

## علم الحیل و فنون آن

پرویز آذکائی

الف. تعریف و تمهید

علم عملی<sup>۱</sup> یا دانش فنی که همان «فن آوری» باشد، در قبال علم محض<sup>۲</sup> بر حسب قدیم ترین طبقه بندی علوم که منسوب به ارسطو (۳۸۴-۳۲۱ ق م) است. علم نزد یونانیان عین فلسفه بوده و در حقیقت مجموع معارف نظری و عملی آدمی، ظاهراً جزو حکمت نظری به شمار آمده است که شامل ریاضیات، فیزیک یا طبیعیات و مابعدالطبیعه باشد. اما در طبقه بندی های دانش ها که حکمای ایران اسلامی به دست داده اند، تفاوت هایی ملاحظه می شود. ابونصر فارابی<sup>۳</sup> (متوفی ۳۳۹ ق)، در بحث شمارش علوم (احصاء العلوم)، نخست آنها را به پنج بخش رده بندی نموده که بخش سوم

1. applied science

2. pure science

۳. نک: احصاء العلوم، ص ۱۱ به بعد.

آن علوم تعلیمی باشد، دانش اُتقال و دانش حیَل را (که با علم مکانیک امروزی مشابهت‌هایی دارد) پس از حساب، هندسه، مناظر، نجوم و موسیقی یاد کرده است. آنگاه، موافق با طرح ارسطویی که علوم به نظری و عملی تقسیم می‌شوند، فارابی قدر ترتیب آن بخش‌های پنجگانه را در ترکیبی بدیع بر هشت علم اساسی می‌آورد که باز سومین آنها، علم تعالیم شامل هفت بخش بزرگ است: ۱. علم عدد (حساب نظری و عملی)، ۲. علم هندسه (نظری و عملی)، ۳. علم مناظر (مَرایا و شعاعات)، ۴. علم نجوم (هیئت و احکام)، ۵. علم موسیقی (نظری و عملی)، ۶. علم اُتقال (توزین و انتقال)، ۷. علم حیَل (مکانیک ریاضی و هندسی) که مراد از ریاضی، «جبر و مقابله» و مقصود از هندسی، «صناعی و عملی» است.

تعریف اخوان‌الصفاء در باب صنایع عملی (رساله هشتم از قسم ریاضی) نظر به تعبیر علم نزد آنان که «صورت معلوم در نفس عالم» باشد، تقریباً مطابق با مفهوم کنونی اصطلاح «فن‌آوری» است، بدین عبارت که صنعت عملی آن باشد که عالم صنعتگر، آن صورت که در ذهن دارد بر روی ماده تحقق عینی بخشد. مصنوع همانا ساخته‌ای است بالجمله از ماده و صورت که آلات و ابزار کار خود وسایل فرایند صنعت باشند.<sup>۱</sup> اما طبقه‌بندی علم از ابو‌عبدالله خوارزمی (محمد بن احمد بن یوسف) که کتاب مفاتیح العلوم را در سال ۳۶۶ ه‍.ق به نام «عتبی» وزیر سامانیان تألیف کرد، از این قرار است که آن را بر دو مقاله (دسته‌بندی بزرگ) نهاده است؛ یکی دانش‌های شریعت (عربی) که همان علوم نقلی باشد، دیگر دانش‌های ایرانی و یونانی و جز اینان که در واقع علوم عقلی‌اند، و هشتمین آنها حیَل (مکانیک) باشد در دو

۱. رسائل اخوان‌الصفاء، ج ۱، صص ۲۷۷، ۲۷۹ و ۲۸۲.

فصل یکم در اصطلاحات متداول بین اهل حیل در باب گرانکشی با نیروی اندک، دوم در شگردهای آب‌جنمایی و صنعت ظرف‌های شگفت و آنچه از صنعت ابزارهای خودجنا (خودکار) به آنها برمی‌گردد.<sup>۱</sup>

علم حیل<sup>۲</sup> یا اختصاراً «حیل»<sup>۳</sup> - جمع کلمه عربی «حیله»<sup>۴</sup> به معنای «شگرد» - دانش یا شناخت ابزارهای شگردساز، در اصطلاح پیشینیان (تا حدود زیادی) با مفهوم کنونی علم مکانیک تطابق داشته است. علم الحیل یا دانش دستگاه‌های پیچیده، در اندیشه مسلمانان نوعی جادو تلقی می‌شده، و بیش‌تر مقصور بر ساختار و ساختن اسباب‌های شگفت‌انگیز بوده است، تا صنایع و فنون کارآمدی که از لحاظ اقتصادی و اسباب معیشت اهمیت دارند. به هر حال، در طبقه‌بندی علم از نظر دانشمندان اسلامی، چنان‌که گذشت، دانش حیل یا مکانیک (افزارهای شگردی) در آخرین رده‌بندی از شاخه‌های علوم تمهیدی یا تعلیمی به شمار می‌آمده است.<sup>۵</sup> پس اگر علم الحیل، دانش مکانیک نظری باشد، دانش عملی آن همانا علم جَرّ أَثْقَالٍ<sup>۶</sup> است که چگونگی پدید آمدن ابزارهای سنگین را بیان می‌کند، و «جَرّ ثَقِیل» (گرانکش) به معنای برکشیدن اشیاء سنگین به نیروی اندک و با ابزارهاست که این فن یا دانش نیز، چنان‌که گذشت، یکی از اقسام علوم تعلیمی و ریاضی به شمار آمده است.<sup>۷</sup>

۱. مفاتیح العلوم، لیدن، ۱۸۹۵، صص ۵، ۲۴۶، ۲۴۹.

2. Science of Medical appliances

3. Mechanics

4. device

5. S. H. Nasr, *Islamic Science*, p. 145; *Science and Technology in Islam*, p. 38.

6. Science of pullies

۷. مفاتیح العلوم، پیشین، صص ۱۳۳، ۲۴۶؛ مفتاح السعاده، ج ۱، ص ۳۱۳. / کشف الظنون، ج ۹، ص ۵۸۱؛ کشف اصطلاحات الفنون، ج ۱، ص ۴۷؛ واژه‌نامه فلسفی، ذیل «افنان»، ص ۱۹۰.

صناعت حیث را در یونانی، با تلفظ عربی آن، «میخانیک» گفته‌اند که بر اثر نوعی اشتراک لفظی با «منجنیق»، چنان که بیاید، به تصحیف و اشتباه «منجانیقون» نوشته‌اند. الفاظ «مکان»<sup>۲</sup> و مکانیک و «ماشین» از همان ریشه مکانیکوس یونانی به مفهوم اجرای خودکار (با ابزار) و از ماده میکوس<sup>۳</sup> در معنای کهن همانا «جنگ افزار» و ابزارهاست. متأسفانه تاکنون اصطلاحات فارسی باستان معادل لفظ یونانی مکانیک به نظر نرسید یا به عبارت دیگر، مجال کافی دست نداد تا الفاظ دال بر آن مفاهیم پی جویی و استقصا گردد. باید گفت بی خبری ما مطلقاً دلیل بر نبودن چنین اصطلاحات علمی در دوران باستان ایران نیست؛ به طور قطع چنان دانش و فنی با الفاظ خاص خود در آن روزگاران تداول داشته است و هرگز چنان نباشد که نویسندگان دوره اسلامی مبدأ و منشأ آن را یونان باستان، و بانی و واضع آن را هم ارشمیدس و هرون اسکندرانی پنداشته‌اند. زیرا اگر از اشارات منطوی در افسانه‌ها و روایات، خصوصاً شاهنامه فردوسی بگذریم، بسی پیش از افلاطون و ارسطو و ارشمیدس، هم بنا بر گزارش‌های کاملاً واقعگرایانه خود یونانیان، از جمله گزنفون سردار نامدار در کوروشنامه (سیروپدیا) از شرح لشکرکشی‌های آن پادشاه دانسته می‌آید که چه اندازه ایرانیان در فنون منجنیق‌سازی، حیث عراده‌های بُرجدار، ادوات قلعه کوبی و جنگ‌افزارهای گوناگون، استادی و دانش و دانایی داشته‌اند و اساساً بدایع ایشان در فنون مهندسی نظامی هم از دیرباز مشهور بوده است.

باری، مورخ علم جورج سارتون گوید که پایه‌گذار دانش مکانیک، آرخوتاس یونانی، ریاضی دان فیثاغوری و از دوستان افلاطون بود (نیمه یکم

سده چهارم ق م) که یک آدمک خودکار ساخت. <sup>۱</sup> ارسطو اگر براستی مؤلف همان رساله مکانیکای منسوب بدو باشد، پایه گذار واقعی مکانیک نظری نیز هموست که قانون اهرم را هم کشف کرد. ولی تاکنون از ترجمه عربی این رساله اثری به دست نیامده است. اما ارشمیدس (ح ۲۸۷-۲۱۲ ق م)، معروف است که بانی علم اجسام ساکن (استاتیک) باشد و در رساله اصول مکانیک خود، طرز کار دستگاه‌های ساده را با عدد و رقم بیان نموده است. همچنین، شالوده ایستابشناسی (هیدرواستاتیک) را بر حسب قوانین اجسام شناور نهاد. این قوانین در آن زمان دو کاربرد مهم یافت: یکی تعیین وزن اجسام در آب، دیگر برآورد بار کشتی‌ها. خلاصه آنکه، نظریه اهرم، مراکز ثقل و تعادل سطوح از او است، همچنین اختراع دستگاه‌های گوناگون مانند فریره، پیچ و دنده، لولب یا پیچ آبی، و جز اینها بدو منسوب است. دیوکلس ریاضی دان (سده ۲ ق م) که شیوه‌های ابزاری و آبی چندی ابداع کرد، پیرو روش‌های ارشمیدسی و از قدیم‌ترین ابزارکاران یونانی بود.

سه مکانیک دانان بزرگ یونانی عبارتند از کتسیبیوس اسکندرانی (آغاز سده ۲ ق م) که علم خواص باد و هوا (پنوماتیک) بدو نسبت یافته است، فیلون بیزانطی (پایان سده ۲ ق م) که مخترع ابزارهای بادی و فنربندی دوقاب (کاردان)، سازنده دستگاه‌های جنگی و مؤلف نوعی دانشنامه مکانیک نظری بود که تنها یکی دو کتاب از آن برجای مانده و بخش‌هایی از ترجمه عربی آنها به دست رسیده است. اما هرون اسکندرانی (آغاز سده یکم ق م) که در متون عربی و فارسی، راجع به «حیل»، نام او را علی‌التبديل به صورت «ایرن» نوشته‌اند، مکانیک دان، ریاضی دان و فیزیک دان

۱. مقدمه بر تاریخ علم، ج ۱، ص ۱۶۷ و ۱۷۰.

برجسته‌ای بود که دستگاه‌های بادی و ابزارهای چندی اختراع نمود؛ از قبیل تلمبه‌ها، فواره‌ها، دستگاه آتسزا، منگنه‌های مختلف، دستگاه‌های خودکار، ساعت و ارغنون آبی، و مشهورتر اینکه یک دستگاه بخار ابتدایی ساخت که بر اثر واکنش خروج گاز یا بخار یا آب با فشار کار می‌کند. اینک، یک نسخه خطی عربی از کتاب منسوب به وی با عنوان مجمع الآلات و الحیل در کتابخانه بادلیان آکسفورد وجود دارد. آتناپوس (پایان سده ۲ ق م) مکانیک‌دانی بود که کتابی دربارهٔ افزارهای قلعه‌گیری، متضمن اطلاعات تاریخی در این خصوص، نوشت و ابزارهای سخت دیگری را هم وصف نمود.<sup>۱</sup>

نخستین مکانیک‌دانان در دوران اسلامی، بنوموسی بن شاکر (پسران موسی: محمد و احمد و حسن) بودند، که محمد به سال ۲۵۹ هـ ق درگذشته است. احمد بن موسی با نوشتن رساله‌ای در علم حیل در باب ابزارهای مکانیکی با هوای فشرده گفت‌وگو نموده است و اینک نسخه خطی آن در کتابخانه‌های برلین و واتیکان مضبوط است.<sup>۲</sup> رساله‌ای دیگر به عنوان قرسطون از بنوموسی یاد گردیده، که در باب نظریهٔ توزین و ابزارهای آن بوده است. دانشمند برکشیده بنوموسی، همانا ثابت بن قره صابی حرّانی (۲۲۱-۲۸۸ هـ ق) است که تحت نظر ایشان به کارهای علمی پرداخت. وی مترجم کتاب‌های ارشمیدس است. ثابت در مکانیک از بنیادگذاران ایستایی‌شناسی (استاتیک) بود و کتاب فی آلات الساعات التی تسمى رُخامات را دربارهٔ

۱. علم در تاریخ، ج ۱، صص ۱۷۴-۱۷۵؛ مقدمه بر تاریخ علم، ج ۱، صص ۱۸۲، ۱۸۶، ۲۲۶، ۲۳۳، ۲۴۲، ۲۴۹، ۲۵۴، ۲۶۲، ۲۶۷؛ نیز نک:

*Science and Technology in Islam*, p. 38.

۲. دونالد هیل آن را به انگلیسی ترجمه و نشر کرده است (رایدل، دور درخت، ۱۹۷۶).

ساعت‌های آفتابی نوشت. البته قبل از وی ابوجعفر محمد بن موسی خوارزمی (ح ۱۸۴-۲۳۲ق) کتاب الرخامة را درباره ساعت آفتابی نوشته بود که گویا همان عمل الساعات فی بسیط الرخامة (نسخه متعلق به کتابخانه ایاصوفیه، ش ۴۸۳۰) باشد. اما در باب اوزان دو رساله از ثابت در دست است:

۱. فی صفة الوزن و اختلافه، که عبدالرحمان خازنی آن را جزو کتاب میزان الحکمه خود (صص ۳۳-۳۸) آورده است. ۲. فی القرسطون (درباره قبان یا ترازوی شاهین‌دار) که با اثبات اصل نامتناهی بالفعل موضوع تعادل اهرمی را مطرح نموده است. این رساله نمایشگر تأثیر روش‌های یونانی است و مؤلف کوشیده است تا قانون اهرم را به پیروی از سنت کاذب ارسطویی استخراج کند و در آن برخلاف نگره ارشمیدسی غالب، توجه به نیروشناسی و مرکز ثقل است. ترجمه قدیمی لاتینی این رساله وجود دارد و به دیگر زبان‌های اروپایی هم ترجمه شده است.<sup>۱</sup>

از آن پس هم تنی چند از دانشمندان اسلامی در بررسی قوانین دستگاه‌های بسیط همت گماشتند و خواه از نظر مکتب ارسطویی با کتاب مکانیکای منسوب بدو، یا مکتب ارشمیدسی با کتاب مکانیکای هرون (ایرن) اسکندرانی، پژوهش‌هایی نمودند و رسالاتی در علم حیل نوشتند. نباید گذشت که مقصود از «حیل الروحانیه» در عنوان بعضی از کتاب‌های عربی ترجمه شده از یونانی، همانا «آلات هوایی» - یعنی دستگاه‌هایی است که با تخلیه یا تراکم هوا بستگی دارد. برخی از ریاضی‌دانان دیگر هم به

۱. زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی، بخش یکم، صص ۲۵۹، ۲۳۱-۲۳۲؛ نیز نک:

تحقیق و تألیف در این رشته انگیزه شدند و افزون بر اصول سطح‌ها، چرخ‌ها و جز اینها، نوشتارهایی در باب افزارهای مکانیکی، جرثقیل‌ها، خودکارها و مانند اینها به پیروی از مکتب اسکندرانی پدید آمد. در فهرس کتب از جمله رساله‌های «حیل» چندی منسوب است به ابوبکر محمدبن زکریای رازی طبیب (م ۳۱۳ق)، ابونصر فارابی حکیم (م ۳۳۹ق) و خصوصاً ابوموسی جابرین حیّان صوفی رازی کیمیایی (م ۲۰۰هق) که گویند ۳۰۰ رساله در دانش حیل نوشته، منتها چون برجای نمانده یا دقیقاً موضوع آنها مشخص نشده است، حکم قطعی بر مکانیک بودن آنها نمی‌توان کرد. لکن ظن غالب بر موضوع حیل نظری یا فیزیک و نیز حیل شیمی در آنها بیش‌تر می‌رود تا «حیل» فقهی - یعنی گریزهای حقوقی یا حیل‌های شرعی، که وی اصلاً بدان علم انتساب یا اشتهار نیافته است.<sup>۱</sup>

#### ب. دستگاه‌ها و ابزارها

پیش‌تر، ذکر مرتبه علم حیل و جزائفال با تعاریف آنها در بیان مراتب علوم و طبقه‌بندی آن از ابو عبدالله خوارزمی، به نقل از مفاتیح العلوم، گذشت. اینک مناسب است که اصطلاحات حیلی و اسامی آلات و ابزارها، ضمن مقایسه با ویردهای آنها در رساله معیار العقول منسوب به ابن‌سینا و جز اینها آورده شود:

نخست باید کلمه «منجنيق»<sup>۲</sup> را یاد کرد (جمع آن: مناجق و مجانیق) که از

1. *Islamic Science*, p. 144.

نیز ← الذریعة، ج ۷، صص ۱۲۷-۱۲۸.

2. mangonel



جنگ افزارها بوده است. اصل این کلمه «مگانیکون یا منگانیکون<sup>۱</sup>» یونانی باشد که ابزاری همچون فلاخن بزرگ بود و بر سرستونی چوبی تعبیه می شد و با آن، سنگ و آتش به سوی دشمن پرتاب می کردند. در فارسی این ابزار جنگی را «کشکنجیر» هم می گفتند، اما تعریب آن به صورت «منجانیقون» بسا با کلمه «میخانیقون» (مکانیکون) مشتبه شده است. هر چند که وجوه یونانی این دو اصطلاح ظاهراً مشابه یا از ماده «مکان» و «مکینه»<sup>۲</sup> تقریباً مجانس و هم معنا (جنگ افزار، دستگاه ابزاری) به نظر رسد، ماده یونانی کلمه منجنیق را به صورت «مگانون»<sup>۳</sup> و وجه لاتینی آن را «مگنوم»<sup>۴</sup> ضبط کرده اند که شاید کلمه «منگنه» فارسی<sup>۵</sup> هم از آن ستاک باشد. اینک بد نیست داستان پیدایش منجنیق به روایت فخرالدین مبارکشاه غوری در اینجا به نقل آید که گوید:

بدان که در عالم منجنیق نبود و هیچ کس ندانستی، ابلیس - لَعْنَةُ اللَّهِ -  
 نمرو را آموخت در آن وقت که ابراهیم خلیل را - علیه السلام - در آتش  
 خواستی انداخت... چون ابلیس در دوزخ بدیده بود که دوزخیان را در  
 منجنیق نهند و به وادی ها اندازند، بر شکل و هیأت پیری بیامد و او را  
 تعلیم داد تا منجنیق بساخت، و ابراهیم را - علیه السلام - در آتش  
 انداخت... و منجنیق بر انواع است: منجنیق عروس از چهار سوی بتوان  
 انداخت، منجنیق دیو، منجنیق غوری وار، منجنیق روان، و عرّاده یک  
 روی، عرّاده گردان، عرّاده خفته، و عرّاده روان... الخ<sup>۶</sup>.

اما جرّثقیل<sup>۸</sup> که می توان در فارسی بدان «گرانکش» گفت، دستگاهی برای

1. war-engin

2. magganikon

3. machine

4. manganon

5. manganum

6. mangana

۷. آداب الحرب و الشجاعة، ص ۴۲۷.

8. Crane; Winch

بالا بردن و جابه‌جا کردن بارهای سنگین و اساساً عبارت است از تیری که یک سرش ثابت و سر دیگرش که بر آن بار آویخته شود آزاد باشد. باید افزود، چنانکه در بیان ترکیب آلات بالا بر یا گرانکش در متون قدیم آمده، از ترکیب «مُخَلُّ» با «بَکْرَه» نوعی جرّ ثقیل<sup>۱</sup> می ساخته‌اند. «مُخَلُّ»، چوبی گرد یا هشت پهلو باشد که اجسام سنگین را بدان بجنبانند، و لفظی است یونانی که فارسی آن «بیرم یا بارم» باشد؛ همان ابزاری که برای کندن و بلند کردن سنگ به کار می‌رود. عصاگونه‌ای که بدان «دارک» (تیرک) هم گویند. دیلم همان بیرم است که سوراخ کن باشد و نوعی از تیشه‌ها، در عربی «عتله» گویند که تیرک آهنین ستبر باشد، یک سر آن تیز، و با آن دیوارها خراب کنند. نوعی از آن جزو دست‌افزارهای درودگران است که با آن تیرها و تخته‌های کهن را سوراخ کنند. «ابو مُخَلِّیون» سنگی است که زیر این مُخَلُّ نهند تا عمل جنباندن بدان آسان شود.<sup>۲</sup> اما «بَکْرَه» مطلقاً به معنای «قرقه» یا چرخ‌خی که در وضع خاصّ به دَوْر آن طناب بگردد، و در جرّاتقال به کار رود. ابن سینا (در معیار العقول) گوید که آن را کثیرالرفع خوانند، و آن چند پاره چرخ است، هر یکی بر محوری جدا گردد، و بعضی بر بار بندند، و بعضی بر بالا محکم کنند و رسن برافکنند و بکشند، ثقل را بالا آرد، و صورتش این است... (ص ۲۸).

برطیس، فلکة بزرگی که محوری درون آن باشد و اُتقال بدان کشیده شود، و معنای آن در یونانی «محیطه» (بَیْوَنَد) است. اما «محور»، چوبی است یا آهنی دراز بر آن قدر که باید، میانش چهارسو، دو طرف آن مدوّر، بر یک جانب آن چرخ‌خی ساخته، چنانکه به دست شاید گرفتن و بر دو قایمه محکم

1. derrick

۲. مفاتیح العلوم، صص ۲۴۷-۲۴۸؛ معیار العقول، ص ۳۴.

نهاده، چنانکه آسان بر وی می‌گردد، و صورتش این است...<sup>۱</sup> معمولاً به جای کلمه محور، واژه فارسی «دولاب» را به کار می‌برند که هم در زبان عربی دخیل است. «اسقین» که به تصحیف آن را «اسفین» ضبط کرده‌اند و باید معرب «اسکنه» باشد. آلتی که نجاران چوب را - همچون بیرم - بدان سوراخ کنند، چنانکه خوارزمی گوید:

چیزی است مانند آنچه درودگران بدان «فانه» گویند، سوی تیز آن را زیر چیزهای سنگین گذارده، چندان بکوبند تا درون آن رود، و بیش‌تر برای کندن سنگ از کوه‌ها به کار آید.<sup>۲</sup>

ابن سینا گوید:

آن شکلی است مجسم که دو مثلث و مربع بر وی محیط باشد و حکما این شکل را منشور خوانند، و آن بهر شکافتن و جدا کردن چیزهای صلب است...<sup>۳</sup>

به نظر شادروان استاد همایی، «اسفنه» همان پانه یا فانه یا «گُوه» نجاران باشد. ولی به نظر ما «اسکنه» فارسی [«اس» فارسی باستان (سنگ) + کینه (کینده) به معنای سنگ‌کن یا سنگ‌بر] همان است که «ورّه» و «قلم» هم گویند.

لُوب، چیزی است پیچ‌وار که در دیگری داخل شود پیچنده تا آنکه درون آن رود و آن نزد درودگران معروف است. چوبی است سر آن مدور چون رسنی و بسیط وی لولبی نقد کرده، و اندر میان چرخ‌ی نهاد چنانکه بسیط اندرونی چرخ هم لولبی شکل باشد، و بر یکدیگر منطبق بود چون اشکنجه (دستگاه فشار) و مقبضی در یک سر وی ساخته که چون لولب بر

۲. مفاتیح‌العلوم، ص ۲۴۸.

۱. معیار‌العقول، ص ۲۸.

۳. معیار‌العقول، ص ۳۹.

بسیط زمین عمود شود. مقبض موازی افق باشد بدین صورت...<sup>۱</sup> بنابراین، لَوْلَب به معنای «پیچ نر و ماده»، میخ پیچی یا مته پیچ و مانند اینهاست که امروزه در عربی «بُرغی» گویند، و علی الظاهر دخیل از ترکی (گویا اصطلاح «بُرغو» در تراشکاری از آن باشد) و معنای اصطلاحی آن عبارت است از آب بسیار که از جهت بسیاری آب و تنگی دهانه شیشه دُور زند و بگردد، همچون پیچیدن آب در گرداب و به وقت برآمدن گردان و به صورت نایژه باشد. لغت شناسان عرب گویند که نمی دانیم اصل این کلمه عربی است یا نه، ولی مردم عراق آن را بسیار استعمال کنند. دستگاه‌های «چرخشت»، «منگنه»، «گیره» و «فشار»<sup>۲</sup> انواع لَوْلَب اند و لولب ارشمیدس خود ابزاری است که برای آبکشی از جاهای گود به کار می‌رود؛ تلمبه‌های کنونی ظاهراً از روی لولب ارشمیدس ساخته و تکمیل شده است.

ابزارها و اصطلاحات دیگر، چنانکه خوارزمی یاد کرده، عبارتند از: «غالاغرا» که چرخشت یا دستگاه فشار روغن‌کشان باشد. «اسقاطولی»، چوبی چهارگوش که در این ابزارها به کار رود و هم از این نوع است جنگ‌افزارهایی چون منجنیق‌ها و عرّاده‌ها. «کُرسی» هم از ابزارهای منجنیق باشد که شکل آن مانند همان چیزی است که در مسجدها گذارند و از آن بالا روند تا چراغدان‌ها را بیاویزند. «خَنزیره» هم از ابزارهای منجنیق است که مانند «بکره» باشد، منتها درازگونه است. «سهم»، چوبی دراز و هموار باشد و «اسطام»، آهنی است در سَر سهم، جایی که سنگ پرتاب آویزد. سپس فصل دوم از باب حَبَل، راجع است به شگردهای

۱. همان، ص ۳۷.

آب جنبایی<sup>۱</sup> و صنعت ظرف‌های شگفت و آنچه از صنعت ابزارهای خود جنبایا خودکار به آنها برمی‌گردد. ملخص کلام آنکه آب جنبایی همانا کشش خودکار است؛ اینکه آوندی یا طاسی ته سوراخ بر روی آب گذارند، و نخ‌هایی بدان آویزند، چنانکه به کفه ترازو آویزان کنند و با آن نخ‌ها، اجسامی را که خواهند به جنبش آورند فرو می‌کشند. پس هر قدر که آوند پر آب شود، در آب فرورود و آن نخ‌ها را و هر آنچه بدانها بسته باشد بکشد، پس بدین‌کار جنبش پدید آید، و گاه این جنبش‌ها با فنون گوناگون حصول یابد، برخی سبک‌تر باشد و جملگی بدانچه یاد کردم بازمی‌گردد.

اما جنبش‌هایی که به جز از آب پدید می‌آید، از جمله آنچه با شن‌ریزه یا خردل و گاورس کنند، اینکه ابزاری سازند به شکل قیف دراز (لوله‌ای که بالای آن گشاد و پایین آن سوراخی کوچک باشد) پس آن را از شن‌ریزه یا خردل یا مانند اینها پرکنند و بر بالای آن تکه‌ی ارزیزی (سربی) گذارند که نخ‌ی یا رسنی بدان بسته باشد و هر چه خواهند که به جنبش آید بدان نخ بندند. پس آن لوله قیفی را در جایی برپا دارند تا شن‌ریزه یا جز آن از سوراخ کوچکی که در پایین آن است بیرون شود. پس هر قدر که شن‌ریزه فرو می‌ریزد و می‌کاهد، آن ارزیز به پایین فرو می‌نشیند که هر چه بدان پیوسته باشد به جنبش می‌آید. گاه جنبش‌هایی شگفت از این قبیل آلات حاصل می‌گردد و صنعت آوندهای شگفت از این بابت است. هم از ابزارهای اصحاب ظروف، «سحاره» (جادوکار) باشد، که مردم بدان آبدزدک گویند. سحاره مخوفه (آبدزدک گلوئه‌دار) که در جام عدل به کار می‌رود و جام عدل، آوندی است که در آن لوله‌ای بر بالای لوله‌ای قرار گرفته، آن لوله

بالایی سوراخ باشد و ته آوند هم سوراخ است، پس اگر در آن شراب باشد پایین تر از لوله زیرین در آن ثابت می ماند و هرگاه بالا رود، شراب از سوراخی که در ته آوند است بریزد، و جز مقداری که از دو لوله و آبدزدک مانده بر جای نماند.

همچنین، کوزه ته غربیلی دهانه تنگی که پر آب شود، سپس دهانه آن بسته گردد، هرگز آب از سوراخ های غربیله نریزد و این را مردم «غیم» (ابر، تشنه؟) خوانند. لوله هایی هست که سر یکی در سوراخ دیگری فرومی رود و از برای باز و بسته شدن در آن می گردد. لوله ای که در آوند باشد، «مادگی» و لوله ای که در سوراخ باشد، «نرگی» نامند. بدین سان همه لوله ها و قیف ها و آبراهه ها که بر این صفت باشند، درون رونده را «نرگی» و درون رفته را «مادگی» گویند. چنین است حالت «نرمادجات» (نر و مادگی ها) <sup>۱</sup> و مانند اینها. همچنین، «می دزد» که در فارسی به معنای سارق شراب است، آوندی باشد که چون از شراب پر شود اگر وارونه کنند، شراب از آن نریزد. پس می گسار گمان کند آنچه در آن باشد لابد به آخر رسیده. این است که آن را «جام جور» نامند، چنانکه عکس آن را «جام عدل» گویند؛ چون بیش از مقداری که از آن می ریزد بالجمله افزون دارد. «مُهَنْدَم» اسمی است فارسی که معرب از کلمه «هَندام» (آندام) فارسی باشد و آن اگر چیزی با چیز دیگر جفت و جور شود، نمی توان آن را بدون آنکه پاره به پاره چسبیده باشد به جنبش آورد. «مطحون» (آسی وار یا آسیابی) مانند «مُهَنْدَم» (به اندام یا جفت و جور یا منطبق) است، منتها لغزان تر باشد به حدی که می توان آن را جنباند. «باب مَطْحُون (دَرِ آسی) که نَرگی و مادگی در آن باشد، آن نَرگی در مادگی

فرو رود، جفت و جور شود. پس چون انطباق یابد «مهدم» باشد که درزی در آن نیست، و بیشتر تر چیزهای صنوبری شکل [چنین] باشند و گویند که چیزی در چیزی جفت آسی شد، هرگاه که در آن بدون درزی میان آن دو جنبایی باشد. باب المدفع (دَرِ پرتابه) و باب المِستق (دَرِ آبخوری) در نفتدانها و آبفشانها و مانند اینها باشد. تخته‌ها (واژه فارسی) همان صفحات باشند. ملیار و مینار، آوندی بزرگ است که در آن آب گرم کنند. سرن الرحی (چرخاب سنگ آس)، گردانه‌ای که آب بدان بخورد بگردد. قطارات (آبچکانها)، دستگاه‌هایی به شکل‌های مختلف که از آنها آب یا جز آن به قدر حاجت فروچکد. حنانات (آوازگرها)، دستگاه‌هایی که با آوایی، همچون آوای چنگ و نای و سوتکش‌ها و جز اینها به قدر حاجت آواز کنند. نضاحات (گلاب‌پاشها)، ابزارهایی که به سر و روی مردم چنانکه صنعتگر خواهد آب و گلاب پاشند. فوارات (آبفشانها)، همانهاست که به شکل‌های مختلف در حوض‌ها و حمام‌ها و مانند اینها آب از آنها فوران کند...<sup>۱</sup>

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
رتال جامع علوم انسانی

### ج. نوشتارهای حیلی

ابن سینا در رساله حیلی که بدو نسبت یافته (معیار العقول) بنابر کتاب «ایرن میخانقی» (= هرون مکانیک‌دان اسکندرانی) ابزارهای بسیط را پنج چیز در گرانکشی یاد کرده است که همان «مِحور، مُخَل، بَکره، لُولب، اسفین» پیشگفته باشند. آنگاه با شرح هر یک به تبیین ریاضی پرداخته و نسبت‌های هندسی را فرا نموده است. باب سوم رساله در بیان

۱. نقل به اختصار از مفاتیح العلوم، صص ۲۴۹-۲۵۵.

«از قوّت به فعل در آوردن» آن ابزارهاست (ص ۴۱). سپس باب چهارم است «در ترکیب آلات با یکدیگر، چون خواهند که چیزهای سخت گران را به قوّت‌های اندک بجنابانند و بر بالا برند، بهتر آن بود که آلت‌ها را با یکدیگر ترکیب کنند» (ص ۵۰). پس به شرح «ترکیب محور و بکره»، «ترکیب محور و بیرم»، «ترکیب محور و لولب» و «ترکیب آلات چهارگانه با یکدیگر» پرداخته که جملگی همراه با توضیح ریاضی و تصویر آنهاست.

اما همروزگار او، ابوریحان بیرونی (۳۶۲-۴۴۰ ق) در فیزیک، مکانیک، کانی‌شناسی و ابزارسازی چندین کتاب و رساله نوشت. اینک از آنچه به ابزارهای نجومی برمی‌گردد، می‌توان کتاب استیعاب الوجوه الممكنة فی صنعة الاضطراب (اخذ بررسی کامل روش‌های ممکن در فنّ اضطراب) را نام برد که وجود دارد. رساله فیما أخرج ما فی قوّة الاضطراب الی الفعل (آنچه درباره‌ی اضطراب از قوّه به فعل حاصل شده است) که بر جای نمانده است و در باب آلات توزین الکتابه فی المکابیل و الموازین و شرائط الطیار و الشواہین (نوشتار درباره‌ی پیمان‌ها و ترازوها و شرط‌های زبانه‌ی ترازو و شاهین‌ها) و حکایة الآلة المسماة السدس الفخری (داستان ابزار موسوم به «شش یک فخری») که موجود است. رساله معروف چگالی سنجی او یعنی النیسب التي بین الفلزات و الجواهر فی الحجم (نسبت‌هایی که میان فلزات و سنگ‌های گرانبها از لحاظ حجم وجود دارد) اثری است که در آن با استفاده از یک نوع ترازوی بدیع که بر پایه‌ی اصل ارشمیدس کار می‌کند، روشی برای تشخیص وزن مخصوص ماده‌ی جامدی که شکل نامشخصی داشته باشد، فراهم می‌آورد. آنگاه نتایج تعیین وزن مخصوص هشت فلز، پانزده ماده‌ی



جامد دیگر و شش مایع را می آورد که بسیار دقیق است.<sup>۱</sup>

ریاضی دان و منجم اندلسی، ابو عبدالله محمد بن مُعَاذ جِیَانِی قُرطَبِی (۳۷۹ ق - ح ۴۷۲ ق) علاوه بر آثار ریاضی - نجومی، رساله‌ای در حیل صنعتی دارد که تأثیر بسیاری بر نوشته‌های دیگران داشته است و نخست بار، پانزده سال پیش دونالد هیل<sup>۲</sup> آن را شناساند. عنوان اثر وی: کتاب الاسرار فی نتایج الافکار باشد که نسخه خطی آن (مورخ ۶۴۴ هـ ق) در کتابخانه فلورانس موجود است. رساله یاد شده، ۳۱ طرح دستگاه دارد، پنج تای نخستین، ساعت‌های خودکار باشد که چرخ و دنده‌های دستگاه آنها کامل است. طرح‌های ۲۱ تا ۲۴، جنگ افزارهای بُرجدار و شماره‌های ۲۵ و ۲۶، افزارهای آبکشی و شماره ۳۱، ساعت آفتابی همگانه است. روش ابن مُعَاذ در این رشته به سبب ریاضی و نجومی بودنش، بیش تر هندسی است تا مهندسی، پس در شرح چرخ‌ها و محورهای دستگاه‌ها که ساختمان آنها علی‌المعمول صندوقه باشد، اصطلاحات وی هندسی است. دولاپ ذوالعوارض (دندانه‌دار) برای دو چرخ به کار رفته که دندانه‌های آنها را به شکل زوایای متساوی الاضلاع فرا نموده است. نیروی جنبگر دستگاه ساعات، آب است که از بالای صندوقه فرو می‌ریزد و یک فلکه - محور را می‌چرخاند. این دستگاه در واقع یک افلاک‌نماست. تمام طرح‌های ۶ تا ۲۰ و ۲۷ تا ۳۰، ساعت‌های آبی‌اند، با همان سازوکار تبدیل به خودکاری، و از جمله در طرح ۸ برای نشان دادن هر ساعت، ۱۲ آئینه از شیشه سفید با یک

۱. کارنامه بیرونی، صص ۳۹، ۴۱، ۴۳، ۵۶ و ۷۳؛ زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی، ج ۱.

ص ۳۱۵.

شمعدان به کار برده است که بر حسب زمان سنج خورشیدی نمودگار تقسیم شب و روز به ۱۲ ساعت باشد. البته چنین دستگاهی را بعدها ارشمیدس دروغی، محمد ساعاتی و بدیع جزری نیز درست کردند. به هر حال، رساله ابن معاذ در پیشرفت علم، نشانگر تمایز سنن شرقی و غربی فنون مکانیکی در قرون وسطای اروپا و آسیای غربی است. این دو سنت با هم تفاوت بینی نداشته، هیچ یک از دیگری اثر نپذیرفته، ولی تحوّل فنون دستگاه‌های سنگین به طور عمده همانا یک پدیده اروپایی بوده است. نکته جالب اینکه برخی از اصطلاحات ابن معاذ اندلسی، همان اسامی فارسی الاصل باشد که در قطر شرقی جهان اسلام تداول داشته است.<sup>۱</sup>

عبدالرحمان خازنی (نیمه دوم سده ۵ - نیمه اول سده ۶ ق) فیزیکدان، ریاضی‌دان و منجم مشهور که در شهر «مرو» پرورش یافت و در دستگاه سلجوقیان به امور علمی پرداخت، چنانکه زیج سنجری معتبر را به نام سلطان سنجر سلجوقی تألیف کرد. اما مشهورترین اثر وی کتاب میزان الحکمه (مؤلف حدود ۱۵۵۱ ق) از امتهات کتب در فنّ حیل است. مکانیکی آنگونه‌ها (هیدرولیک)، ایستاب‌شناسی (هیدرواستاتیک)، خصوصاً نگره‌های مراکز ثقل، تعادل اجسام، وزن مخصوص، چگالی سنجی، و نگره بالابرها، ترازوها، زمان‌سنج‌ها، فنون ساختن و کار بستن آنها و جز اینها در کتاب با تبیین ریاضی - هندسی بحث شده که متضمن طرح‌ها و تصاویر آلات و ابزارها هم است، و نیز نشانگر پیشرفتی بیش‌تر در این رشته به نظر می‌رسد. باید افزود که متن عربی کتاب کامل است. اما ترجمه فارسی آن که در سده هشتم صورت گرفته، متنی منتخب باشد که تقریباً نیمی از فصول

1. *Journal for the History of Arabic Science*, vol. 1, no. 1, May 1977, pp. 34-44.

کتاب را در بر ندارد. از مکانیک دانان متقدّم مانند ثابت بن قرّه و ابوریحان بیرونی فقراتی در این کتاب به نقل آمده است.<sup>۱</sup>

نامورترین مکانیک‌دان مسلمان، مهندس بدیع‌الزمان ابوالعزّ اسماعیل دیار بکری جزری (سده ۶ق) است که نسبت «جزری» او به جزیره بین رودهای دجله و فرات باشد. جزری کتاب مکانیک خود را به خواست پادشاه دیار بکر ملک صالح ناصرالدین ابوالفتح محمودبن محمد ارتقی (۵۹۷-۱۹ق) تألیف نمود. این کتاب (فی معرفة الحیل الهندسیه) با عنوان الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعة الحیل، بهترین نوشتار در باب ابزارهای مکانیکی و هیدرولیکی در سده‌های دیرینه و میانه است، که در مطاوی آن واقعاً بین علم و فن، مباحث نظری و مناهج عملی را جمع کرده است. نخست بار دانشمندان ریاضی آلمانی (ویدمان و هاوزر) در دهه‌های نخستین سده کنونی، پی به اهمیّت این اثر بردند و در گزارش‌های تاریخ علم خود به نقل و ترجمه فقراتی از آن پرداختند. گفت‌وگو پیرامون کتاب جزری ادامه یافت، تا آنکه دونالد هیل ترجمه کامل آن را به انگلیسی طبع و نشر کرد.<sup>۲</sup> پس از آن، دانشمند سوری، احمد یوسف الحسن که پیش‌تر «النوع الخامس» کتاب را چاپ کرده بود<sup>۳</sup>، متن کامل عربی آن را با عنوان الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعة الحیل در ۱۹۷۹

۱. میزان الحکمه، حیدرآباد، ۱۳۵۹ق؛ ترجمه فارسی آن (از سده ۸ق)، ویرایش مدرّس رضوی، تهران، ۱۳۴۶ش؛ علم و تمدن در اسلام، ص ۱۳۵؛ العلم عند العرب، ص ۳۰۶؛ *Islamic Science, 143*

2. *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical, desices and annotated and translation of "al-Jazari's work", Netherlands/ Reidel, Dordrecht-Boston, 1974.*

۳. مجله تاریخ العلوم العربیة (جامعة حلب)، ج ۱، ش ۱، ايار ۱۹۷۷، صص ۵۵-۲۰.

در سوریه (معهد التراث العلمی العربی) انتشار داد.

باید گفت که خوشبختانه ترجمه فارسی کتاب، از محمدبن داوود علوی شاه‌آبادی (ظاهراً سده ۱۰ ق) در دست است و در نسخه خطی آن با عنوان «جرأتقال» در کتابخانه مدرسه سپهسالار (مطهری) تهران (ش ۷۰۷، ش ۷۰۸) وجود دارد که سزااست فضلی علم مکانیک آن را ضمن مقابله با متن عربی و ترجمه انگلیسی، طبعی متین نمایند.

کتاب جزری در شش مقوله (نوع) مشتمل بر ۵۰ فصل باشد:

۱. ساعت‌های آبی و شمعی (۱۰ فصل)، ۲. ظروف و اسباب بزمگاهی (۱۰ فصل)، ۳. ظروف خونگیری و وضوسازی (۱۰ فصل)، ۴. فواره‌ها و نی‌ها (۱۰ فصل)، ۵. دستگاه‌های آبکشی (۵ فصل)، ۶. متفرقات در ریختگری، حفاری، قنلسازی و ساعت آبی (۵ فصل)، و بر روی هم متضمن ۱۷۳ تصویر (طرح و بیرنگ و نقاشی) است. دونالد هیل مقاله‌ای هم به عنوان «یادداشت درباره نسخه خطی مهم کتاب جزری» (مورخ ۷۱۵) نوشته که در آن تأثیرات فارسی و تصرفات ایرانی را بر کتاب جزری یاد کرده است؛ از جمله اینکه صفحه‌شمار نسخه، فارسی است و عبارات فارسی هم گویا به طور الحاقی در مطاوی آن به دیده می‌آید. اما فصول مورد بحث (منضم به تصاویر) راجع است به کوزه تقسیم آب گرم و سرد، طاووسک توزیع آب و مخازن آن، تلمبه، کیشنده، فنل‌بندی، ساعت شمعی و آبی، سه فصل تمام در مکانیک آبکشی، چرخ و محورهای دستگاه‌ها، بازوهای چرخاننده و جز اینها که گوید این «حیله»‌ها به کار چیزهای دیگر هم می‌آید.<sup>۱</sup>

نوع پنجم کتاب جزری (در ابزارهای آبکش از آبگیرها و چاه‌هایی که

1. *Journal for the History of Arabic Science*, vol.2, no. 2, Nov. 1978, pp. 291-298.

ژرف نیستند و رودخانه‌ها) خصوصاً متضمّن اصطلاحات فارسی مانند دولاب، دندانه، رزه، اسکرجه، فرجات (پره‌ها)، نرمادجه (نر و ماده)، همچنین انواع و فصول دیگر متذکر اسامی فارسی آلات و ابزارهاست و بسا که شمار آنها در ترجمه فارسی کتاب بیش‌تر هم باشد. هم در این نوع پنجم (فصل ۵) از جمله دستگاه‌های وی، یک تلمبه دو استوانه‌ای با میله مجوّف که با چرخ پره‌داری به حرکت درمی‌آید، و گفته‌اند که کار مهمی در تاریخ ابزارسازی به شمار می‌رود. نیز آنچه واجد اهمیت باشد، قطعات مجزای دستگاه‌ها و شیوه‌های ساختن آنهاست که به کار مهندسان اروپایی سده‌های بعد برمی‌گردد. ساعت آبی جزری هم، چنانکه گذشت، نظر مورخان علم و فن را جلب کرده است. گفته‌اند که بسیاری از اجزا و ابزارهایی که وی و دیگر صنعتگران مسلمان به کار برده‌اند، ظاهراً به صورت اختراع مجدد در اروپا ظاهر شد. این نگره هم هست که باید دید مهندسان اروپایی از چه طریق به اندیشه‌های علمی - فنی دانشمندان اسلامی دسترسی یافته‌اند.<sup>۱</sup>

اصحاب حیل پس از جزری هم به لحاظ تاریخ علم قابل ذکر باشند، از جمله طرسوسی (سده ۶ق) که کتاب *التبصره فی الحروب* را برای صلاح‌الدین ایوبی ساخت، ابن‌ساعاتی (سده ۷ق)، محمدبن داوود علوی شاه‌آبادی (سده ۱۰ق) مترجم کتاب جزری به فارسی، قیصر الحنفی (۱۱۶۸-۱۲۵۱ق) متخصص در چرخ و دولاب که کارهای جزری را دنبال کرد و همو کره فلکی مشهوری ساخت (موجود در موزه ناپل) و سایر مکانیک‌دانان دوره عثمانی و عهد صفوی در ایران، از جمله شیخ‌بهایی و

۱. زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی. ج ۱. صص ۳۶۰-۳۶۶.

حتی شیخ محمد علی حزین لاهیجی (م ۱۱۸۱ ق) که یک رساله «جرّاتقال» در جزو تألیفات فارسی اش یاد شده است، و چندین رساله دیگر «جرّاتقال» مانند آنچه در پیوست رسالات ابلونیوس فی البکرات، و مقاله دوم از کتاب *المخائیک فی رفع الاشیاء الثقیلة* است (کتابخانه دانشکده ادبیات دانشگاه تهران، نسخه شماره ۱۹۷ جواد)، و رسالات دیگر که نُسخ آنها در کتابخانه‌ها متعدّد است.<sup>۱</sup>

### ضمیمه مقاله درباره فنون فولاد

احمد یوسف الحسن (ویراستار کتاب *الحیل جزری*) گفتاری دارد به انگلیسی با عنوان «فن آوری آهن و فولاد در منابع عربی سده‌های میانه»<sup>۲</sup>. که متضمّن گفتاوردها و فقراتی از آثار کِنْدی فیلسوف، ابوریحان بیرونی، جلدکی کیمیایی و قلقشندی مصری در موضوع ما نحنُ فیهاست. در اینجا محض تمیم فایده فقط سه فقره چکیده وار از آن منابع را می آورم:

۱. ابویوسف یعقوب بن اسحاق کندی فیلسوف (ح ۲۳۶ ق) در رساله *الی بعض الاخوان فی السیوف*، آهنی را که از آن شمشیرها سازند بر دو نوع «کانی» و «پولاد» دانسته و نوع کانی خود بر دو قسم است: ۱. شاپورگان که آهنی سخت و پذیرای آبدادن است و نوع پولاد از این ساخته شود، ۲. نرم‌همن که از نامش پیداست آهنی نرم است و آب‌پذیر نباشد. از این دو نوع، قسمی مرکب یا آمیخته عمل آید.

1. *Islamic Science*, p. 145; *Science and Technology in Islam*, pp. 38-44;

کتابنامه علوم در ایران، صص ۱۵۱، ۱۵۴.

2. *Journal for the History of Arabic Science*, vol.2, no. 1, May 1978, pp. 31-43.

آنگاه کندی به تقسیمات شمشیرهای فولادی پرداخته است.

۲. ابوریحان بیرونی در کتاب الجواهر فی الجواهر (ص ۲۵۶) گوید که مزید بن علی حدّاد دمشقی، کتابی در وصف شمشیرها دارد که شامل رساله کندی هم می‌شود. وی با فنّ فولادریزی و صنعت کوره‌داری و کار با بوته‌های ذوب فلز، روش‌های کلّوخته‌بندی آهن و جز اینها آغاز نموده است. آنگاه بیرونی مواد شیمیایی را که در فلزگذاری به کار می‌رود یاد کرده است. باید افزود که اصطلاحات فنّ غالباً فارسی یا معرّب از فارسی است؛ مانند همان شاپورگان، نرماهن، فرند (مرادف با پولاد) و جز اینها که کندی به کار برده است.

۳. جلدکی کیمیایی (م ۷۶۲ ق) یک کتاب الحديد دارد (نسخه چستر بیٹی، ش ۴۱۲۱) که ظاهراً تفسیری بر رساله الحديد از جابربن حیان صوفی رازی کیمیایی (ح ۲۰۰ ق) و در فنون آهن‌گذاری است، با آغاز از استخراج سنگ آهن و چگونگی کوره‌ها، سپس صنعت پولادسازی، فنون سخت‌افزاری، آبکاری و صیقل‌کاری را شرح نموده است.

☆ رتال جابربن حیان و صناعات فرنگی ☆

یاد باید کرد که حُبّیش تفلّیسی (سده ۶ ق) هم باب هفتم از کتاب بیان الصناعات خود را (ویراسته ایرج افشار) «اندر آب دادن تیغها و آلات سلاح» نهاده است.<sup>۱</sup> همچنین فخرالدین مبارکشاه بهری از باب یازدهم کتاب آداب الحرب و الشجاعة را به ذکر انواع و اوصاف تیغها اختصاص داده

۱. فرهنگ ایران زمین، سال ۵، ۱۳۳۶ ش، ص ۳۳۷.

است<sup>۱</sup> و این فقرات و نیز رسالات مفرد در این باب بسیار است. خلاصه آنکه اینها مشتی است نمونه از خروار که از لابه لای متون به دست آید. سخن در باب تمایز اجناس پولاد، خصوصاً فولادهای دمشقی و هندی بسیار است. ناگفته نماند که سیریل اسمیت در تاریخ فلزگدازی خود (شیکاگو، ۱۹۶۰) از تتبعات ایلهارد ویدمان<sup>۲</sup> در اثر معروف تألیف راجع به تاریخ علوم اسلامی (فصل ۲۵) غافل مانده است.

## منابع

۱. معیار العقول (در فنّ جزأئفال) منسوب به ابن سینا (م ۴۲۸ ق)، ویراسته استاد فقید جلال الدین همایی، تهران، انجمن آثار ملی، ۱۳۳۱ ش.
۲. رسائل اخوان الصفا، افسست، قم، ۱۴۰۵ ق.
۳. پرریز اذکائی، کارنامه بیرونی، تهران، وزارت فرهنگ و هنر، ۱۳۵۲ ش.
۴. جان برنال، علم در تاریخ، جلد یکم (پیدایش علم)، ترجمه اسدپور پیرانفر، تهران، امیرکبیر، ۱۳۵۴ ش.
۵. ابوریحان بیرونی، کتاب الجماهر فی معرفة الجواهر، الطبعة الاولى، حیدرآباد الدکن، دائرة المعارف العثمانية، ۱۳۵۵ هـ ق.
۶. تهانوی، کشف اصطلاحات الفنون، طبع مصر.
۷. شیخ آقازرگ طهرانی، الذریعه، ج ۵/ ج ۷.
۸. حاجی خلیفه، کشف الطنون، طبع استانبول.
۹. احمد یوسف الحسن، تقی الدین و الهندسة المیکانیکیه العربیة مع کتاب

۱. چاپ سهیلی، ص ۲۵۸.



- الطرق السنيه في الآلات الروحانية (من القرن السادس عشر)، سوریه،  
جامعة حلب، ۱۹۷۶.
۱۰. خازنی، کتاب میزان الحکمه، الطبعة الاولى، حیدرآباد الدکن، دائرة المعارف  
العثمانية، ۱۳۵۹ق؛ ترجمه فارسی (از سده ۸ق) با مقدمه و تعلیقات  
محمدتقی مدرّس رضوی، تهران، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۴۶ش.
۱۱. خوارزمی، مفاتیح العلوم، طبع فان فلوتن، لیدن، ۱۸۹۵م.
۱۲. جورج سارتون، مقدمه بر تاریخ علم، ترجمه غلامحسین صدری افشار،  
ج ۱ (از هومر تا عمر خیام)، تهران، وزارت علوم، ۱۳۵۳ش.
۱۳. غلامحسین صدری افشار، کتابنامه علوم در ایران، تهران، مرکز مدارک  
علمی، ۱۳۵۰ش.
۱۴. طاشکبری زاده، مفتاح السعاده، ج ۱، حیدرآباد الدکن، ۱۳۸۷ق.
۱۵. ابونصر فارابی، احصاء العلوم، طبع عثمان محمدامین، بیروت، ۱۹۳۱م.
۱۶. آداب الحرب و الشجاعة (فخر مدیر)، طبع سهیلی خوانساری، تهران،  
۱۳۴۶ش.
۱۷. مجله تاریخ العلوم العربیة (جامعة حلب، سوریه)، ج ۱، ش ۱، ايار ۱۹۷۷،  
صص ۲۰-۵۶؛ ج ۲، ش ۱، ايار ۱۹۷۸، صص ۵۵-۵۸؛ ش ۲، تشرین ثانی  
۱۹۷۸، صص ۹۳ و ۴۲۶.
۱۸. زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی، ویرایش حسین معصومی همدانی،  
تهران، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۶۵ش.
- حسین معصومی همدانی، «مهندسی مکانیک در میان مسلمانان»، نشر  
دانش، س ۳، ش ۴، صص ۱۵-۲.
۱۹. احمد منزوی، فهرست نسخه های خطی فارسی، ج ۱، تهران، مؤسسه  
فرهنگی منطقه یی، ۱۳۴۸ش.
۲۰. آلدومیلی، العلم عند العرب و اثره فی تطور العلم العالمی، نقله الی العربیة  
الدكتور عبدالحلیم النجار (و) الدكتور محمد یوسف موسی، قاهره، دارالقلم،  
۱۹۶۲م.

21. M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison, 1961.
22. *Journal for the History of Arabic Science*, vol. 1, no. 1, May 1977, pp. 34-44.; vol. 2, no. 1, May 1978, pp. 31-34.; no. 2, Nov. 1978, pp. 291-298.
23. S. H. Nasr, *Islamic Science*, London, World of Islam Festival, 1976.
24. S. H. Nasr, *Science and Technology in Islam*, London, World Islam Festival, 1976.
25. E. Wiedemann, *Aufsätze Zur Arabischen Wissenschafts Geschichte*, New York, 1970, pp. 731-748.

## تعليقات

۱. «چرخ» یا ابزار دولابی در تاریخ شگرد و علم حیل داستان بسیار شگفت‌انگیزی دارد، اگرچه تاکنون در این خصوص مطالعات عمیق صورت نگرفته است (یا بسا که ما بی اطلاع باشیم) بویژه در مشرق‌زمین و ایران باستان، این ابزار - چنانکه ما دریافته‌ایم - حدیث مفصل دارد، که عجالهٔ اجمال آن از این قرار است: واژهٔ فارسی کهن «رَس»<sup>۱</sup> به معنای «چرخ» است، که متأسفانه هیچ‌یک از لغت‌نامه‌های متداول (حتی لغتنامهٔ دهخدا) بدین معنا مطلقاً اشارتی نکرده‌اند؛ با آنکه در پهلوی ساسانی هم - حسب شواهد - تداول داشته است (به معنای «چرخ، فلک، گردون») مع الوصف در هیچ‌یک از فرهنگ‌های پهلوی متعرض ذکر آن نشده‌اند؛ تنها در فرهنگ

شاهنامه، «رَس» به معنای «طوق یا حلقه فلزی» آمده است.<sup>۱</sup> البته واژه «چرخ» در شاهنامه با ترکیبات اسمی آن بدین معانی یاد شده است:

۱. چرخ، گنبد آسمان، فلک (غالباً «سرنوشت یا تقدیر»)، چرخ برین، چرخ بلند، چرخ کهن، چرخ روان، چرخ کبود، چرخ گردان، چرخ گردنده، گنبد چرخ، چرخ و ماه، و...؛ ۲. فلک (همچون بلندای قابل ملاحظه): پیرامون، سپهر (افلاک و اجرام سماوی)، چرخ گردون، چرخ فلک، و...؛ ۳. چرخ آبکشی، کمان (تیراندازی) - کمان‌های چرخ، سقف گنبدی (تالار)، دامنه و اطراف (جامه) و...؛ (★) تنها یک بار به معنای «چرخ اژابه» در داستان پادشاهی لهراسب آمده است: «همی آمد از چرخ، بانگ چکاو/ توگفتی ندارد تن گاو تاو»<sup>۲</sup> که اشاره به «گردون یا گردونه گاوکش» است (گردونه، چرخ‌ی است که به وسیله گاوان کشیده می‌شود)، و به طور کلی آنچه اینک در مفهوم واژه کهن «رَس» مورد بحث است، همانا در کلمه «گردون یا گردونه» در شاهنامه فردوسی بیان شده است که هم از معانی آن مرادف با «چرخ» (پیشگفته)، دایره فلکی یا فلک آسمان، گردون سپهر/ پیر، سپهر اجرام سماوی و مانند اینهاست. باید افزود که در ترجمه عربی شاهنامه، در غالب موارد کلمه «العجل» (العجله)، معادل «گردونه» فارسی به کار رفته است.<sup>۳</sup>

اینک گوییم دقیقاً به همین مفاهیم مذکور، کلمه «رَس» بنیاد هندواروپایی دارد؛ چندان که سابقه ذکر آن به حدود ۴۰۰۰ سال پیش می‌رسد (ح ۲۰۰۰ ق م) چه آنکه همانا وجهی است از واژه «رَثَه»<sup>۴</sup> در نزد اقوام

1. Wolff, *Glossar zu Firdosis Schohname*, p. 432.

۲. فردوسی، شاهنامه، چاپ مسکو، ج ۶، ص ۴۴.

3. Wolff, *ibid*, pp. 287-288, 697.

4. ratha; ratta

هندواروپایی (قفقازی) بالاخص «کاسیان»، به معنای «گردون» (چرخ) و «گردونه» (ازابه) که در وجه وصفی و با پیشوند شغلی «abi» (چی، صاحب) به کار می‌رفته است [مثلاً در ترکیب «آبی رتاش» (Abi + Rattaš)]، که به معنای «گردونه‌ران» یا «گردونه‌سوار» و «گردون‌دار» (ازابه‌ران) بوده است. هم از جزء اول کلمه وصفی / نسبی «رتش» (raethaš) در فارسی باستان و اوستایی «رتشتار» (ratheš + tār) به مفهوم «نظامی، رزمی یا سپاهی» (ارتشی) در حقیقت اصلاً به معنای «ازابه‌ران» جنگی و رزمی بوده است؛ چنانکه در عصر پهلوی هم از این ماده لغوی قدیم - البته با استیعاب غلط - کلمه «ارتش» را معادل لغت «قشون» ترکی<sup>۱</sup> بر ساختند که متداول است. اما مدلول مابعدطبیعی «رس» (چرخ فلک یا گردون سپهر) در صورت هندوایرانی «رته یا ارته»<sup>۲</sup> همانا «نظم کیهانی یا عدل آسمانی یا نظام قدسی» خود در سنن ودایی و اوستایی (حکمت مزدایی ایران) بسیار مشهور است. به عبارت دیگر، مفهوم انتزاعی از مصداق مشخص خارجی «رته یا ارته یا ارته» (چرخ، فلک) همانا نظم و رایشن کیهانی است. در واقع، فلک سپهری و گردون آسمانی این معنا را به مردمان باستانی القا نموده؛ باید گفت صورت «نمادین» آن در صلیب شکسته تجسم یافته ( ) که خود مبین قُطرهای متعامد هر دایره و چرخ و فلکی است. صلیب شکسته در اشکال باستانی (ماقبل تاریخ) از آنرو نماد خورشید و فلک و کیهان بوده که انسان نخستین شکل دایره و چرخ را فقط از حلقه دایره خورشید و ماه بدر انتزاع کرده؛ و ظاهراً از این رو چلیبا نماد خورشید شده که از شرق طلوع می‌کرده (حسب نوک‌های شکسته در جهت دور دایره آن و مبین جهات اربعه؟) و نماد فلک

1. Army

2. rata; arta

بودن این که اولاً خورشید خود بزرگ‌ترین کره منظومه است که دور فلکی شبانروزی آن قطعاً و دور فلکی سالانه آن احتمالاً مورد درک و توجه به معنای «نظم کیهانی» شده است.

۲. در باب منشأ کارخانه و دستگاه‌های ابزاری که گفته‌اند: «شکل ابتدایی همه دستگاه‌ها را امپراتوری روم با آسیای آبی به دست داد»، تمام تاریخ تحوّل ابزارها را می‌توان قدم به قدم در تاریخ آسیای گندم تعقیب نمود. هنوز به زبان انگلیسی، کارخانه<sup>۱</sup> (آسیا) خوانده می‌شود و در نوشته‌های فنی آلمان که راجع به نخستین دهه‌های قرن نوزدهم است، هنوز اصطلاح «mühle» (آسیا) نه تنها به دستگاه‌هایی که با نیروهای طبیعت به حرکت درمی‌آیند اطلاق می‌شود، بلکه حتی کلیه مانوفاکتورهایی که اسباب‌هایی از نوع «ماشین» به کار می‌برند نیز چنین خوانده می‌شوند.<sup>۲</sup>

۳. کتاب الحیل «بنوموسی» (سده ۳ هـ ق) که دستگاه‌های مکانیکی مشروح در آن به مراتب از نمونه‌های دوره یونانی مآبی پیشرفته‌تر است و به علاوه بر آثار بعدی و فن‌آوری دوره نوزایی «رنسانس» به بعد اروپا تأثیر گذارده، با ویرایش و ترجمه آن به انگلیسی از دونالد هیل طبع و نشر شده است، ترجمه فارسی آن نیز از زبان انگلیسی و از سوی سرفراز غزنی با عنوان «ابتکارات خارق‌العاده مکانیکی یا کتاب الحیل (ingenios Devices) مجموعه ابتکارات و اختراعات بی‌نظیر از احمد بن موسی بن شاکر خراسانی (قرن ۳ ق / ۹ م) نابغه مهندسی مکانیک ایرانی و سازنده دستگاه‌های خودکار آبی، هوایی، بادی (که از سه متن خطی عربی موجود در واتیکان و

1. mill

۲. سرمایه، ج ۱، ص ۳۲۹.

برلن و توپکاپی) دونالد هیل به زبان انگلیسی ترجمه و... منتشر کرده» در ۱۳۷۲ در مشهد (انتشارات آستان قدس رضوی) چاپ و نشر شده است.

۴. کتاب *فی الحیال الروحانیة* (و *مخانیقا الماء*)، از فیلون اسکندرانی که در سده سوم هجری قمری به عربی ترجمه شده، کارآدووو<sup>۱</sup> آن را ویراسته و با ترجمه فرانسوی طبع و نشر کرده است (پاریس، ۱۹۰۲). چنین کتابی را هم به حکیم ابونصر فارابی نسبت داده‌اند (اشتاینشاید، ص ۱۲۴) و لکن این اثر (کتاب *الحیال الروحانیة* و *الاسرار الطبیعیة فی دقائق الاشکال الهندسیة*) تماماً مطالب کتاب *اعمال هندسی ابوالوفای بوزجانی* (۳۲۸-۳۸۸ق) است، و نسبتی با فارابی ندارد.<sup>۲</sup>

۵. کتاب *الحیال بدیع الزمان جزری* (سده ۶ق) با عنوان *الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل*، تحقیق احمدیوسف الحسن، طبع سوریه، جامعه حلب (معهد التراث العلمی العربی، ۱۹۷۹) با ترجمه انگلیسی آن به شرح زیر منتشر شده است:

A. Y. Hasan, *A Compendium of the theory and practice collated from three of the best manuscripts*, Aleppo University, Syria, 1979.

کتابگذاری ترجمه فارسی آن (نسخه‌های پاریس و مدرسه مطهری) با عنوان «نقدی بر ترجمه فارسی کتاب *الحیال بدیع الزمان جزری*»، از حسن طارمی‌راد، در *تحقیقات اسلامی* (یادنامه دکتر زریاب)، سال ۱۰، ش ۱ و ۲ (۱۳۷۴)، صص ۵۰۹-۵۲۶، به چاپ رسیده است.

1. Carra de Vauex

۲. نک: جعفر آقایانی چاوشی، «پژوهشی در کتاب *اعمال هندسی ابوالوفای بوزجانی*»، نشریه معارف، ج ۱۱، ش ۳ (پیاپی ۳۳)، آذر-اسفند ۱۳۷۳، صص ۶۵-۷۶.

۶. کتاب علم الساعات و العمل بها تألیف ابن الساعاتی (م ۶۱۷ق)، ویرایش محمداحمد دهمان (جزو) مجموع فی المیکانیک الاسلامی (دمشق، ۱۹۸۱) با مقدمه مبسوط و فهرس چاپ و نشر شده است.

۷. فخرالدین مبارکشاه آنچه را در حصارگشادن باید، چنین برشمرده

است:

نردبان لیفین و ریسمانی و کنب، سرچنگال و خرک و مترس و ده مرده، منجنیق و عراده گران [ظ: گردان] و عراده خفته، دیوارکن و آتشکش آهنین، بند و کلند و نیزه مردگیر، سپرچخ و کروه و نیزه سردندان، تخته‌های زیادتی و استونها... [و برای دفاع] دیگر کلک و تیرناوک و غدرك، ملخک و جوال دوز، دانگ سنگ و نیم دانگ سنگ، کمان و زنبورک، نیم چرخ کُشکنجیر و منجنیق، عراده گران و خفته، سنگ منجنیق و سنگدست و سنگ فلاخن...، میخهای دولابی و دیوارکن...<sup>۱</sup>

۸. گفتار احمد یوسف الحسن در مقاله «تکنولوجیا الحديد و الفولاذ فی

المصادر العربیه»، (در) مجله تاریخ العلوم العربیه (جامعه حلب)، ج ۲، ش ۱ (ایار ۱۹۷۸)، صص ۵۵-۵۸ (و متن آن به انگلیسی به شرح زیر):

A. Y. Al-Hassan, "Iron and steel technology in Medieval Arabic sources", in *Journal for the History of Arabic Science* (University of Aleppo), vol. 2, no. 1 (May 1978), pp. 31-43.

۹. گفتار سیدمصطفی میرسلیم با عنوان «سیر تحوّل مکانیک»، در

تحقیقات اسلامی (ویژه تاریخ علم)، سال ۸، ش ۱ و ۲ (۱۳۷۲، صص ۱۱-...) .



شروہ شگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی  
پرتال جامع علوم انسانی