب آپولونیوس فی البکرات

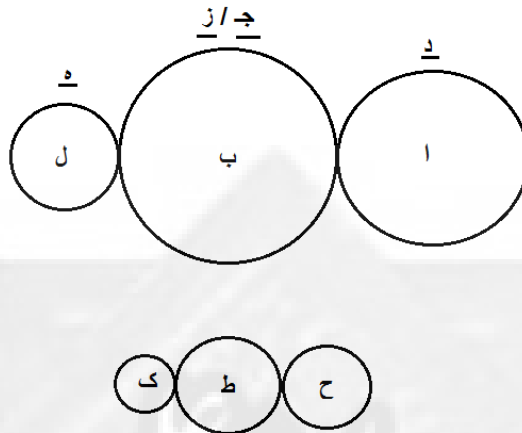
[۱] بگره‌های ا ب متصل اند به دندان‌های یکدیگر، و ج عدد دندان‌های ا بود و د عدد دندان‌های ب [شکل ۱]. پس می‌گوییم که نسبت ج با د چون نسبت حرکت^۳ ب است با [حرکت] ا به طریق تکافی^۴. [دو عدد ه ز را وضع می‌کنیم چنان‌که نسبت یکی از این دو به دیگری چون نسبت ج است با د. چون یک‌دور بکند ا، دور کرده باشد دندان‌های او به عدد ج، پس چون فرض کنیم^۵ عدد دورهای ا به قدر عدد ز، دور کنند از دندان‌های ا به عدد ضرب ج باشد در ز- و آن مساوی عدد دندان‌های ب دایر بود - مساوی بود ضرب د را در ه، و د عدد دندان‌های ب بود و ه عدد دورهای ب در زمانی که ز عدد دورهای ا بود. پس نسبت ج با د چون نسبت ه بود ادوار ب، [به ز] ادوار ا^۶ به تکافی.



شکل ۱

۱. این تصحیح بر اساس نسخه شماره ۱۹۷ مجموعه امام جمعه، دانشکده ادبیات دانشگاه تهران و با استفاده از تصحیح متن عربی آن فراهم شده است.
۲. آنچه درون کروشه آمده است افزوده از متن تصحیح شده عربی یا افزوده برای روشن تر شدن عبارت است.
۳. منظور از حرکت بکره در این گزاره‌ها سرعت زاویه‌ای آن بکره و بر حسب تعداد دور در زمانی معین است.
۴. یعنی به نسبت معکوس
۵. + دایره
۶. + بود
۷. شکل‌ها از متن تصحیح شده عربی است و تنها تصحیح جزئی در شکل‌های ۲، ۴، ۵ و ۷ انجام شد.

[۲] نسبت حرکت بکره^۱ به حرکت بکره^۲ چون نسبت جد با د و [نسبت] حرکت ب با حرکت ل مانده [نسبت] ه بود به ز. همی گویم حرکت ا به حرکت ل نسبتی مؤلف^۱ دارد از نسبت جد به د و از نسبت ه به ز^۲ [شکل ۲].



شکل ۲

فرض کنیم [بکره‌های] ح ط ک [را و فرض کنیم] جد ح ط متناسب بود و ه ز ط ک متناسب بود همچنین^۳. پس حرکت ا و حرکت ح [و حرکت‌های ب و] ط^۴ متناسب بود. پس چون ا دور کند دورهای ح، بگردد ب چند دورها [ای] ط^۵. و حرکت [ب و حرکت ل] متناسب اند [پس چون بگردد ط بگردد ک]^۶. و چون^۷ دور کند ب [و] ط دور کند ل [و] ک پس حرکت ا به حرکت ل مانند [حرکت] ح بود به [حرکت] ک و [حرکت] ح به [حرکت] ک مؤلف است از [حرکت] ح با [حرکت] ط که مساوی است جد^۹ را با د و از [حرکت] ط [به حرکت] ک که مساوی است ه را با ز.

۱. یعنی مرکب

$$۲. \text{ یعنی } \frac{ه}{ز} \times \frac{ج}{د} = \frac{\text{حرکت ا}}{\text{حرکت ل}}$$

$$۳. \text{ یعنی: } \frac{\text{حرکت ح}}{\text{حرکت ط}} = \frac{ج}{د} \text{ و همچنین } \frac{\text{حرکت ط}}{\text{حرکت ک}} = \frac{ه}{ز}$$

۴. در متن به جای "حرکت ح [و حرکت‌های ب و] ط" حرکت ح ط ک نوشته شده است، و در متن عربی "حرکت ح" نوشته شده است.

۵. یعنی برابر

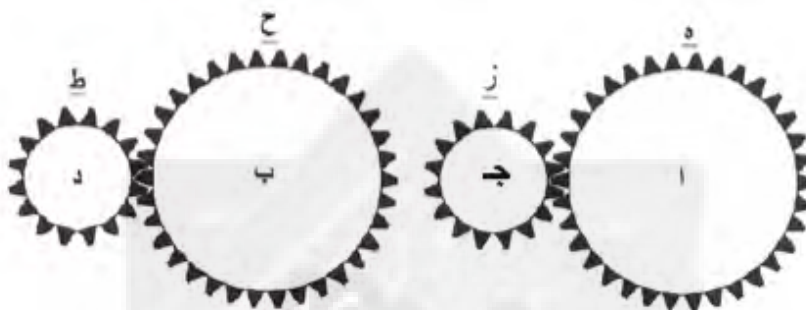
۶. ح بگردد

۷. در متن ا ط ک.

۸. یعنی: $\frac{\text{حرکت ب}}{\text{حرکت ل}} = \frac{\text{حرکت ط}}{\text{حرکت ک}}$ ، در متن عربی: پس چون بگردد ط بگردد ل.

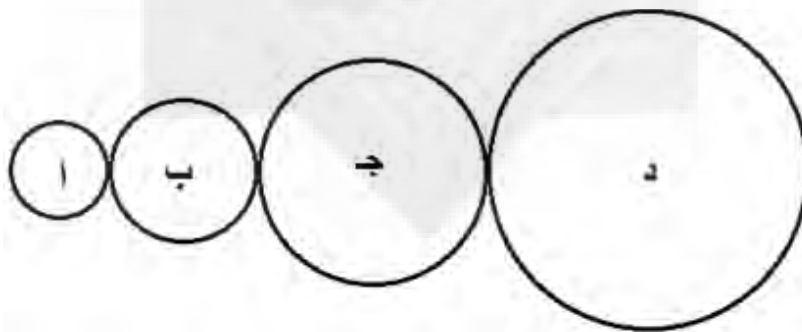
۹. در متن ح

[۳] بکره‌های ا [ج] متصل‌اند و بکره‌های^۱ ب د همچنین متصل‌اند، و فرض کرده‌ایم نسبت حرکت ج با حرکت د مانند [نسبت] ک است به ل [شکل ۳]. همی‌گوییم که نسبت حرکت ا به حرکت ب مؤلف‌اند از نسبت ز دندانه‌های ج به ه دندانه‌های ا و از ک به ل و از ح دندانه‌ها [ی] ب به ط دندانه‌های د. پس ا ج ز ه متناسب‌اند و ج د ک [ل] متناسب‌اند [و د ب ح ط متناسب‌اند]. پس ا به ب مؤلف است از ز به ه و از ک به ل و از [ح] به ط.



شکل ۳

[۴] بکره‌های ا ب ج د متصل‌اند [شکل ۴]. همی‌گوییم که نسبت دندانه‌های [ا] به دندانه‌ها [ی] د [مثل] نسبت سرعت د است [به سرعت] ا به تکافی از بهر آن که ا ب را دندانه‌ها متحرک شوند در یک زمان و یک اندازه، و همچنین ب ج و همچنین^۲ ج د. پس ا د متحرک شود در [یک] زمان از دندانه‌های ایشان هر دو به یک اندازه. پس نسبت دندانه‌های ا به دندانه‌های د چون سرعت د بود به سرعت ا.

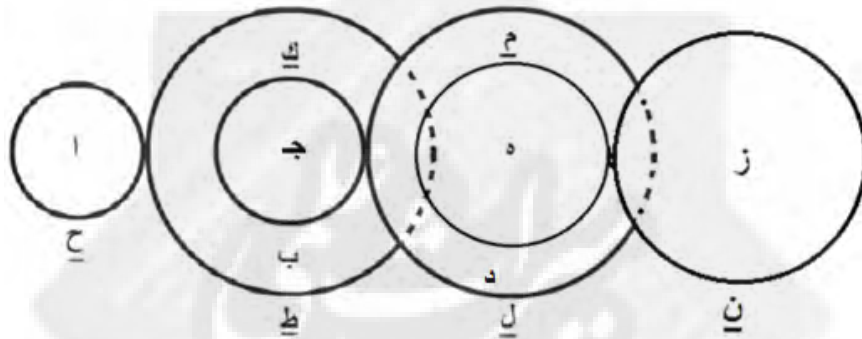


شکل ۴

۱. ک.

۲. ب.

[۵] دو بکرة ا ب متصل اند [و ج بر مرکز ب است، و ج د متصل اند و ه بر مرکز د است و ه ز متصل اند] [شکل ۵]. و عدد ح دندان هاست بکرة ا را و ط مر ب و ک^۲ مر ج [ول مر] در ا و م مر ه را و [ن مر]^۱ ز را. همی گویم که سرعت ا به سرعت ز مؤلف است از ط [به] ح و ازل به ک و از ن به م. از آنک ا ب ط ح متناسب اند و [سرعت] ب چند [سرعت] ج است پس ا ج ط ح متناسب اند و ج د ل ک متناسب اند و [سرعت] ه مانند [سرعت] د است پس ج د ه ل ک متناسب اند و ه ز ن [م] متناسب اند. پس [سرعت] ا به [سرعت] ز مؤلف است از ط به ح و ازل به [ک]^۲ و از ن به م. نسبت [سرعت] ا [به سرعت] ب و [سرعت] ج به [سرعت] د و [سرعت] ه به [سرعت] ز^۳ فرض کرده ایم^۴.



شکل ۵

[۶] خواستیم که کمترین دو عدد یابیم که نسبت یکی از آن به دیگری مؤلف بود از نسبت [های] مفروض [شکل ۶]. ننظر^۵ ا مقدم^۶ با عددهای ب د ز ط توالی^۷، پس اگر مابین بود هر یک را از آن، ب را بر حال بگذارد و اگر مشارک بود یکی مر دیگری را - و آن [به طور مثال] با ز است - بزرگترین عددی بدست آریم که آن هر دو (یعنی ا و ز) را بشمارد و بشمارد ا به قدر ک و ز^۸ به قدر ل. پس از اضعاف بود متساوی دو عدد ک ل را. و ک ل دو جزو اند متساوی عددهای ا ز را. مر مجسم^۹ ح را

۱. + در

۲. + ط

۳. + و ح به ط

۴. یعنی معلوم است

۵. یعنی نگاه می کنیم. در این جا همان فعل عربی "ننظر" نقل شده است.

۶. یعنی صورت کسر، جمع آن مقدمات.

۷. یعنی مخرج کسر، جمع آن توالی.

۸. + و

۹. یعنی حاصل ضرب سه عدد

در ه در جـ اگر بزنند^۱ در ا - آنک او اضعاف ک است - اضعاف گردد اضعافی آن را کی باشد اضعاف ل. از ضرب مجسم ب در د در ط اگر بزنند در آن [ز]^۲ کی او اضعاف ل است، باشد اضعاف متساوی مر اضعاف اول را مر قدر ضرب مجسم را در [ز]^۳. پس آن‌گاه ا در [جـ در ه در ح مانند ب]^۴ در د در ز در ط بود^۵ و اول مؤلف از نسبت‌ها فرض کرده، پس توالی چنان بود و همچنین چون بگردانند جمله ارکان مقدمات [و ارکان] توالی پس چون اعداد او می‌شوند مبلغ اقل اعداد بر آن نسبت بود.



شکل ۵۶

[۷] به فرض نسبت ا به ب نهادیم و خواهیم که بیابیم نسبت اعظم از مفروض یا اصغر از آن [شکل ۷]. ضرب ا^۶ در عددی از اعداد و آن د باشد^۷ جمع آید ه قسمت کنیم بر ب برون آید ز بکاهانیم از ز مقدار بماند جـ پس جـ به د کمتر از مفروض است و اگر زیاد کنیم بر ز چیزی از چیزها، به جـ رسد. پس جـ به د بزرگتر از مفروض بود و چون سخن [به این] جایگاه رسید^۸ تمام شد آن قدر که یافته‌اند از کتاب آبلونیوس در بکره‌ها بحمدالله و مته.

۱. یعنی ضرب کنند

۲. د

۳. ل

۴. عبارت درون کروه در متن خط‌خوردگی دارد و معشوش است.

۵. ا، جـ، ه، ح صورت‌های کسره‌ایی که در هم ضرب شده‌اند؛ ب، د، ز، ط به ترتیب مخرج‌های آن کسرهاست؛ نسبت حاصل ضرب ک‌ها به حاصل ضرب ل‌ها کمترین دو عددی می‌شوند که نسبت‌شان حاصل ضرب نسبت‌های مفروض است.

۶. + و

۷. در متن: باد

۸. در متن: رسد



شکل ۷

توضیحات گزاره‌ها:

گزاره ۱:

$$\frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ه}}{\text{ز}} \Rightarrow \frac{\text{تعداد دورهای ب}}{\text{تعداد دورهای ا}} = \frac{\text{تعداد دندان‌های ا:ج}}{\text{تعداد دندان‌های ب:د}} \Rightarrow \text{ه} \times \text{د} = \text{ز} \times \text{ج}$$

گزاره ۲:

$$\frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ه}}{\text{ز}} \Rightarrow \frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ه}}{\text{ز}} \times \frac{\text{ب}}{\text{د}}$$

$$\frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \Rightarrow \frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ز}}$$

$$\frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ز}} \Rightarrow \frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ز}} \times \frac{\text{ح}}{\text{ط}}$$

$$\frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ز}} \Rightarrow \frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ز}} \times \frac{\text{ح}}{\text{ط}}$$

$$\frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ز}} \Rightarrow \frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ز}} \times \frac{\text{ح}}{\text{ط}}$$

گزاره ۳:

$$\frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ز}}{\text{ه}} \Rightarrow \frac{\text{ح}}{\text{ط}} = \frac{\text{ز}}{\text{ه}} \times \frac{\text{ب}}{\text{د}}$$

$$\frac{\text{ک حرکت ج}}{\text{ل حرکت د}} = \frac{\text{ک ح}}{\text{ل ط}} \times \frac{\text{ح ز}}{\text{ط ه}} \times \frac{\text{ح حرکت ج}}{\text{د حرکت د}} = \frac{\text{ک ح}}{\text{ل ط}} \times \frac{\text{ح ز}}{\text{ط ه}} \Rightarrow \frac{\text{ک حرکت ج}}{\text{ل حرکت د}} = \frac{\text{ک ح}}{\text{ل ط}} \times \frac{\text{ح ز}}{\text{ط ه}}$$

گزاره ۴:

$$\frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ج}} = \frac{\text{تعداد دندان‌های ج}}{\text{تعداد دندان‌های د}}, \frac{\text{سرعت ج}}{\text{سرعت ب}} = \frac{\text{تعداد دندان‌های ب}}{\text{تعداد دندان‌های ج}}, \frac{\text{سرعت ب}}{\text{سرعت ا}} = \frac{\text{تعداد دندان‌های ا}}{\text{تعداد دندان‌های ب}}$$

$$\frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ا}} = \frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ج}} \times \frac{\text{سرعت ج}}{\text{سرعت ب}} \times \frac{\text{سرعت ب}}{\text{سرعت ا}} = \frac{\text{تعداد دندان‌های ج}}{\text{تعداد دندان‌های د}} \times \frac{\text{تعداد دندان‌های ب}}{\text{تعداد دندان‌های ج}} \times \frac{\text{تعداد دندان‌های ا}}{\text{تعداد دندان‌های ب}}$$

$$\frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ا}} = \frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ج}} \times \frac{\text{سرعت ج}}{\text{سرعت ب}} \times \frac{\text{سرعت ب}}{\text{سرعت ا}}$$

گزاره ۵:

$$\frac{\text{ن سرعت ه}}{\text{م سرعت ز}} = \frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ه}}, \frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ه}} = \frac{\text{ل}}{\text{ک}}, \frac{\text{سرعت ج}}{\text{سرعت د}} = \frac{\text{ط}}{\text{ح}}, \frac{\text{سرعت ا}}{\text{سرعت ب}} = \frac{\text{ط}}{\text{ح}}$$

$$\frac{\text{ن}}{\text{م}} \times \frac{\text{ل}}{\text{ک}} \times \frac{\text{ط}}{\text{ح}} = \frac{\text{ط}}{\text{ح}} \times \frac{\text{سرعت ج}}{\text{سرعت د}} \times \frac{\text{سرعت د}}{\text{سرعت ه}} \times \frac{\text{سرعت ه}}{\text{سرعت ز}}$$

گزاره ۶:

در این گزاره، در حاصل ضرب چهار کسر، عوامل مشترک از صورت و مخرج حذف می‌شوند تا صورت و مخرج کسر به کوچکترین شکل ممکن تحویل شود.

گزاره ۷:

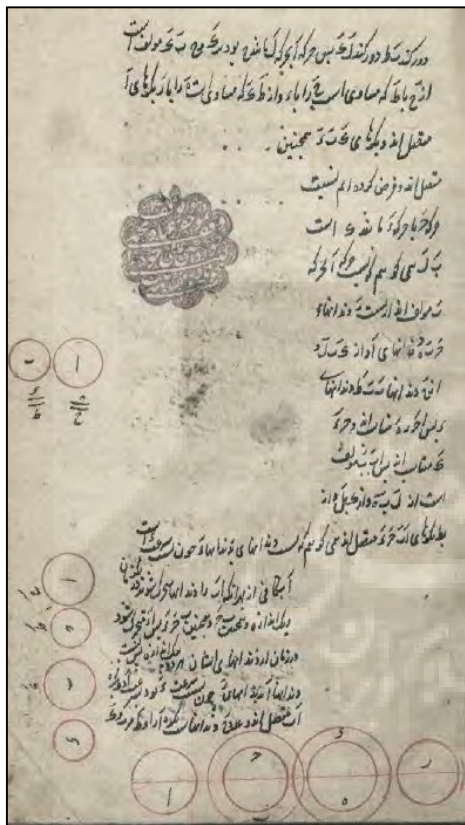
$$\frac{۱}{ب} = \frac{\text{الف}}{ب} \text{ مفروض, } د \times \frac{۱}{ب} = \frac{د}{ب}, \frac{۱}{ب} = \frac{۱}{ب}$$

$$\frac{۱}{ب} < \frac{۱}{د \times ب} = \frac{\text{الف}}{ب} - \frac{۱}{د \times ب} = \frac{د \times \text{الف}}{د \times ب} - \frac{۱}{د \times ب} = \frac{د \times \text{الف} - ۱}{د \times ب} = \frac{د \times \frac{۱}{ب} - ۱}{د \times ب} = \frac{\frac{د}{ب} - ۱}{د \times ب} = \frac{\frac{د - ب}{ب}}{د \times ب} = \frac{د - ب}{د \times ب \times ب} = \frac{د - ب}{د \times ب^2}$$

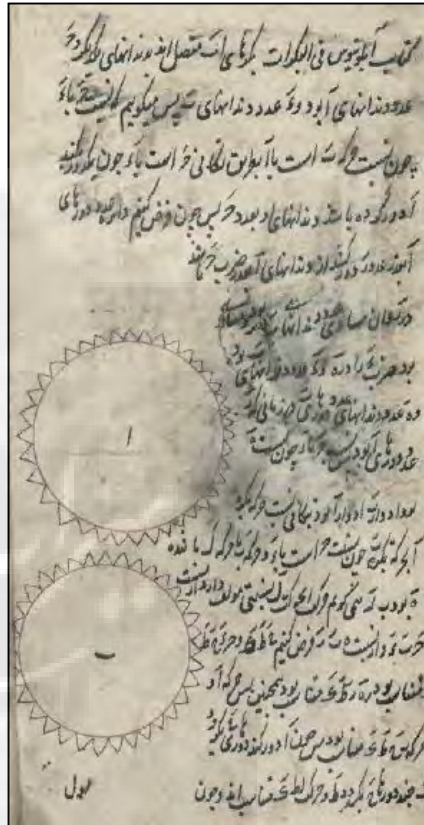
$$\frac{۱}{ب} > \frac{۱}{د \times ب} = \frac{\text{الف}}{ب} + \frac{۱}{د \times ب} = \frac{د \times \text{الف}}{د \times ب} + \frac{۱}{د \times ب} = \frac{د \times \text{الف} + ۱}{د \times ب} = \frac{د \times \frac{۱}{ب} + ۱}{د \times ب} = \frac{\frac{د}{ب} + ۱}{د \times ب} = \frac{\frac{د + ب}{ب}}{د \times ب} = \frac{د + ب}{د \times ب^2}$$



تصویر صفحات نسخه خطی ترجمه فارسی کتاب آپولونیوس در باره قرقه‌ها از نسخه شماره ۱۹۷ مجموعه امام جمعه کرمان، دانشگاه تهران:



صفحه ۲



صفحه ۱

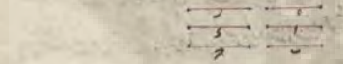
مرکز و او هم قره و او در مرکز ای کوم که در وسط حرکت میخواند است طبع اول
 یک دوازده تن
 م از اول طبع است
 ادور سوزن است
 بر این طبع است



و در اول و در ثانی اندوه مانده است پس حرکت اول که چهار صد و پنجاه تن
 حساب شده اند پس از بر موی است از طبع و از یک یک و از هم که در اول است
 به طبع و در طبع از هم که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 بدین طبع است که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 از میان بود در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 و گری را در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 را در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 از میان است که در اول است که در اول است که در اول است
 است که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 در اول است که در اول است که در اول است که در اول است

صفحه ۳

بوده و در ثانی در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 همان بود و در ثانی در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 به طبع است که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 است که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 به طبع است که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 است که در اول است که در اول است که در اول است که در اول است
 در اول است که در اول است که در اول است که در اول است



صفحه ۴

