

دستگاه خودکار (اتوماتیک) و تعادل

نویسنده مقاله: کنستانتین کاناواس^۱

Constantin Canavas^۱

مترجم مقاله:

سجاد سربلوکی / دانشجوی دکتری تاریخ علم دولتی دانشگاه تهران، دانشکده الهیات و معارف اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۵

چکیده

کتاب راهنمای راتلج در مورد علوم جوامع اسلامی^۱ تحت نظارت و ویراستاری نویسنده شهیر آلمانی سونیا برنتیس آگردآوری و در سال ۲۰۲۲ میلادی چاپ شده است. این کتاب نوعی پژوهش جامع در زمینه علوم در سده‌های ۸ تا ۱۹ میلادی جهان اسلام را ارائه می‌کند. در این کتاب گروهی از نویسندگان متخصص، در شش بخش، زمینه‌های مختلف سنت‌های فکری و علمی بخش وسیعی از جوامع اسلامی در غالب نهادهایی همچون دادگاه، مدرسه، بیمارستان و رصدخانه و حتی نهادهای ترغیب‌کننده فعالیت‌های علمی از جمله هنر و صنایع دستی را تحلیل می‌کنند. در این کتاب جدا از تحلیل شیوه‌های علمی مسلمانان، به شیوه‌های علمی اقلیت‌های غیرمسلمان در محدوده جهان اسلام نیز پرداخته شده است که می‌تواند منبع ارزشمندی برای علاقه‌مندان تاریخ علم و اندیشه، تاریخ اجتماعی و فرهنگی، مطالعات اسلامی جوامع خاورمیانه و آفریقا و اروپا و جنوب شرق آسیا باشد. با توجه به اهمیت علوم عملی و فناوری در دوره شکوفایی اسلامی، مقاله تحت عنوان «اتوماتیک و تعادل» (بخش ۱، ۹ صص ۱۱۳-۱۲۹) از کتاب راهنمای راتلج در مورد علوم در جوامع اسلامی را برای ترجمه انتخاب نمودم تا در اختیار علاقه‌مندان به فناوری دوره اسلامی قرار گیرد. **واژگان کلیدی:** فناوری، تعادل، دوره اسلامی، دستگاه خودکار.

^۱ ROUTLEDGE HANDBOOK ON THE SCIENCES IN ISLAMICATE SOCIETIES

^۲ Sonja Brentjes: او یک مورخ علم جهان اسلام است و برای موسسه ماکس پلانک برلین تحقیق می‌کند. تحقیقات وی شامل: تاریخچه علوم ریاضی، نقشه برداری، موسسات بین فرهنگی، تبادل دانش و نقش هنر در علوم است.

چکیده مقاله

در این نوشتار بر متون علمی عربی در مورد تجهیزات خودکار (اتوماتیک) و تعادل در جهان اسلام در خلال قرون ۳ تا ۹ قمری (۹ تا ۱۵ میلادی) تمرکز نمودم. (زبان علمی رایج در جهان اسلام در این دوره زبان عربی است). این نوشتار متون ادبی فارسی یا عربی که از فناوری عجیب و افسانه‌ای دربار ساسانی پیش از اسلام حکایت می‌کند را شامل نمی‌شود. همچنین فناوری‌های عثمانی و جوامع اسلامی جنوب آسیا (مغول-گورکانی) خارج از محدوده کاوش مورد نظر من است.

۱- مقدمه

اتوماتیک^۳ در اصطلاح فلسفی یونانی باستانی به «چیزی اشاره می‌کند که با اراده خود عمل کند»^۴. از نقطه نظر عملکردی، هنگامی که مکانیزم‌های مصنوعی ساخته دست بشر، اعمالی را به تنهایی و به خودی خود و بدون دخالت آشکار خارجی انجام می‌دهند، اتوماتیک نامیده می‌شوند. در سنت عربی چنین وسایلی معمولاً با اصطلاح حیل^۵ خوانده می‌شود که اغلب در متون انگلیسی به «دستگاه‌های مکانیکی مهندسی» ترجمه شده است (Canavas 2009a, 74). اصطلاح اینجینیوس^۶ در انگلیسی و اینجینیر^۸ در فرانسوی نزدیک به چنین مفهومی است. علاوه بر زمینه‌های فناوریانه، اصطلاح حیل^۹ که در عربی جمع حیل بوده و این واژه به‌عنوان یک اصطلاح فنی برای تدابیر جنگی نیز استفاده می‌شود. همچنین این اصطلاح در ژانر ادبی برای ترفندهایی تکدی‌گری، جادوگری، کلاه‌برداری از مردم عادی بکار می‌رود و به نحوی عملاً استفاده از ابزار قانونی برای نیل به اهداف غیرقانونی را توصیف می‌کند (Schacht 1971, 511a). بررسی‌های ریشه‌زبان‌شناختی که توسط محمد اباطوی^{۱۱} ارائه شده است، برخی از مفاهیم رایج در استفاده از این اصطلاح را در زمینه‌های مختلف نشان می‌دهد (Abattouy 2000a, 12-13). گرچه ممکن است در بررسی‌ها برای آشکارسازی ابهامات استفاده از ریشه‌زبان‌شناختی اصطلاح حیل، ابعاد ژرف کاربرد علمی و فناوریانه این اصطلاح پنهان بماند. اباطوی از دهه ۱۹۹۰ میلادی روی سنت‌های مکانیک عربی و روابط آن‌ها با سنت‌های مکانیک یونانی کار کرده است. پروژه‌های او شامل ویرایش و تجسم، تفسیر و مقایسه متون عربی در زمینه مکانیک و سایر رشته‌های مرتبط بود (نمایشگاه مرکزی وی نوشتار حاضر را، هم به‌عنوان یک منبع ارزشمند و هم به‌عنوان یک تفسیر و چشم‌انداز مناسب، ارائه نموده است). رویکرد او از دیدگاه معرفت‌شناختی با درک مناسب از روایات عربی در مورد علم الحیل^{۱۲} (مکانیک) به‌عنوان یک برنامه هوشمندانه ریاضیاتی است که به اجسام طبیعی القاء می‌شده است. در حقیقت، فیلسوفان سنت عربی اسلامی مانند فارابی (م ۳۳۹ قمری / ۹۵۰ میلادی) شاخه‌ی نظری از طبقه‌بندی رشته‌های علمی ارائه دادند که در آن علم الحیل مرتبط با علم اوزان (علم الاثقال)^{۱۳} و تعادل و میزان^{۱۴} بود. با توجه به طبقه‌بندی فارابی، علم ریاضیات دربرگیرنده علم اوزان است (علم ترازوها و اصول مربوط به جابجایی اجسام سنگین) و علم الحیل (تجهیزات مکانیکی مبتکرانه) کاربرد اصول ریاضی را در اجسام طبیعی نشان می‌داد (al-Fārābī 1948[CB], 1). پس از این طبقه‌بندی، اباطوی استدلال می‌کند که اصطلاح حیل به‌طور کلی در متون عربی، نه فقط (Abattouy 1997, 14) 9-88. این طبقه‌بندی، اباطوی استدلال می‌کند که اصطلاح حیل به‌طور کلی در متون عربی، نه فقط به لحاظ فلسفی بلکه بدون هرگونه محدودیتی برای نشان دادن رشته‌ها یا شاخه‌های نظری مکانیکی (ریاضیاتی) مورد استفاده قرار می‌گیرد (Abattouy 1997, 14-18, 2000a, 2000b). علاوه بر مورد مذکور، از تجهیزات مکانیکی مبتکرانه به‌عنوان دستگاه‌های متحرک (الحرکات)^{۱۵} نیز برای مثال در الفهرست ابن‌الندیم (متوفی ۳۸۰ قمری / ۹۹۰ میلادی) - (Ibn al-Nadīm, 1871)

³ automaton (pl. automata)

⁴ something acting by its own will

⁵ ḥiyal

⁶ mechanical devices

⁷ ingenious

⁸ ingénieur

⁹ ḥīla

¹ ḥiyal

¹ Muhammad Abattouy

¹ ilm al-ḥiyal

¹ ilm al-athqāl

¹ mīzān/mawāzīn

¹ al-ḥara-kāt

(1872[CB], 1: 265, 272, 285) و در *مفاتیح العلوم* ابو عبدالله الخوارزمی (م ۳۸۷ قمری / ۹۹۷ میلادی) (al-Khwārazmī) (1968, 246-9)، یاد می‌شود. اباطوی این‌گونه استنباط می‌کند در واقع حیل یک سنت مضاعف در ادبیات عرب است که از سویی پیرو مکانیک نظری منصوب به ارسطو (سده اول میلادی) و پاپوس (سده چهارم میلادی) (هر دو از اسکندریه) و از سوی دیگری به نحوی پیرو مفهوم حرکت: مربوط به مفاهیم عملی، فناوریانه و دستگاه‌های تقلیدکننده حرکات است (Abattouy 2000a, 14-16).

پیشنهادهای اباطوی در خصوص شبکه‌های معانی اصطلاحی عربی شامل مفاهیم و تحقق تجهیزات مکانیکی مبتکرانه (مهندسی) با توجه به نویسندگان خاص رساله‌ها و دوره‌های مربوطه قطعاً آموزنده و ارزشمند است. تلاش او در قالب حجم عظیمی از متون و روایات در یک تفسیر جامع معرفت‌شناسانه در طول چند سده با بررسی چندین نویسنده مدل و با در نظر گرفتن اصطلاحات همگن منحصربه‌فرد در شرایط متنی متفاوت و ناهمگون، منجر به ساده‌سازی و حل‌وفصل بسیاری از تناقضات گاه‌وبیگاه و سوءتفاهم‌های احتمالی می‌شود. در رساله‌های بنو موسی (ق ۳ قمری / ۹ میلادی) و بدیع‌الزمان ابی‌العزین اسماعیل جزری (م ح ۶۰۲ قمری / ۱۲۰۶ میلادی) صراحتاً به اصطلاح حیل رجوع شده است. براساس استدلال اباطوی، این موارد متعلق به رساله‌های مربوط به حرکت هستند. اباطوی با ترجمه اصطلاح کلی حیل به «مکانیک»، خودسرانه پیشینه نظری ثابتی را فراتر از برداشت‌های تاریخی فرض می‌گیرد. این فرض شامل رساله‌های علوم نظری عربی برای مثال آثار منصوب به ارسطو قرن ۴ قمری (۱۰ میلادی) که معانی اصطلاح حیل را در برمی‌گیرد، می‌باشد (Abattouy 1997, 11) و همچنین شامل اثر خلاصه ابزارهای جزری (اثر جزری شاخه نظری را شامل نمی‌شود) که بیش از دو قرن بعد نوشته‌شده و اباطوی این ۲ رساله مهم را در یک سنت همگن و یکدست از دستگاه‌های مکانیکی قرار داده است: ابزارهای بدیع جزری، جدا از اینکه تجهیزات (ماشین) کاربردی هستند، تکنیک‌ها و اجزای مهمی در توسعه فناوری ماشینی محسوب می‌شوند (Abattouy 1997, 31).

اما مشکل دیگری وجود داشت آن‌هم استفاده از برچسب شاخه عملی ابن ندیم از مفهوم حرکت برای علوم نظری (بخصوص در دسته‌بندی آلات مهندسی *الحیل* بنو موسی) است. اباطوی سعی می‌کند از مواجهه با این مشکل اجتناب نموده و پیشنهاد می‌کند که کثرت تعدد معانی اصطلاح حیل را وابسته به شرایط و دیدگاه‌های خاص زمانه بدانند. وی با تأکید بر اصول درونی عملکرد حیل یا پدیده حرکت، فقدان سازگاری اصطلاحات مرتبط به یک دیدگاه خاص را به‌طور کلی پذیرفته‌شده می‌داند. او همچنین فقدان یک طبقه‌بندی منسجم و پذیرفته‌شده در نسخ قرون ۳ و ۴ قمری (۹ و ۱۰ میلادی) را فراتر از محدودیت متنی نویسندگان آن دوره، برمی‌شمارد. در واقع درک متنوعی چندمعنایی در طبقه‌بندی شاخه‌های مختلف علوم نظری و عملی رایج در جهان اسلام در مورد مکانیک، تعادل و دستگاه‌ها (اتوماتیک) زمانی به دست می‌آیند که نویسندگان با توجه به مقاصد عمومی موردنظرشان برای گنجاندن آن‌ها در ذیل یک شاخه خاص علمی، در نظر بگیرند (Brentjes 2018[CB], 187-211).

ابن‌الندیم یک طبقه‌بندی از نوع فهرستی برای خوانندگان علاقه‌مند ارائه می‌دهد. فارابی یک ترکیب دقیق ارسطویی از دانش علمی را بر اساس اصول دوگانه نظری بالقوه و بالفعل برای دانشمندان (متکلمان، فیلسوفان) در نظر می‌گیرد. در مقابل، خوارزمی اثر فرهنگنامه‌ای که مروری بر رشته‌ها و شیوه‌های موجود در خصوص جامعه علمی دولتی سامانیان علاوه بر عامه غیرعلمی ارائه می‌دهد. تلاشی مشابه از انتقال متون تجهیزات مکانیکی مبتکرانه (مهندسی- اوزان و ترازوها) را باید برای شخصی با تخصص غیر مرتبط بنام اسفزاری (اواخر ق ۵ و اوایل ق ۶ قمری / اواخر ق ۱۱ و اوایل ق ۱۲ میلادی) در نظر گرفت. اثر وی در مورد علوم اوزان و تجهیزات مکانیکی توسط اباطوی و الحسنی^۷ ویرایش و به انگلیسی ترجمه‌شده است (al-Isfizārī 2013, 2015). به‌رحال برای حل این مسئله، برنتیس و رن^۸ مجموعه‌ای از متون ناهمگون را به‌عنوان الگویی برای چنین رویکردی در مورد مطالعات ثابت بن قره (م ۲۸۸ قمری / ۹۰۱ میلادی) در خصوص تعادل و شرایط خاصی که تحت آن تعادل صورت می‌پذیرد، (طبق مطالعاتی که در ق ۳ قمری / ۹ میلادی در جهان اسلام تکامل یافت) پیشنهاد داده‌اند (Brentjes and Renn 2016, 67-99). ادامه تاریخچه تحقیق در مورد تجهیزات خودکار (اتوماتیک) و ترازو در متون عربی در غالب چارچوب سؤال خاصی بررسی می‌شود. در مرحله بعدی متن‌ها با رویکرد هرمنوتیکی ارائه‌شده‌اند که این نوشتار بر تاریخچه و انتقال خاص آن‌ها تأکید دارد.

¹ Kitāb al-ḥiyāl

6

¹ al-Hassani

7

¹ Renn

8

۲- پیشینه تحقیق در مورد دستگاه خودکار (اتوماتیک) و تعادل در متون عربی

تحقیقات علمی در مورد دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) در جهان اسلام در چند مرحله مختلف صورت گرفت. در پایان قرن ۱۹ میلادی، دانشمندانی مانند برنارد کارا دو وو^۱ (۱۸۶۷-۱۹۵۳ میلادی) به دنبال نسخ خطی عربی بودند که نشانی از متون علمی گمشده یونانی منتقل شده بودند. کارا دو وو این‌گونه رساله‌های عربی را از جمله نسخه‌های مکانیک (شیل الاثقال) هرون اسکندرانی^۲ (۶۰۰ میلادی) در ۱۸۹۴ میلادی و پنوماتیک فیلون بوزنطی^۳ (ح ۲۸۰ تا ۲۲۰ قبل میلاد) در ۱۹۰۳ میلادی، جمع‌آوری، مطالعه، ویرایش و به زبان عربی ترجمه کرده است (Carra de Vaux 1903).

مرحله دوم عمدتاً توسط ویدمان^۴ (۱۸۵۲-۱۹۲۸ میلادی)، استاد فیزیک در دانشگاه ارلانگن^۵ آلمان انجام شد. ویدمان با کمک فیلسوفان عرب تعداد زیادی ترجمه از متون عربی در زمینه فیزیک نظری (از جمله موضوعات ترازو، اهرم و قرسلون^۶ و ترازو با بازوهای نابرابر) و سایر اشیاء فناورانه (از جمله قطب‌نما، آینه و دستگاه‌های خودکار) و همچنین ریاضیات، کیمیاگری، پزشکی و سایر رشته‌های علوم و فنون اسلامی قرون وسطی منتشر نمود. آثار وی (مقالات کوتاه یا طولانی) به صورت التقاطی به یک شیء یا موضوع یا فصل موضوعی برگرفته از یک نسخه خطی عربی منتشر نشده، پرداخته و در مجموعه‌هایی مانند «جلسات انجمن فیزیکی-پزشکی»^۷ در ارلانگن^۸ و یا رساله‌هایی از «آکادمی امپراتوری لئوپولدینو-کارولینی آلمان»^۹ در ناتورفرچر^{۱۰} منتشر شد (بعدها این دو اثر باهم در دو جلد بازنشر شدند). هدف ویدمان این بود که موضوعاتی را از طریق رساله‌های عربی و سخنرانی‌های عمومی در دسترس محققان و حتی عموم مردم قرار دهد. وی با پیروی از انگیزه شرق‌شناسی زمان خویش، تداوم دوره هلنیستی و اواخر دوران باستان یونانی-رومی را مثل متون عربی که اشاره به ساعت‌های آبی ارشمیدس^{۱۱} (م ۲۱۲ ق میلاد) و هرون اسکندرانی و سایر نویسندگان مشهور که در متون علمی عربی وجود داشتن، به نمایش می‌گذاشت. (Wiedemann 1910, 1913-1916a, 1913-1916b; Thābit ibn Qurra 1911-1912). ترازوها، هیدرولیک، پنوماتیک و دستگاه‌های خودکار در مکانیک (شیل الاثقال) هرون اسکندرانی نقاط مرجع شاخص بودند. نسخه‌های خطی یونانی مربوطه به اواخر از جمله متن ترجمه عربی مکانیک (شیل الاثقال) هرون اسکندرانی (اصل یونانی این اثر دیگر موجود نیست) توسط ویلهلم اشمیت^{۱۲} (۱۸۶۲-۱۹۰۵ میلادی) جمع‌آوری، ترجمه، تفسیر و منتشر شده است.

ویدمان به بافت تاریخی و زبانی که متون در آن‌ها متولد شده، توجه نمی‌کرد. او همچنین علاقه‌ای به یافتن پاسخ پرسش‌های کد شناختی نبود و یا شیفتگی برای جمع‌آوری چند نسخه خطی از یک متن نشان نمی‌داد (حتی در مواردی که به آن‌ها دسترسی داشت). زمانی که او چندین نسخه خطی در مورد یک موضوع به دست می‌آورد، باهدف بازسازی و توصیف قابل قبول از یک دستگاه فنی کار را شروع و با همین هدف غالب کار را به انجام رسانیده و منتشر می‌نمود. در زمینه بازسازی عملکرد دستگاه‌ها مطالعات ارزشمندی که به زبان آلمانی در مورد کتاب الحیل بنو موسی در کتاب فردریش هاووزر^{۱۳} (۱۸۸۳-۱۹۵۸ میلادی) به عمل آمده است، نیز قابل اشاره است (Banū Mūsā 1922). لازم به ذکر است که تلاش عظیم برای بازسازی عملکرد دستگاه از دیدگاه یک فیزیکدان همچون ویدمان صرفاً بر اساس توصیف‌ها و تصاویر متون عربی موجود و بدون وجود شواهد باستان‌شناسی کافی برای دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک)، امری کاملاً خلاقانه محسوب می‌شود.

مرحله سوم از تحقیقات مدرن محققان در خصوص دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک‌ها) در متون عربی در حدود نیمه اول قرن بیستم توسط تاریخ‌نگاران هنر آغاز شد، آن‌ها به تصویرسازی نسخه‌های خطی عربی بخصوص متون بنو موسی و جزری علاقه‌مند

¹ Bernard Carra de Vaux

9

² Hero

0

² Philo of Byzantium's

1

² Eilhard Wiedemann

2

² Erlangen

3

² al-qarastūn

4

² Sitzungen der Physikalisch-medizinischen Sozietät

5

² Erlangen

6

² Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Ca rolinischen Deutschen Akademie

7

² Naturforscher

8

^{۲۹} این رساله اهمیت خاصی دارد زیرا جزری آن را یکی از منابع خود دانسته است (مجموعی همدانی)

³ Wilhelm Schmidt

0

³ Friedrich Hauser's

1

شده بودند. متأسفانه، تصاویر متون منتشرشده مورد توجه برای مطالعه بر روی برگه‌هایی بود که قبلاً توسط مجموعه‌داران، بازرگانان و سارقان هنری غرب یا خاورمیانه از نسخه‌های خطی مربوطه جدا شده بودند. این برگه‌ها در نهایت راه خود را به مجموعه‌ها، گالری‌ها و موزه‌ها، عمدتاً در غرب اروپا و ایالات متحده پیدا کردند، در حالی که اصل بخش متن‌های منته شده، باقی ماندند و بعداً در کتابخانه‌هایی مانند کتابخانه کاخ توپکاپی^۳ یا ایاصوفیه^۴ در استانبول «کشف» شدند. با مراجعه به ام-اس استانبول^۴، کتابخانه سلیمانیه، ایاصوفیه^۵، دونالد ر. هیل^۶ مشخص می‌شود: ارزش این آثار برای تاریخ‌نگاران هنر به خوبی شناخته شده بود و تعدادی از تصاویر مینیاتوری انتزاعی نیز در غرب پراکنده شدند که در مورد این مینیاتورها مطالب زیادی نوشته شده است. از ۵۰ تصویر اصلی متن ۲۳ مورد از نسخه خطی جدا شده و از این تعداد تنها ۱۵ تصویر ردیابی شده است (به عنوان مثال ۶ تا در موزه هنرهای زیبای بوستون و دو تا در موزه هنر فاگ دانشگاه هاروارد و از ۸ مورد دیگر اثری باقی نمانده است و برخی از تصاویر کوچک‌تر نیز دیگر وجود ندارد) (1981, 89-90). اکثر نسخه‌های خطی عربی سالم یا قطعه‌قطعه شده، ثبت و گردآوری و به انگلیسی ترجمه و ویرایش شدند.

در مراحل بعد بورس‌های تحصیلی ارائه شد که بر نقد نسخه‌های آثار در خصوص مبحث دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) متمرکز بود. در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ میلادی توسط مهندس دونالد ر. هیل و محققان موسسه تاریخ علوم عربی (معهد التراث العلمی العربی) وابسته به دانشگاه حلب سوریه (تأسیس ۱۹۷۶ میلادی) نسخه‌هایی از آثار دستگاه خودکار (اتوماتیک)، مانند کتاب الحیل بنو موسی (Banū Mūsā 1981; Banū Mūsā 1979[CB]) و کتاب الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعة الحیل جزری (Banū Mūsā 1979; al-Jazarī 1974[CB])، با تصحیح احمد یوسف الحسن (۱۹۲۵-۲۰۱۲ میلادی) انجام شد. با این تعامل، در میان سایر مطالعات، مرورهای مختصری از تاریخچه فناوری اسلامی صورت پذیرفت (Hill 1991; al-Hassan and Hill 1986[CB]) که بر اساس این مطالعات و تصحیح و نقد نسخه‌ها، پرسش‌هایی درباره پیوندهای احتمالی بین این رساله‌ها و نسخه‌های قبلی (از جمله ترجمه‌های عربی متون از یونانی که در اواخر دوران باستان بانام اشخاصی چون هرون اسکندرانی یا فیلون بوزنطی شناخته شده است) را می‌توان پاسخ داد و حتی در بسیاری از موارد شبهات را از طریق روش‌های زبان‌شناسی و کد شناختی مرتفع نمود. یکی از اجزای اساسی پیشگام کار دونالد ر. هیل، ساخت مدل‌هایی با مقیاس کاملاً دقیق از دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) به ویژه ساعت‌های عظیم هیدرولیکی-مکانیکی که توسط جزری توصیف شده بود، است. دونالد ر. هیل با انجام این کار، شرح‌ها و تصاویری را که از دست‌نوشته‌های گردآوری شده به دست آمده بود را دنبال کرد. در چنین پروژه‌هایی، لزوم تصمیم‌گیری در مورد مسائلی که سازنده‌های مدرن نمی‌توانند مستقیماً از متن استخراج کنند، آشکار می‌شود. تفاسیر و تصاویر این متون بر اساس تجربه بازسازی‌های مدرن برخی از ترجمه‌های عربی ثبت و ضبط شده است. ساخت مدل‌های فیزیکی و متحرک‌سازی و شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی از دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) توصیف شده در رساله‌های بنو موسی و جزری به طور فزاینده‌ای توجه پژوهشگران، مؤسسات دانشگاهی و موزه‌هایی شامل مؤسسه تاریخ علوم اسلامی عرب (در فرانکفورت-ام-ماین^۷ آلمان) و موزه تاریخ علم و فناوری اسلامی (در استانبول) که هر دو توسط سزگین^۸ (۲۰۱۸-۱۹۲۴ میلادی) تأسیس شده، همچنین مؤسسه تاریخ علوم عربی در دانشگاه حلب سوریه و موسسه جهان عربی^۹ (در پاریس) را به خود جلب کرده است. رسانه‌های جمعی معاصر و فعالیت حضوری و آنلاین در وبسایت مؤسسه‌های همانند «بنیاد علم فناوری و تمدن» انگلستان در پروژه‌های پرشور و بحث‌برانگیز، دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) اسلامی را به نمایش گذاشته و این گونه علم و فناوری اسلامی مقارن با قرون وسطی را رواج داده‌اند (al-Hassani 2012). در چند مورد اخیراً ساده‌انگاری بیش از حد روایات دانشگاهی و یا حتی نادیده گرفتن و تحریف شواهد علمی و تاریخی مشهود است (Brentjes et al. 2016 CB).

³ Topkapı	2
³ Hagia Sophia	3
³ MS Istanbul	4
³ Aya Sofya	5
³ D. Hill	6
³ Frankfurt-am-Main	7
³ Fuat Sezgin	8
³ Institut du Monde Arabe	9

مروری بر آثار موجود می‌تواند به پرسش‌های مربوط به ارتباط بین رساله‌های مختلف در خصوص توسعه رویکردها به مسائل خاص و همچنین اهمیت دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک)، علم اوزان و ترازوها و مکانیک در سنت علمی اسلامی، پاسخ درخوری بدهد. متون عربی در مورد مکانیک از دهه ۱۹۹۰ میلادی بیشتر از مواردی که قبلاً ارائه شد، شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که هسته این تحقیقات موسسه تاریخ علم ماکس پلانک در برلین است (Abattouy 1997, 2000a, 2000b, 2001, 2002). اباطوی با اشاره به تئوری توزین و ترازوها فهرستی در سال ۲۰۰۸ میلادی از ۳۵ رساله عربی در مورد مکانیک را منتشر نمود که ۱۵ مورد از آن‌ها عمدتاً مربوط به سوریه و مصر در قرون ۳ تا ۶ قمری (۹-۱۲ میلادی) و ۲۰ تایی دیگر مربوط به قرون ۷ تا ۱۳ قمری (۱۹-۱۳ میلادی) هستند (Abattouy 2008, 92-8). همان‌طور که قبلاً ذکر شد، اباطوی و الحسنی در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ میلادی، برخی از متون عربی در مورد مکانیک از مجموعه آثار اسفزاری را به زبان انگلیسی و با تصحیح انتقادی منتشر کردند. این دو دانشمند آثار عربی را سازگار با طبقه‌بندی معرفت‌شناختی فاربی و خوارزمی می‌دانند که برای همه متون عربی موجود که اصطلاح حیل را دارند (که عموماً به‌عنوان مکانیک، تعادل و دستگاه‌های خودکار ترجمه می‌شود) معتبر است. رویکرد دیگری که برنتیس و رن دنبال می‌کنند بر زمینه‌سازی تاریخی مسیرهای انتقال متون خاص عربی در زمینه مکانیک تمرکز داشت. هردوی این رویکردها در ذیل مورد بحث ما قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که به‌استثنای مکانیسم قفل رمزار که بعداً اشاره خواهد شد، هیچ مدرک موجود باستان‌شناسی برای دستگاه‌های مهندسی (دستگاه خودکار) در متون عربی که تاکنون مورد مطالعه قرار گرفته است، یافت نشده است؛ گرچه تاریخ‌نگاران هنر کوشیده‌اند شباهت‌هایی را بین برخی از تصویر وسایل توصیف‌شده با اشیاء شناخته‌شده از طریق تحقیقات باستان‌شناسی یا تاریخی هنری، بیابند. شواهد تاریخی اسلامی و بیزانس در مورد دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) در دربار عباسی در بخش بعدی مورد بحث قرار گرفته است. در ادامه سعی می‌کنم، نتایج تحقیق را با سازمان‌دهی متون در غالب دو گروه ارائه دهم: متون مربوط به دستگاه‌های مصنوعی خودکار (اتوماتیک) و آرای دانشمندانی که منحصرأ به ملاحظات نظری در مورد مکانیک توجه دارند.

۳- زمینه‌های فناوری سنتی: دستگاه‌های مصنوعی خودکار (اتوماتیک)

شواهد مربوط به توضیحات دستگاه‌هایی خودکار (اتوماتیک) در متون عربی چه در ژانر ادبی و چه در دسته معرفت‌شناختی مکانیک معاصر همگی تحت عنوان حیل بازیابی می‌شوند. توصیفی از مکانیزم‌های مصنوعی که به‌صورت مکانیکی یا توسط پنوماتیک و یا هیدرولیک و یا ترکیبی از این دو حالت فعالیت می‌کردند را ذکر کردیم. منابع مکتوب هنر یا علوم ابزارهای مکانیکی که به‌عنوان صنعت یا علم الحیل الهندسیه نامیده می‌شود، نشان‌دهنده وضعیت این حوزه به‌عنوان یک حوزه مستقل از دانش و تخصص فنی خاص است. اولین گروه از متون، ترجمه رساله‌های دوره هلنیستی یا اواخر دوران یونان باستان یاسرانی به عربی است. متون اصیل عربی در خصوص دستگاه خودکار (اتوماتیک) شامل رساله *الحیل بنو موسی* و رساله *الجامع بین العلم و العمل النافع فی الصنعة الحیل ابن رزاز جزری* است. متن عربی کتاب *الحیل بنو موسی* یکصد دستگاه مکانیکی را توصیف می‌کند که در چندین نسخه خطی موجود بوده و اصالت آن کم‌وبیش ثابت شده است (Banū Mūsā 1981). این دستگاه‌ها از دیدگاه اصطلاحات مدرن، عمدتاً بر اساس اصول پنوماتیکی و هیدرولیکی و با تأکید ویژه بر مفهوم کنترل اتوماتیک کار می‌کنند. بیشتر دستگاه‌ها انواع مختلفی از ظروف با کارکرد ترفند دار (پیمانه، پارچ، کوزه) هستند، مانند پارچی که برای تطهیر و وضو ساختن مؤمنان آب را بیرون می‌ریزد ولی برای شست و شوی زنادقه آب نمی‌ریزد (Banū Mūsā 1979, 64) و فواره‌ها (پستانک)، چراغی که خودبه‌خود سوخت می‌گیرد و شعله‌اش تنظیم می‌شود، نوعی چنگال تاشو. گرچه نویسندگان به پیشینه این دستگاه‌ها نپرداخته‌اند، اما می‌توان این دستگاه‌های شگفت‌انگیز را با دستگاه‌های توصیف شده توسط هرون اسکندرانی یا فیلون بوزنطی مقایسه کرد. با این حال، ما نمی‌دانیم که آیا پنوماتیک هرون اسکندرانی یا فیلون در ترجمه‌های عربی بنو موسی شناخته‌شده بوده است یا خیر. این احتمال وجود دارد که متون و تصاویر بیشتری در این زمینه در آن دوره در دسترس بوده باشد، اگرچه امروزه هیچ مدرک محکمی برای چنین ادعایی وجود ندارد. برخلاف هرون اسکندرانی و فیلون بوزنطی، اشتیاق صریحی در توصیفات بنو موسی برای ایجاد ارتباط با مکانیک نظری آشکار نمی‌شود. بنوموسی ادعا می‌کنند که با ترکیب پیچیده قطعات ابتدایی موفق به ساخت دستگاه‌های فناوری دقیق و سریع جدید مانند شیرهای مخروطی شدند و با استفاده از ابزارهای خاص موفق به اتصال اجزای عمل‌کننده تجهیزات پیچیده شده‌اند. شاید به همین دلیل است که ابن خلدون (۸۰۸-۷۳۲ قمری/۱۳۳۲-۱۴۰۶ میلادی) اظهار داشته که پذیرفتن و

پیروی از براهین فنی بنو موسی امری دشوار است (Ibn Khaldūn 1967[CB], 3: 132). می‌دانیم که برادران بنو موسی، محمد، احمد و حسن در قرن ۳ قمری (۹ میلادی) از مهم‌ترین حامیان نهضت علمی بوده‌اند و دست‌نوشته‌های علمی را جمع‌آوری می‌نمودند، برای مثال آن‌ها بزرگ‌ترین حامی ثابت بن قره و حنین بن اسحاق (م ۲۵۹ قمری/۸۷۳ میلادی) بوده‌اند. آن‌ها همچنین به دلیل علاقه فراوان خود به موضوعات ریاضی، نجومی، مکانیک و فناوری برای ترجمه آثار یونانی و سریانی به عربی اقدام می‌نمودند. البته از بیست اثری که برای ما شناخته شده است، کتاب دستگاه‌های مهندسی و موسیقی خودکار، تنها دستگاه‌هایی هستند که محتوای فناوریانه دارند (Banū Mūsā 1979). کتاب دستگاه‌های مهندسی آن‌ها را باید با دیدگاه روابط بین عقل‌گرایی (ملهم از علوم بیگانه: فلسفه، منطق، ریاضیات، فیزیک و پزشکی) و الهیات و سیاست در دوران پرتنش سیاسی دربار عباسی (قرن ۳ قمری-۹ میلادی) در یک چارچوب روشنفکرانه نگرست. می‌توان حدس زد که کارکرد دستگاه خودکار (اتوماتیک) در یک زمینه عقل‌گرا برای برخی جنبش‌های اسلامی (مانند معتزله) با پیامدهای سیاسی قوی در آن دوره همراه بوده است (اما چنین گمانه‌زنی‌هایی در مورد نقش گرایش‌های و آرزوهای سیاسی- کلامی برادران بنو موسی خارج از محدوده نوشتار حاضر است). با چنین رویکردی، ملاحظاتی به توصیف دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) تعلق می‌گیرد: ممکن است تمام این‌ها تنها در حد آزمایش‌های فکری باشند (مثل بحث‌های منطقی- کلامی در دستگاه حاکمیت یا سایر محافل) یا ممکن است شامل نوعی کنش عملی نیز باشند. ضرورتی نمی‌توان یافت که تمام مجموعه دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) عملاً ساخته شده باشند. در واقع، هیچ مدرک تکمیلی هم از ساخت دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) بنو موسی، حمایت نمی‌کند.

اما مطالب جزری در ۶ دسته (نوع) تنظیم شده است:

دسته ۱- دستگاه‌های با کنترل خودکار شامل ساعت‌های آبی و ساعت‌های شمعی

دسته ۲- ظروف و پارچه‌های مناسب برای جلسات عیش و نوش

دسته ۳- پارچ، حوض و سایر وسایل برای شستشوی دست‌ها (حتی یکی از آن‌ها به‌طور خودکار کنترل می‌شد) و دستگاه

کنترل خون‌گیری^{۴۱}

دسته ۴- فواره‌ها و آلات خودکار (اتوماتیک) موسیقی

دسته ۵- ماشین بالابر آب

دسته ۶- تجهیزات و سایر وسایل متفرقه از جمله یک قفل رمزدار صندوق.

این دسته‌بندی خلاصه‌ای از کل فن‌آوری جهان اسلامی/عربی نیز هست. جزری رساله بنو موسی را در برخی توصیف‌ها نادرست دانسته و به نقد آن‌ها می‌پردازد (al-Jazarī 1974, 157). در حالی که توضیحات جزری با اطمینان بر جزئیات مواد و ساخت‌وساز و عملکرد آن‌ها تمرکز دارد (نشان ازین است که احتمالاً وی دستگاه‌ها را واقعاً ساخته است) اما توضیحات بنو موسی به نظر خواننده بیشتر در حد آزمایش‌های فکری مبتکرانه به نظر می‌رسد. ظرافت و پیچیدگی در سامانه‌های فناوریانه که عملکرد آن‌ها به ساخت کامل تمام اجزاء حیاتی‌شان بستگی دارد. در زمینه‌ای متفاوت، دستگاه خودکار پنوماتیک هرون اسکندرانی به‌صراحت به نظریه‌های رئالیستی فیزیکی اشاره می‌کند. برای مثال، هرون ادعای ارسطو را مبنی بر عدم وجود خلأ در طبیعت که تنها مبتنی بر یک آزمایش فکری است را به‌وسیله یک ابزار مبتکرانه (دستگاه خودکار پنوماتیک-هیدرولیک) که قادر به ایجاد خلأ مصنوعی است، به چالش می‌کشد (Canavas 2009b). برجسته‌ترین دستگاه‌ها در رساله جزری ساعت‌های قلعه مانند هستند که بر اساس هیدرولیک، پنوماتیک و مکانیک عمومی کار می‌کنند (شکل ۱). کارهای بیشتر مربوط به هیدرولیک و ساعت‌های بادی (دستگاه‌های خودکار زمانمند) همچون ساعت‌های ابن خلف مرادی (آذر قرن ۵ قمری-۱۱ میلادی در اندلس می‌زیسته) (al-Murādī 2008) و رساله در باب ساختمان و کاربرد ساعت‌ها با عنوان *علم الساعات و العمل بیعها*^{۴۲} اثر رضوان بن محمد خراسانی ساعتی^{۴۳} (م ۶۰۰ قمری/۱۲۰۳ میلادی) است (ساعتی^{۴۵} نام خانوادگی است که بر سنت خانوادگی ساعت‌سازان دلالت دارد). آثار در زمینه

⁴ Book of Ingenious Devices

0

⁴ phlebotomy

1

⁴ Khalaf al-Murādī

2

⁴ Kitāb ‘an ‘ilm al-sā‘āt wa-l-‘amal bihā

3

⁴ Riḍwān ibn al-Sā‘ātī

4

⁴ al-Sā‘ātī

5

ساعت در جهان اسلام بسیار زیاد است و از حوصله این نوشتار خارج است، اما برآیدستیابی به یک نمای کلی مختصر، به (هیل، ۱۹۸۱)^۴ مراجعه کنید.



شکل ۱- ساعت قلعه، نسخه‌ای از خلاصه جزری درباره دانش و عمل مفید در هنر دستگاه‌های مهندسی، مورخ ۷۵۵ قمری (۱۳۵۴ میلادی). موزه هنرهای زیبا، بوستون، شماره ورودی ۴۰.۱۴،۵۳۳

زیرمجموعه دسته ششم فصل سوم از رساله جزری، به یک دستگاه قفل صندوق اختصاص دارد که با یک ترکیب ۱۲ حرفی از حروف الفبای عربی باز می‌شود (al-Jazarī 1974, 199–201) یادداشت‌های جزری در مورد ارقام (al-Jazarī, 268–9). قفل روی قفسه از دو صفحه برنجی که توسط چهار قفل ترکیبی در کنار هم قرار گرفته‌اند، تشکیل می‌شود. هر کدام متشکل از یکسری ۴ دیسک متحده مرکز هستند که با سه حرف در هر دیسک مشخص شده است. به وسیله یک سیستم طراحی استادانه، آرایش چهار قفلی از استوانه‌ها و شکاف‌های درونی، باز شدن قفل را فقط منوط به ایجاد ترکیبی از چهار دیسک در موقعیت از پیش تعیین شده در هر قفل، مجاز می‌کند.

در بخش هنرهای اسلامی مجموعه دیوید گار کپنهاگ^۶ تحت شماره ۱۹۸۴/۱ قطعه‌ای با ابعاد $۲۳/۵ \times ۴/۴ \times ۱۸/۵$ سانتی‌متر موجود است. جعبه‌ای متشکل از یک قفل ترکیبی که در اصفهان با برنج ریخته‌گری و چکش‌کاری شده است و با نقره و مس منبت‌کاری شده است (شکل ۲). این قفل ترکیبی اثر سازنده اسطربلاب محمد بن حمید اصفهانی (۵۹۷۹ قمری / ۱۲۰۰-۱۲۰۱ میلادی) است و تنها پنج سال قبل از ظهور رساله جزری در عمید (دیار بکر امروز) کتابت شده است. ساختار عملی این قفل بدین شکل است: چهار صفحه دابل که هر کدام در ۱۶ موقعیت قابل تنظیم هستند که تعداد زیادی از ترکیب حروف را امکان‌پذیر می‌کند. با وارد شدن ترکیب درست، یک صفحه فلزی درونی را که به یک دسته در قسمت بیرونی قفسه با مکانیزم قفل کننده در قسمت داخلی متصل می‌شود، آزاد می‌شود. چهار قفلک این دستگاه در یک خط قرار گرفته‌اند، در حالی که در دستگاه جزری این قفلک‌ها در چهار طرف قفسه یا صندوق قرار می‌گیرند. نکته قابل توجه این است که در داخل قفل صفحه دیسک بالایی نشانگر شکل سر پرنده‌ای است، دقیقاً همان‌طور که در توصیف جزری آمده: «یک صفحه مشابه با چهار قفل در یک خط که هر کدام با صفحه‌های دوسطحی احاطه می‌شوند.» این قفل در موزه هنرهای زیبا در داخل بوستون تحت شماره الحاق ۵۵،۱۱۱۳ قرار دارد و

⁴ Hill, 1981	6
⁴ Source: © Museum for Fine Arts, Boston	7
⁴ David	8
⁴ Copenhagen	9
⁵ Muḥammad ibn Ḥāmid al-Isfahāni	0
⁵ Āmid	1
⁵ Diyarbakır	2

در تاریخ ۵۹۳ قمری (۱۱۹۷ میلادی) احتمالاً در خراسان یا اصفهان از برنج و سرب و روی و چوب ساخته شده و با نقره، طلا و مس منبت کاری شده است.



شکل ۲- تکه جعبه با قفل ترکیبی، برنج ریخته‌گری و چکش کاری شده و با نقره و مس منبت کاری شده احتمالاً در اصفهان، ۱۲۰۰/۵۹۷.

توضیحات توسط موسسه هلدینگ: چهار شماره‌گیری دوتایی که هر کدام در ۱۶ موقعیت قابل تنظیم هستند، و تعداد ۴،۲۹۴،۹۶۷،۲۹۶ حالت را فراهم می‌کند. هنگامی که ترکیب مناسب وارد شود، صفحه فلزی داخلی را آزاد می‌کند که هم به یک دسته خارجی و هم به خود مکانیزم قفل متصل است. مجموعه کلکسیونی دیوید، شماره ۱۹۸۴/۱.^{۵۳}

ابعاد بیرونی این دستگاه ۱۸ × ۲۲ × ۱۶/۷ سانتی‌متر است و ساخت آن منسوب به محمد بن حمید اصفهانی است. هر دو شیء موصوف مطابق با توصیف‌های جزری هستند و نتایج باستان‌شناسی شواهدی مبنی بر وجود چنین فناوری دست‌کم بین مناطق آناتولی و ایران تا پایان قرن ۶ قمری (۱۲ میلادی) موجود می‌باشد.

یکی از ویژگی‌های اصلی انواع دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک)، قصد سازنده برای تحت تأثیر قرار دادن مشاهده‌کنندگان بوده است. از ویژگی‌های بارز دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) قرون وسطی جهان اسلام، نصب آن‌ها در تالارهای پذیرایی و باغ‌ها و قصرهای امیران بود. از معروف‌ترین این موارد درخت مصنوعی دار الشجره^۴ بغداد است که در چندین منبع تاریخی به آن اشاره شده است. به‌عنوان مثال، خطیب بغدادی^۵ (م ۴۶۳ قمری / ۱۰۷۱ میلادی)، گزارشی در توصیف دیدار هیئتی از بیزانس در سال ۳۰۵ قمری (۹۱۷ میلادی) در زمان المقتدر^۶ خلیفه عباسی (حکومت ۲۹۵-۳۲۰ قمری / ۹۰۸-۹۳۲ میلادی) ارائه می‌دهد (Lassner 1897; Le Strange 1970, 86-91). طبق گزارش خطیب، درختی از طلا و نقره ساخته شده بود که پرندگان آوازخوان از جنس طلا و نقره بر آن نشسته بودند. به‌احتمال زیاد، نمونه‌های قبلی چنین درختان مصنوعی پیش‌تر وجود داشته است. قدیمی‌ترین مرجع شناخته‌شده در قصر برج^۷ شامرا پایتخت عباسیان (۲۲۱ تا ۲۷۹ قمری / ۸۳۶-۸۸۹ میلادی) ذکر شده است (Northedge 2001, 64). این نوع سازوکارها در گزارش‌های معاصر در مورد مراسم تشریفات بیزانس، مانند تالار پذیرایی مگنورا^۸ پس از سال ۳۶۰ قمری ساخته شده است و مجلس سنا^۹ در قسطنطنیه، یافت می‌شود. نخستین گزارش‌های عربی از دستگاه خودکار (اتوماتیک) در دربار بیزانس و منابعی که حاکی از تأثیر تمدن عربی در نصب چنین وسایلی در قصرهای امپراتوری قسطنطنیه است، نشان می‌دهد که در آن دوره (ق ۳ و ۴ قمری / ۹ و ۱۰ میلادی) در زمینه نصب دستگاه خودکار (اتوماتیک) در مناطقی که برای پذیرایی از سفرای خارجی در نظر گرفته شده بود، رقابتی بین حاکمان بیزانس و خلفای عباسی وجود داشته است (Canavas 2003). اگرچه سازندگان اصلی چنین دستگاه‌های خودکاری (اتوماتیک) ثابت نشده است، مسلم است که هم اعراب و هم بیزانسی‌ها

⁵ Source: © The David Collection, Copenhagen. Photographer: Pernille Klemp

⁵ Dār al-Shajara 4

⁵ al-Khaṭīb al-Baghdādī 5

⁵ al-Muqtadir 6

⁵ burj 7

⁵ Magnaura 8

⁵ the senate 9

با متون معروف دستگاه‌های خودکار از اواخر دوران باستان آشنایی داشته‌اند؛ اما ردپای دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) و احساس شگفت‌انگیز دستگاه حاکمیت را می‌توان در عجایب نام‌ها و هدایای گران‌بها یافت. به‌عنوان مثال، دقیق‌ترین توصیف درخت دارالشجره، در کتاب الهدایة و التحاف قرن ۵ قمری (۱۱ میلادی) آمده است. نویسنده این رساله به گفته حجاوی قدومی^{۶۲} (سردبیر تصحیح انتقادی این نسخه) مشخص نیست (Anonymous 1996, 148-55)؛ اما در خط سیر انتقالی متفاوت برخی از علما (مانند سردبیر اولین نسخه چاپی مذکور، محمد حمید الله) آن را با عنوانی کمی متفاوت به ابن الزبیر نسبت داده‌اند (al-Zubayr 1959). دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) حکومتی و همچنین نسخ خطی مصور فناورانه (از جمله رساله‌های بنو موسی و جزری) کانون توجه تاریخ‌نگاران حوزه هنر بوده است (Haase 2010; Müller-Wiener 2007). یک شاخه از علاقه و آگاهی وافر مشابه (فراتر از آن زمینه‌های متعارف تاریخ و باستان‌شناسی) را در اقبال عمومی و نمایشگاه‌ها می‌توان دید. به‌عنوان نمونه می‌توان به نمایشگاه «دستگاه‌های خودکار الله: مصنوعات رنسانس عربی-اسلامی (۸۰۰ تا ۱۲۰۰ قمری)»^{۶۳} واقع در موسسه هنر و فناوری کارلسروهه^{۶۴} آلمان (از تاریخ ۳۱ اکتبر ۲۰۱۵ میلادی تا ۴ سپتامبر ۲۰۱۶ میلادی دایر بود) به سرپرستی آیهان آیتش^{۶۵} و جورج صلیبا^{۶۶} اشاره نمود (catalogue edited by Zielinski and Weibel 2015). این نمایشگاه ترکیبی از بازتاب خلاقانه هنری و تحلیل شبکه‌ای از مسیر تاریخ هنر البته با ارجاعات مشروح به منابع اولیه عربی است. مهم‌تر اینکه منظور از گشایش این نمایشگاه افزایش آگاهی عمومی از فرهنگ اسلامی/عربی بود (ماشین‌های ساخته‌شده... برای ستایش خداوند متعال). این‌ها نمونه‌ای از مطالب تاریخ علم و فناوری در قرون وسطی اسلامی است؛ بنابراین دستگاه خودکار (اتوماتیک) به شکل ساعت یا آلات موسیقی خودکار یا متون مرتبط با مکانیک نظری و عملی را می‌توان به فناوری رسانه‌ای و نمایشگاهی اختصاص داد. بازدیدکنندگان با یک نگرش فرافکنانه و بازبینانه مدرن می‌بینند که این فناوری‌ها چگونه بر زندگی و هنر و الگوهای ادراک کنونی و الهام‌های ما تأثیر داشته است. مراکز نمایشگاهی «دنیایی غنی و شگفت‌انگیز از دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) که در دوران طلایی فرهنگ‌های عربی-اسلامی توسعه یافته و ساخته شده‌اند» را همچون یک بوم نقاشی ترسیم می‌کنند. بر این بوم نقاشی، نمایشگاه‌ها، فکس، ایمیل، تصاویر و مدل‌های دستگاه، یک رمان را تشکیل می‌دهند که به صورت مجموعه تاریخی همگنی از مصنوعات رباتیک^{۶۷} نظر گرفته شده است. با استفاده از سازوکارهایی که در ادبیات حیل شرح داده شده است، حتی مکانیسم‌هایی که ممکن است در واقعیت وجود داشته باشند مانند وسایل توصیف‌شده توسط جزری، بحث‌برانگیزند. چند تن از دانشمندان، به‌ویژه در نشریات و فعالیت‌هایشان باهدف رواج علم و فناوری قرون وسطی اسلامی، ادعای کاربردهای عملی را مطرح می‌کنند. با فرض قابل قبول بودن چنین ادعاهایی، به دلیل شواهد متنی ناقص به لحاظ روش‌شناختی، موجودیت واقعی این دستگاه‌ها قطعی محسوب نمی‌شود، زیرا وجود واقعی دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) با چنین مقیاس بزرگی (مانند دستگاه‌های خودکار حکومتی) غیرمحمتمل است. چنین شواهدی احتمالاً آلوده به اغراق و سوگیری ایدئولوژیک بانگیزه‌های سیاسی باشند. در شواهد ارائه شده می‌توان پیوندی بین شرح حیل و کاربردهای روزمره آن‌ها در تزیین باغ قصر امیران یا رساله‌های جغرافیایی یا کیهانی، یافت (Tabaa 1992). رساله‌های مانند برجسته‌ترین نسخه تاریخی با عنوان *نخبت الدهر فی عجایب البر و البحر*^{۶۸} نوشته شمس‌الدین دمشقی (م ۷۲۷ قمری/۱۳۲۷ میلادی) (Mehren 1866, 188, 1874, 254-5) که تلفیقی از مطالب جغرافیایی (فصل ۱ و ۱۳) با روایاتی در مورد عجایب شبه کیهان‌شناسی قزوینی^{۶۹} (م ۶۸۲ قمری / ۱۲۸۳ میلادی) می‌باشد. دمشقی^{۷۰} به آسیاب آبی در مرند آذربایجان ایران با مکانیزم متحرک دائمی برای بالا بردن آب موردنیاز با حرکت چرخاب اشاره می‌کند که آب جاری را به وسیله دستگاهی به ارتفاع موردنیاز می‌آورد و انرژی لازم برای حرکت چرخ را از جریان رو به پایین آب می‌گیرد (چنین ابزاری از

⁶ ajā'ib 0
⁶ al-hadāyā wa-l-tuhaf 1
⁶ Ghāda al-Hijjāwī al-Qaddūmī 2
⁶ Ibn al-Zubayr 3
⁶ "Allah's Automata: Artifacts of the Arab-Islamic Renaissance (800-1200)" 5
⁶ Karlsruhe 5
⁶ Ayhan Ayteş 6
⁶ George Saliba 7
⁶ "robotics" avant la lettre 8
⁶ Nukhbat al-dahr ft 'ajā'ib al-barr wa-l-bahr 9
⁷ al-Qazwīnī 0
⁷ al-Dimashqī 1

شگفتی‌های ساخت دست انسان است!). یکی از مشکلات در پیگیری آثار متنی درمکرد چنین ابزارهایی ممکن است از عجز نویسندگان در درک مکانیزم دستگاه ناشی شود و یا ناشی از قصد نویسنده برای تحت تأثیر قرار دادن خوانندگان همراه با حفظ اسرار اصول فیزیکی دستگاه باشد و یا ممکن است به هردوی این دلایل (توضیحات بیشتر در این خصوص به فصل IV.6 کتاب راهنمای راتلج در مورد علوم در جوامع اسلامی مراجعه شود) توأمان باشد. چنین توصیفات اغلب با تصاویر همراه هستند و در بیشتر موارد، آن‌ها منحصر به توضیحی از متن نیستند. شواهد مربوط به واردات چنین دستگاه‌هایی نیز بر جذابیت دستگاه‌های خودکار (اتوماتیک) می‌افزایند. همچنین نحوه مراقبت دقیق از چنین هدایای بارزنی یا بستن قراردادهایی با صنعتگران خارجی برای ساخت چنین تجهیزاتی در درون دستگاه حاکمیت نشان از چنین جذابیت‌هایی دارد. راهب فرانسیسکن ویلیام روبروک^۷ (متوفی ۱۲۹۳ میلادی) در جریان سفر خود بین سال‌های ۱۲۵۳ و ۱۲۵۵ میلادی به دربار امیر مغولان در قراقرم^۸، از درخت مصنوعی گزارش می‌کند که شراب و سایر نوشیدنی‌ها را به‌طور خودکار در پیماها می‌ریخته است (Rubruck 1925, 111-12). ظاهراً سازنده این دستگاه، صنعتگری به نام ویلیام^۹ از پاریس بوده است. یک توصیف مشابه‌تر به دستگاه‌های هرون اسکندرانی، بنو موسی و جزری، بعداً توسط سفیر اسپانیا کلاویخو^{۱۰} (متوفی ۱۴۱۲ میلادی) که بین سال‌های ۱۴۰۳ و ۱۴۰۶ میلادی از دربار تیمور بازدید کرد، ارائه شده است (Clavijo 1928, 270)؛ اما اینکه تا چه حد این توصیفات با اشیاء واقعی در متن دربار مغول یا تیموری مطابقت دارد یا بازگوکننده توصیفات آثار بیزانسی یا عربی است یا با اشاره به وسایل ساخته شده توسط صنعتگران اروپایی مطابقت دارد، سؤالاتی است که در حال حاضر نمی‌توان دقیق پاسخ داد.



شکل ۳- تعادل، ق ۲-۳ قمری (۸-۹ میلادی): اعداد عربی، وزن را نشان می‌دهد؛ رطیل؛ دینی کتیبه به زبان کوفی: به نام خداوند بخشنده و مهربان / تنها اوست، او همتا ندارد / محمد فرستاده خداست. مجموعه دیوید، شماره: ۱۹۹۴/۱۲.^{۷۶}

۴- زمینه قرارگیری دستگاه‌های خودکار (اتومات) در چارچوب علوم نظری: تعادل، وزن و مکانیک

همان‌طور که قبلاً در مورد پنوماتیک هرون اسکندرانی ذکر شد، زمینه معرفت‌شناختی دستگاه خودکار (اتوماتیک) در سنت یونانی به سؤالات در خصوص خلأ، هیدرو استاتیک و پنوماتیک و همچنین مکانیک نظری مربوط می‌شود. اتصال دستگاه خودکار (اتوماتیک) به گفتمان‌های نظری در مورد تعادل و انتقال یک مسئله اساسی در سنت عربی بود. متونی همچون مجموعه مکانیک اسفزاری (اهل خراسان) و علم انتقال و المیزان^{۱۱} (خازنی^{۱۲} ۵۲۵ قمری / ۱۱۳۰-۱۱۳۱ میلادی) هر دو با علوم اوزان و ابزارهای مهندسی سروکار دارند؛ اما استفاده از اصطلاح حیل بیشتر نسبت به مفاهیم ریاضی مانند مفهوم تعادل با بازوهای مساوی یا نابرابر (میزان یا قرسطون) اطلاق می‌شد تا نسبت به ساخت دستگاه‌های مهندسی شگفت‌انگیز (شکل I.9.3). به‌عنوان مثال نظریه

⁷ Franciscan
⁷ Karakorum
⁷ William
⁷ Ruy Gonzalez de Clavijo
⁷ Source: © The David Collection, Copenhagen. Photographer Pernille Klemp
⁷ ilmān al-athqāl wa-l-hiyāl
⁷ al-Khāzini

استیلیارد^۷؛ ترازو با بازوهای نابرابر (قرسطون)^۸؛ به سؤالات مربوط به ترازو می‌پردازد. قرسطون: دارای یک محور معلق است و وزنه‌های مختلف از نقاط مختلف تیر حول نقطه‌ای که مرکز آن نیست، آویزان می‌شوند (Abattouy 1997, 51, 2008, 86). این مسائل به‌خصوص در برخی موارد مطروحه در کتاب میزان/الحکمه خازنی^۱ (al-Khāzinī 1359/1940, 2008) دارای پیوندهای آشکاری با رساله‌های یونانی در مورد هندسه و مکانیک نظری منسوب به ارسطو، اقلیدس، ارشمیدس^۲، هرون اسکندرانی و پاپوس^۳ است. گرچه ساخت و عملکرد ماشین‌های ارائه‌شده توسط بنوموسی و جزری صرفاً توصیفی از روایات مربوط به تصاویر نباشند. نوشته‌های اسفزاری درباره مکانیک که قبلاً ذکر شد، شامل هفت متن است:

۱- نسخه ناقص راهنمای دانشمندان در هنر ذوب‌آهن ارشاد ذوی العرفان الی صناعه القفان^۴ رساله‌ای که به نظریه تعادل با بازوهای نابرابر (قرسطون) می‌پردازد.

۲- خلاصه‌ای از کتاب هدایت اهل العلم^۵ که توسط خازنی منتشر شده است. کتاب میزان الحکمه شامل احتمالاً بخشی از رساله مفقودی اسفزاری است.

۳- بازتولید شکل ماشین‌ها در کتاب دستگاه‌های مهندسی بنو موسی^۶

۴- بازتولید ۵۲ ماشین از ۷۸ دستگاه پنوماتیکی و هیدرولیکی فیلون بوزنطی (قرن دوم پیش میلاد) در کتاب المنجینی فی الحیل^۷

۵- خلاصه‌ای از ماشین‌های مکانیکی هرون اسکندرانی در مورد بالا بردن اجسام سنگین توسط یک نیروی کوچک (معانی کتاب ارون المنجینی فی رافع الاشیاء الثقیل بی القوه الیسیره)^۸ رساله‌ای در مکانیک نظری (ریاضی) که فقط با ترجمه عربی قسطابن لوقا (م ۲۹۹ قمری/۹۱۲ میلادی) در بین سال‌های ۲۴۷ تا ۲۵۱ قمری (۸۶۶-۸۶۲ میلادی) انجام شده است.

۶- کتاب آپولونیوس در مورد قرقره؛ اثری از آپولونیوس پرگایی (ح ۲۶۲-۱۹۰ پ میلاد)

۷- قطعه‌ای سه دیسک به شکل یک جعبه ساعت تحت عنوان صورت صندوق الساعه^۹ که موریتوس^{۱۰} نویسنده یونانی شناخته‌شده، یک شیء هیدرولیکی را بوسیله یک متن طولانی توصیف می‌کند. اثری در مورد ساخت چنین شیئی که فقط به زبان عربی حفظ شده و نام این اثر در الفهرست ابن‌الندیم ذکر شده است (شکل ۴).

7	steelyard	9
8	al-qarastūn	0
8	Kitāb mīzān al-ḥikma	1
8	Archimedes	2
8	Pappus	3
8	Irshād dhawī al-‘irfān ilā ‘irfān al-qaffān	4
8	Guiding People of Knowledge	5
8	Book of Ingenious Devices	6
8	Ḥikāyāt Kitāb Fīlūn al-mījānīqī fī l-ḥiyāl	7
8	Ma‘ānī Kitāb Īrun al-mījānīqī fī raf‘ al-ashyā’ al-thaqīla bi-l-quwwa l-yasīra	8
8	Kitāb Abulūniyūs fī l-bakara	9
9	Apollonius of Perga	0
9	Ṣūrat ṣunduq al-sā‘ā	1
9	Mūristus	2



شکل ۲- قرقره، سده‌های ۶-۷ قمری (۱۳-۱۲ قمری)؛ ایران، جنس برنز، منبت کاری شده با نقره. موسسه هلدینگ. احتمالاً چنین قرقره پرهزینه‌ای بخشی از یک ساعت بوده باشد. مجموعه دیوید، شماره ۱۹۸۱/۴۲. ۹۳

روش اسفزاری عبارت از تجسم رساله‌های شاخه نظری مکانیک (ریاضیات) منصوب به حیل در کنار مجموعه‌های مهندسی دستگاه‌های مکانیک مانند موارد مذکور (۳) و (۴) است. هرچند در سنت‌های متنی متفاوت تحت عنوان حیل نیز شناخته می‌شوند. او هم ارقام دستگاه‌ها را دوباره ترسیم می‌کند و در صورتی که آن‌ها را از طریق روند مقابله نسخ متوالی پیشین، مانند رساله بنو موسی غلط تشخیص دهد، آن را تصحیح می‌کند. باید متذکر شد که مجموعه‌های موارد مذکور (۳) تا (۶) در سه نسخه خطی جدا از نسخه‌های خطی موارد (۱) و (۲) منتشر شده است. اباطوی و الحسنی این مجموعه‌ی بدون عنوان را مجموعه فی الحیل خوانده و آن را به شرح زیر معرفی می‌کنند: (Codex of ḥiyāl; al-Isfīzārī 2015, 156).

آنچه از آثار قدما در مورد ماشین‌های مختلف به دست ما رسیده را در این کتاب جمع‌آوری کرده‌ایم. آثار کسانی که بعد از آن‌ها تا عصر ما آمدند مانند کتاب **پنوماتیک** فیلون بوزنطی^۴ مخترع ماشین‌ها و کتاب مکانیک (شیل/انقال) هرون در خصوص انواع ماشین‌هایی که اجسام سنگین را با حداقل نیرو بلند می‌کنند و اثر آپولونیوس^۵ بر انواع قرقره‌ها و آسیاب‌ها و ماشین‌آلات رینگر^۶ با حرکت چرخ سروکار دارند (al-Isfīzārī 2015, 158).

در خصوص مورد شماره (۷) (در این مورد یک کپی‌برداری اساسی در انتقال اطلاعات بر روی قطعات هیدرولیکی کاملاً بدیهی است) جعبه ساعت نه در مقدمه و نه در متن بلکه در ابتدای مجموعه، جایی که متون فهرست شده‌اند، به اسفزاری نسبت داده شده است. این قطعه شاید در طول فرآیند کپی‌برداری از متون مشابه اضافه شده باشد. اباطوی و الحسنی تجانس مکانیک نظری با ماشین‌ها و دستگاه‌های مهندسی (حیل) با ویرایش متون کاربردی (۳) تا (۶) و (۷) همراه با متون نظری (۱) و (۲) را پیشنهاد می‌کنند. این همگنی در سنت عربی بیش از ۵۰۰ سال سابقه دارد، اما به اندازه کافی و متقن توسط نسخه‌های خطی پشتیبانی نشده است. نظرات حاشیه‌نویسی شده و روش ترسیم مجدد ارقام اسفزاری مؤلف رساله المیزان سند اشکال انتقال دانش از ایران در آغاز ق ۶ قمری (۱۲ میلادی) است. در مقایسه با متن جزری و پیشینیانش در مورد سنت ماشین در چند دهه بعدتر، برخی از تفاوت‌ها در عملکردهای آن‌ها کاملاً آشکار می‌شود. جزری خود اشاره می‌کند که به وی در مورد ویژگی‌های ساخت‌وسازهای صنعتگران گفته شده است. او در ابتدای توصیف یک ساعت شمعی می‌گوید: «من تابه‌حال به اثری از کسی بر روی ساعت شمعی برخورد نکرده‌ام... شنیدم که از یک نگه‌دارنده شمع می‌گویند» (al-Jazarī 1974, 63). او همچنین در مورد روش‌های مختلفش در جستجوی اطلاعات مکتوب یا اشیاء گزارش می‌دهد به‌عنوان مثال، در مورد فلوت دائمی می‌نویسد: «به مقاله معروفی از آپولونیوس برخورددم... یک شیء قدیمی دیگر را هم بررسی کردم، ابزاری که من هیچ گزارش کتبی در مورد آن پیدا نکردم...». همچنین مقاله‌ای را که در سال ۵۱۷ قمری توسط مخترع برجسته هیبت الله بن حسین اسطربلابی^۷ لاذر بغداد نوشته شده بود، بررسی کردم»

⁹ Source: © The David Collection, Copenhagen. Photographer: Pernille Klemp

⁹ Philon

⁹ Apollonius

⁹ wringers

⁹ Hibat Allāh ibn al-Ḥusayn al-Aṣṭrūlābī

(al-Jazarī 1974, 170). او در چندین مورد اشاره می‌کند که در حال پیگیری یک سنت پیشینی از این مصنوعات است. به‌عنوان مثال، در ابتدای فصل در مورد قفل رمزدار حروف دار برای یک صندوق گفتیم، او به ما می‌گوید: کارگران قبلی در این صنعت قفل‌هایی برای بازو بسته کردن قفسه و صندوق‌های نامه می‌ساختند (al-Jazarī 1974, 199). جزری صراحتاً کار خود را با سنت‌های مادی، مکتوب و شفاهی از منظر یک آزمایشگر، پیوند می‌دهد. مقدمه اثر اسفزاری، متن را در اولویت قرار داده است، با این حال، اطلاعات بیشتری در مورد زمینه فعالیت‌های وی در سایر منابع موجود است. ظهیرالدین بیهقی (م ۵۶۵ قمری/۱۱۶۹-۱۱۷۰ میلادی) در یکی از معدود منابع درباره زندگی اسفزاری، اشاره می‌کند که اسفزاری ترازوی دقیقی ساخته است که می‌تواند برای کشف تقلب استفاده شود (al-Bayhaqī 1988, 125; Abattouy and al-Hassani 2015, 147).

در برخی جوامع اسلامی مکانیک نظری به مکانیک عملی نزدیک‌تر شده است. در مواردی نیز پیوند قابل قبولی با نهادهای مهم قرون وسطی جوامع اسلامی ارائه می‌شود. دفتر حساب که دفتر توزین تنظیم بازار بود و از جمله شامل ساخت و استفاده از توزین آلات و دفاتر محتسب (ناظم) بازار و بررسی وزن و تعادل است، احتمالاً از قرن ۲ قمری (۸ میلادی) وجود داشته است (Abattouy 2002, 21-6). برنتیس و رن در سال ۲۰۱۶ میلادی در بررسی تاریخی خود به‌طور جامعی به درهم تنیدگی دانش نظری و عملی دانش مکانیک نزدیک شده‌اند؛ به‌عنوان مثال، نظریه تعادل و توزین یا ماشین بالابر، با در نظر گرفتن موقعیت‌های تاریخی خاص که در آن تعادل و ترازو در جوامع اسلامی مهم می‌شده است. آن‌ها انتقال کتبی را در سطح دانش نظری در مورد ثابت بن قره و کتاب او در قرسطون فولادی بررسی کرده‌اند. شواهد تاریخی ارائه‌شده توسط برنتیس و رن امکان بازسازی شبکه‌ای از متون و محققان را در ارتباط با موضوع قرسطون فولادی در منطقه‌ای از عراق تا شمال شرق ایران (جنوب ترکمنستان) برای مدتی نزدیک به سه قرن (اواسط ق ۳ قمری تا ۶ قمری / اواسط ق ۹ تا ۱۲ میلادی) را می‌دهند. در این شبکه ثابت بن قره به‌عنوان یک گردآورنده یا ویراستار متون تحت حمایت دربار، به‌عنوان نویسنده‌ای در مقام دانشجو و معلم با موضوع قرسطون فولادی بوده است.

۵- آموزش و روش‌های انتقال دانش دستگاه خودکار (انوماتیک) و تعادل

می‌توان به کارکرد احتمالی نوشتار حاضر به‌عنوان کتابچه راهنمای آموزشی در نخستین تلاش برای جستجوی اظهارات مرتبط با نویسندگان علم الحیل نزدیک شد. در مرحله دوم می‌توان ارجاعات بیوگرافی در منابع مختلف ادبی را گردآوری و ساختار و سبک رساله‌ها را تحلیل کرد. در مورد بنو موسی، ما اشارات صریح دال بر دخالت آن‌ها در حمایت از تدریس نداریم، گرچه شواهد تاریخی از حمایتشان از ثابت ابن قره در تدریس ریاضیات و جمع‌آوری دست‌نوشته‌های علمی پیشین داریم. ابن خلدون دنبال کردن رساله‌های بنوموسی را دشوار توصیف می‌کند و این نشانه‌ای از ضعف این متون برای تدریس است؛ اما در مورد جزری، ساختار و سبک توضیحات وی دارای ویژگی‌های آموزشی مناسب برای تدریس، است. گرچه جزری گهگاه در مورد راه‌هایی دسترس پیدا کردن به دانش، اظهار نظر می‌کند اما اطلاعاتی در خصوص روش‌های انتقال علم الحیل به همراه آموزش را در اختیار ما قرار نمی‌دهد. علاوه بر این، ما اطلاعاتی از زندگی او به‌جز چند مورد از اظهارات شخصی‌اش در دست نداریم (Canavas 2017; al-Jazarī 1974). در مورد ثابت بن قره مدارکی داریم که توسط محسن بن ثابت^۹ ارائه شده است (م ۴۰۰ قمری/۱۰۱۰ میلادی) که هدف وی ارائه خلاصه‌ها و شرح‌های مختلف بر رساله‌های مکانیکی بوده است، و او از نویسندگانی بود که درک این مطلب را تسهیل می‌نمود. یک نسخه‌نویس متأخر (اوایل ق ۷ قمری/ ۱۳ میلادی) عنوان می‌کند که کتاب ثابت درباره نسبت‌های مرکب مانند یک کتاب درسی سازمان‌دهی شده است، یا این که این اثر نتیجه گوش دادن به تدریس وی بوده است (Brentjes 2018, 51-2). و در سه نسخه از کتاب در استیلارد آمده است که متن اثر توسط ثابت دیکته می‌شده است. هر دو اصطلاح مرتبط با موقعیت‌های آموزش و یادگیری در قرون وسطی اسلامی تحت هدایت آموزگار انجام می‌شده است (Brentjes 2018, 53). در زمان‌های متأخرتر، این فعالیت‌ها با اخذ اجازه دانش‌آموزان برای انتقال متن دیکته شده استاد به دیگران، رونق گرفت. شواهد همراه با تحلیل مجموعه‌های ثابت، این ادعا را تأیید می‌کند که متون ثابت بامنظور آموزش در مورد قپان منتقل شده است (Brentjes and Renn 016, 90). در مورد اسفزاری سخنی از بیهقی داریم که فعالیت‌های آموزشی او را در مقایسه با عمر خیام

⁹ Zāhīr al-Dīn al-Bayhaqī

⁹ al-Muḥassin ibn Thābit

¹ ijāza

با شاگردانش مهربان تر توصیف می کند (al-Isfīzārī 2015, 147; Abattouy 2001,5; [439-c. 517/1048-c. 1123]; Bayhaqī 1988, 125)

آموزش مکانیک حداقل در قالب مطالعات تعادل و قیاس در قرون ۹ و ۱۵ قمری گهگاه به عنوان یک رشته تحصیلی مدارس عصر ممالیک قاهره انتخاب می گردیده است. این فعالیتها ظاهراً با افزایش علاقه به ابعاد عملی تعادل و وزنهها مرتبط بودند. با این حال، آموزش مکانیک به صورت رسمی تنها پس از تبدیل مدارس به مؤسسات آموزشی پذیرفته شده در مصر دوره اسلامی، امکان پذیر شدند (Brentjes 2018, 90). برای تأکید بر اهمیت رساله های مکانیک در دوره اسلامی بایستی به تألیف های نویسندگان ایرانی نیز باید اشاره ای کنیم. فعالیت های مشابهی در فارسی البته نه به اندازه عربی (احتمالاً از ق ۴ قمری/۱۰ میلادی) به بعد، مستند شده است. این فعالیتها شامل ترجمه های فارسی از یونانی، مانند کتاب در مورد *بالا بردن اجسام سنگین توسط یک نیروی کوچک* (متعلق به مکانیک (شیل الاثقال) هرون اسکندرانی و تلفیقی از این آثار همراه با تألیف های عربی ایرانیها همچون کتاب بنو موسی (Ferriello 1998, 2005) در دایره المعارف های علوم فارسی مستند شده است و می توان آن را بیانگر تقویت خودآگاهی ایرانیان در هر دو سطح سیاسی و فرهنگی، از قرن ۴ قمری ۱۰/ میلادی به بعد دانست (Brentjes 2018, 212-15; Vesel 1986).

۶- نکات پایانی

بررسی مجدد پرسش مطرح شده در مقدمه در مورد رابطه بین مکانیک نظری و مکانیک عملی در زمینه دستگاه های خودکار (اتوماتیک) و تعادل در جهان اسلام، نویسندگان و خطوط انتقال دانش در این نوشتار را به یک شبکه ناهمگن از الگوها رهنمون می نماید. در این شبکه، تألیفات اسفزاری در اوایل قرن ۶ قمری (۱۲ میلادی) تلاقی مهمی از چندین سنت را نشان می دهد. در نگاه اول، اسفزاری علاقه به ترکیب رسمی هر دو سنت، مکانیک نظری (ریاضیاتی) و ماشین های عملی را دارد. با این حال، او دستگاه عملی از خود ارائه نمی دهد و آثار حیل پیشینیان را بدون پیوند دادن به نظریات خود، تلخیص و تفسیر می کند. تأملات عملی در دستگاه های مهندسی بنو موسی و جزری تعبیه شده است، علاوه بر این، او حتی فاقد گرایش های معرفت شناختی و کیهان شناختی هرون اسکندرانی به سؤالات فیزیکی است. ما هنوز نمی دانیم که آیا اسفزاری اشتیاقی برای ترکیب آثار پیشین به منظور کمک به سنت متمایز مکانیک داشته است یا خیر. شاید در آینده خلاصه های بیشتر و یا تلفیقی متفاوت تر از متون عربی ناهمگون مکانیک شناسایی شود. این امر پشتیبانی متنی و شمایل نگاری بیشتری را برای مطالعه تطبیقی تاریخچه انتقال مسائل مهم مکانیک اسلامی ارائه می دهد. از این منظر، چندمعنایی بودن علم حیل، علم اثقال، علم میزان بافتی متشکل از یکسری از گره ها را نشان می دهد که در این بافت، پیش از حرکت و پیشرفت سنت های مکانیک یونانی و اسلامی در مسیرهای مختلف، آن ها را از یک مرکز منشعب می داند.

فهرست منابع

- 1) Anonymus. tr. al-Qaddūmī, G. al-Ḥijjāwī. 1996. *Book of Gifts and Rarities – Kitāb al-hadāyā wa-l- tuḥāf*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 2) Banū Mūsā. ed. tr. and ann. Hauser, F. 1922. *Über das kitāb al-ḥijal (Das Werk über die sinnreichen Anordnungen) der Banū Mūsā. Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin 1*. Erlangen: Mencke.
- 3) Banū Mūsā. ed. al-Hassan, A. Y. 1981. *Kitāb al-Ḥiyāl*. "The Book of Ingenious Devices" by the Banū (sons of) Mūsā bin Shākir. Aleppo: Institute for the History of Arabic Science.
- 4) al-Bayhaqī, Zāhīr al-Dīn. ed. Kurd 'Alī, M. 1988 [1946]. *Tārīkh ḥukamā' al-islām [History of the Wise Men of Islam]*. Damascus: Majma' al-lughā al-'arabiyya.
- 5) Carra de Vaux, B. 1903. "Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance, édité d'après les versions arabes d'Oxford et de Constantinople et traduit en français," *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale et autres bibliothèques* 38: 27–235.

¹ On Raising Heavy Objects by a Small Force belonging to Hero's Mechanics

- 6) Clavijo. tr. Le Strange, G. 1928. Embassy to Tamerlane 1403–1406. London: Routledge. al-Dimashqī, Shams al-Dīn. ed. Mehren, A. F., ed. 1866. Cosmographie de Chems-ed-Din Abou Abdallah Mohammed ed- Dimichqui (texte arabe). Saint Petersburg: Eggers et al.
- 7) al-Dimashqī, Shams al-Dīn. tr. Mehren, A. F., ed. 1874. Manuel de la cosmographie du moyen âge, traduit de l'arabe. Copenhagen: C. A. Reitzel, Paris: E. Leroux, Leipzig: F. Brockhaus. 127 Canavas
- 8) Hero of Alexandria. ed. and tr. Carra de Vaux, B., Hill, D. R. and Drachmann, A. G. 1894–1988. Les Mécaniques ou l'élèveur des corps lourds. Arab text by Qusṭā Ibn Lūqā. Paris: Les Belles Lettres (Reprint of the editio princeps with French translation published in the Journal Asiatique 1893).
- 9) al-Isfīzārī. ed. Abattouy, M. and al-Hassani, S. 2013. Matn al-Muẓaffar al-Isfīzārī fī 'ilmay al-athqāl wa-l-ḥiyal. Taḥqīq naqdī wa-dirāsa tārikhiyya li-nuṣūṣ jadīda fī taqlīd al-mīkānikā al-'arabiyya. [The Mechanical Corpus of al-Isfīzārī in the Sciences of Weights and Ingenious Devices] London: Al-Furqan Islamic Heritage Foundation.
- 10) al-Isfīzārī. tr. Abattouy, M. and al-Hassani, S. 2015. The Corpus of Al-Isfīzārī in the Sciences of Weights and Mechanical Devices: New Arabic Texts in Theoretical and Practical Mechanics from the Early XIIth Century. English Translation and Historical Commentaries. London: Al-Furqan Islamic Heritage Foundation.
- 11) al-Khāzinī. 1359/1940. Kitāb mīzān al-ḥikma [The Book of the Balance of Wisdom]. Hyderabad: Matbu'at Da'irat al-ma'ārif al-'uthmāniyya. al-Khāzinī. ed., tr. and ann. Bancel, F. L. 2008. Kitāb Mīzān Al-Ḥikma de 'Abd al-Raḥmān al-Khāzinī [The Book of the Balance of Wisdom by 'Abd al-Raḥmān al-Khāzinī]. Carthago: Beit al-Ḥikma.
- 12) al-Khwārazmī, Abū 'Abdallāh Muḥammad. ed. van Vloten, G. 19682. Mafātiḥ al-'ulūm [The Keys of the Sciences]. Leiden: Brill.
- 13) al-Murādī, Aḥmad ibn Khalaf. 2008. Kitāb al-asrār fī natā'ij al-afkār [The Book of Secrets in the Results of Ideas]. Milan: Ed. Leonardo3.
- 14) Rubruck, W. von. ed. and tr. Herbst, H. 1925. Der Bericht des Franziskaners Wilhelm von Rubruck über seine Reise in das Innere Asiens in den Jahren 1253/1255. Leipzig: Griffel-Verlag.
- 15) Thābit ibn Qurra. tr. Wiedemann, E. 1911–1912. “Die Schrift über den Qarastun,” Bibliotheca Mathematica 12: 21–39 [German translation of Kitāb fī l-qarastūn by Thābit ibn Qurra].
- 16) al-Zubayr. ed. Ḥamīdullāh, M. 1959. Kitāb al-dhakhā'ir wa-l-tuḥaf [The Book of Treasures and Gifts]. Kuwait: Da'irat al-maṭbu'āt wa-l-nashr.

ادبیات پژوهشی

- 17) Abattouy, M. 1997. The Arabic Tradition of Mechanics: General Survey and First Account on the Arabic Works on the Balance. Berlin: Max Planck Institute for the History of Science, Preprint 76.
- 18) Abattouy, M. 2000a. Mechané vs. ḥiyal: Essai d'analyse sémantique et conceptuelle. Berlin: Max Planck Institute for the History of Science, Preprint 152.
- 19) Abattouy, M. 2000b. Nutaf min al-ḥiyal: An Arabic Partial Version of Pseudo-Aristotle's Mechanica Problemata. Berlin: Max Planck Institute for the History of Science, Preprint 153.
- 20) Abattouy, M. 2001. “Greek Mechanics in Arabic Context: Thābit Ibn Qurra, al-Isfīzārī and the Arabic Traditions of Aristotelian and Euclidean Mechanics,” Science in Context 14: 179–247.
- 21) Abattouy, M. 2002. The Arabic Tradition of the Science of Weights and Balances. Berlin: Max Planck Institute for the History of Science, Preprint 227.
- 22) Abattouy, M. 2008. “The Arabic Science of Weights ('Ilm al-Athkāl): Textual Tradition and Significance in the History of Mechanics,” in Calvo, E. et al., eds. A Shared Legacy – Islamic Science East and West. Barcelona: Universitat de Barcelona, 83–116.

- 23) Abattouy, M. 2016. "The Corpus of Mechanics of al-Isfizārī: Its Structure and Signification in the Context of Arabic Mechanics," *Micrologus* 24: 121–69.
- 24) al-Hassani, S. T. S. 2012. 1001 Inventions: The Enduring Legacy of Muslim Civilization: Official Companion to the 1001 Inventions Exhibition. Washington, DC: National Geographic.
- 25) Brentjes, S. and Renn, J. 2016. "Contexts and Content of Thābit ibn Qurra's (died 288/901) Construction of Knowledge on the Balance," in Brentjes, S. and Renn, J., eds. *Globalization of Knowledge in the Post-Antique Mediterranean, 700–1500*. London and New York: Routledge, 67–99.
- Canavas, C. 2003. "Automaten in Byzanz. Der Thron von Magnaura," in Grubmüller, K. and Stock, M., eds. *Automaten in Kunst und Literatur des Mittelalters und der Frühen Neuzeit*. Wiesbaden: Harrassowitz, 49–72.
- 26) Canavas, C. 2009a. "Automata," in *EI-3*, 2009–4: 74–80.
- 27) Canavas, C. 2009b. "From Philon of Byzantium to al-Ġazarī: Shifting of Perspective in Dealing with Complexity," *Proceedings of the 9th Symposium on the History of Arabic Science*, 28–30 October 2008, Damascus. Aleppo: Aleppo University Publications, Institute for the History of Arabic Science, 37–47.
- 28) Canavas, C. 2017. "Al-Jazarī's Compendium of Ingenious Devices: A Model of Representing and Communicating Technical Knowledge in a Medieval Islamicate Context," in Hilaire-Pérez, L. et al., eds. *Le livre technique avant le XXe siècle à l'échelle du monde*. Paris: CNRS, 71–82.
- 128 Automata and balances
- 29) Ferriello, G. 1998. *Il sapere tecnico-scientifico fra Iran e Occidente, una ricerca nelle fonti*. Napoli: Tesi di Dottorato in Studi Iranici, Istituto Universitario Orientale.
- 30) Ferriello, G. 2005. "'The Lifter of Heavy Bodies' of Heron of Alexandria in the Iranian World," *Nuncius* 2: 327–45.
- 31) Haase, C.-P. 2010. "Modest Variations – Theoretical Tradition and Practical Innovation in the Mechanical Arts from Antiquity to the Arab Middle Ages," in Zielinski, S. and Furlus, E., eds. *Variantology 4*. Köln: W. König, 195–213.
- 32) Hill, D. R. 1981. *Arabic Water-Clocks*. Aleppo: Institute for the History of Arabic Sciences.
- 33) Hill, D. R. 1991. "Arabic Mechanical Engineering. Survey of the Historical Sources," *Arabic Sciences and Philosophy* 1: 167–86.
- 34) Hill, D. R. 1993. "Mūsā, Banū," in *EI-2*, 7: 640a–41a.
- Lassner, J. 1970. *The Topography of Baghdad in the Early Middle Ages*. Detroit: Wayne State University Press.
- Le Strange, G. 1897. "A Greek Embassy to Baghdad in 917 A.D. Translated from the Arabic MS of al-Khaṭīb in the British Museum Library," *Journal of the Royal Asiatic Society* 29: 35–45.
- 35) Müller-Wiener, M. 2007. "Vom irdischen Paradies zum höfischen Theater: Islamische Automaten und mechanische Konstruktionen des 9. bis 13. Jahrhunderts," *Eothen, Jahresheft der Gesellschaft der Freunde Islamischer Kunst und Kultur* 4: 143–62.
- 36) Northedge, A. 2001. "The Palaces of the Abbasids at Samarra," in Robinson, C. F., ed. *A Medieval City Reconsidered. An Interdisciplinary Approach to Samarra*. Oxford: Oxford University Press.
- 37) Schacht, J. 1971. "ḥiyāl," in *EI-2*, 3: 511a–13a.
- 38) Tabaa, Y. 1992. "The Medieval Islamic Garden. Typology and Hydraulics," in Hunt, J. D., ed. *Garden History. Issues, Approaches, Methods*. Washington, DC: Dumbarton Oaks Research Library and Collection, 303–29.
- 39) Vesel, Ž. 1986. *Les encyclopédies persanes. Essai de typologie et de classification de sciences*. Tehran and Paris: Éditions Recherche sur les Civilisations.
- Wiedemann, E. 1910. "Über die Kenntnisse der Muslime auf dem Gebiet der Mechanik und Hydrostatik," *Archiv für Geschichte der Naturwissenschaften* 2: 394–8.
- 40) Wiedemann, E. 1913–1916a. "Al-Karastūn," in *EI-1*, 4: 757–60.
- 41) Wiedemann, E. 1913–1916b. "Al-Mīzān," in *EI-1*, 5: 530–9.
- 42) Zielinski, S. and Weibel, P. eds. 2015. *Allah's Automata: Artifacts of the Arab-Islamic Renaissance (800–1200)*. Ostfildern: Hatje Cantz.