هنرهای صناعی خراسان بزرگ
دوره ۱، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲
Vol.1, No.4, Winter 2024
۸۵-۱۰۰
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۸

جایگاه طراحی و تفکر خلاق در علم حیَل؛ بررسی الگوهای منطق در علم صناعات عملی (با تأکید بر منابع اندیشمندان خراسانی)

➢ **احمد تندی :** استادیار گروه صنایع‌دستی دانشگاه هنر، شهر تهران، ایران
➢ **بابک امرایی:** دانشجوی دکتری پژوهش هنر، دانشگاه هنر، شهر تهران، ایران b.amraee@gmail.com

چکیده

در دوران شکوفایی علمی جهان اسلام دو دانشنامه مهم، توسط دو دانشمند خراسانی نوشته‌شده‌اند، نخست احصاءالعلوم فارابی و دیگری، مفاتیح العلوم خوارزمی. هردوی این دانشنامه‌ها به صناعات و علوم عملی یا به‌اصطلاح علم حیل توجه ویژه داشته‌اند. شواهد نشان دهندهٔ نقش پررنگ دانشمندان ایرانی در تولید و ثبت این علوم است، به‌نحوی‌که خوارزمی این علوم را به‌عنوان علوم عجمی معرفی کرده است، اما متأسفانه هنوز چیستی خود این علوم و نقش ایرانیان و به‌ویژه خراسان در تولید این علوم مورد پژوهش مستدل قرار نگرفته است. از این‌رو لازم است که پژوهش‌های بسیاری به بررسی چیستی علم حیل و سپس رابطهٔ آن با میراث ایرانی-خراسانی بپردازند. لازمهٔ شناخت سهم میراث ایرانی-خراسانی در ترویج این علم، شناخت درست خود علم حیل است. با چنین چشم‌اندازی از پژوهش‌های آینده، این پژوهش بر این پرسش متمرکز شده است که الگوهای منطقی صناعات طبقه‌بندی‌شده در شاخهٔ «علم حیل» چه می‌باشند؟ جهت پاسخ به این پرسش، تعاریف علم شناختیِ فارابی و خوارزمی، منابع تشریحی علم حیل و طرح‌های موجود حیل (به‌ویژه آثار احمد موسی خراسانی و بدیع‌الزمان جزری)، بازخوانی و تحلیل‌شده‌اند و با محوریت دو مولفهٔ «تفکر خلاق» و «روش طراحی» به تحلیل الگوهای منطقی و روش طراحی نمونه‌های موجود پرداخته شده و نیز با هفت استدلال نشان داده‌شده است که روش طراحی موارد خاص مورد نظر در علم حیل از طریق منطق قیاسی (محاسبات ریاضی) نیست، بلکه الگوی منطقی محوری در روش طراحی آن‌ها «تفکر خلاق» است.

واژگان کلیدی: احصاءالعلوم، حیل، روش طراحی، تفکر خلاق

Abstract

Introduction: Two important encyclopedias have been written in the era of scientific flourishing in Islam world, first "Iḥṣā al-ulūm" (the census of Knowledge) written by "Abu Nasr Al-Farabi", and second, "Māfatih Al-Olum" (Keys to sciences) written by "Abd-Allāh Kāteb Kārazmi". Both scientists are Khorasani and both of these encyclopedias have payed attention to crafts and practical sciences under the name of "Science of Hiall". Based on existing evidence, the Iranian specially Khorasani scientists have had an important role in the production and recording these sciences but unfortunately, the nature of these sciences and the role of Iranians in the production of them have not been considered properly, yet.Given the importance of this issue, the primary question of this research was: "Where is the place of design and creative thinking in the classification of Islamic sciences, in particular, in the encyclopedia of Iḥṣā al-ulūm? According to the preliminary study, this research focused on the "Science of Hiall" branch, in the "Educational Sciences" group. After documentary information gathering, the definitions presented by Farabi, the explanatory texts of Hiall, and the existing designs were revised. Then, focused on the two factors, creative thinking and design methodology, the logical patterns and design methods of existing designs have been analyzed. Based on these analyses, seven sets of discussion are presented in this paper. According to these arguments, the design method used in producing the devices in science of Hiall is based on creative thinking pattern, not based on the deductive model or the Mathematics Calculation.

Keywords: Iḥṣā al-ulūm, Hiall, Design Method, Creative Thinking

*نویسنده مسئول مکاتبات: احمد تندی (09122969380) (tondi@art.ac.ir)

مقدمه

در دوران شکوفایی علمی جهان اسلام دانشنامه‌هایی چون احصاءالعلوم ابونصر فارابی، مفاتیح العلوم ابوعبدالله خوارزمی و رساله‌های اخوان صفا نوشته‌شده‌اند که در آن‌ها صناعات علمی و عملی رایج زمان دسته‌بندی و تشریح شده‌اند. در این دانشنامه‌ها هر علمی بر اساس الگوی فکری و کارکرد آن دسته‌بندی شده است. نکتهٔ مهم این می‌باشد که در این دانشنامه‌ها صناعات عملی را نیز در شمار علوم قرار داده‌اند، با این استدلال که کار فکری بخشی از این صناعات است. به رسمیت شناختن ارزش فکری مشاغل تولیدی، حرکت درخشانی می‌باشد که فراتر از پایگاه اجتماعی پیشه‌وران آن روزگار، به‌ویژه در جوامع عربی، بوده است. باوجود اهمیت این موضوع، هنوز ابعاد زیادی از این علوم و زیرمجموعه‌های آن پنهان مانده است.

پیشینه پژوهش

علم حیل یا به قول ابوعبدالله خوارزمی، صناعت الحیل موضوعی است که برای شناخت چگونگی طراحی و ساخت صناعات در اسلام از نکات بسیار زیادی برخوردار است. در سال‌های اخیر از این علم به‌عنوان سابقهٔ علوم مهندسی در اسلام یادشده است، اما در مطالعات طراحی، هنر و صناعات جز با اشارات سطحی، به آن پرداخته نشده است. بخشی از این بی‌توجهی از نتایج آن است که پیچیدگی‌های تولیدات مسلمانان در یک کلیت به نام هنر اسلامی ساده‌سازی شده است و از دیگر سو، همهٔ توجه‌ها به حکمت هنر اسلامی از نگاه معاصران، محدود شده است. عامل دیگر این کم‌توجهی، تلقی سطحی از علم حیل است به‌نحوی‌که تنها با استناد به وجود مکانیزم‌ها در این آثار، به‌سرعت آن‌ها را پیشینهٔ مهندسی مکانیک قلمداد کرده‌اند و این ادعا از طریق تکرار و تبلیغات وسیع به یک باور عمومی بدل شده است؛ اما بررسی این علم از طریق تفکیک دامنهٔ آن و شناسایی الگوهای ادراکی، فکری و مهارت‌های ذهنی به‌کار رفته در هر بخش از دامنهٔ آن، می‌تواند گویای مطالبی بسیار عمیق‌تر باشد.

روش پژوهش

یکی از این ابعاد موضوع جایگاه طراحی و تفکر خلاق در صناعات عملی محسوب می‌گردد. در این راستا پژوهش حاضر به این پرسش آغازین پرداخته است که جایگاه طراحی (صناعات) و تفکر خلاق در طبقه‌بندی علوم اسلامی و به‌طور ویژه دانشنامهٔ احصاءالعلوم فارابی کجاست؟ برای یافتن پاسخ، ابتدا دانش طراحی (با محوریت دو مولفهٔ تفکر خلاق و روش طراحی) با علوم موجود در طبقه‌بندی فارابی تطبیق داده شد. این مطالعه، به روش توصیفی تحلیل محتوا، روی شاخهٔ «علم حیل» در گروه «علوم تعلیمی» متمرکز شده است. پس از آن منابع علم حیل و طرح‌های حیل موجود بازخوانی و تحلیل گردیده و با محوریت دو مولفهٔ تفکر خلاق و روش طراحی به تحلیل الگوهای منطقی و روش طراحی نمونه‌های موجود پرداخته‌شده است.

روش‌شناسی طراحی و تفکر خلاق

پژوهش‌های گسترده‌ای که از سال ۱۹۵۰م در حوزهٔ روش‌شناسی و ادراک شناسی طراحی انجام شده است نشانگر تفاوت‌های بنیادی میان ذهن یک طراح و ذهن یک دانشمند، ریاضی‌دان و حتی هنرمند است. این تفاوت‌ها در ابعادی مانند ویژگی‌های خاص تفکر طراحی، ویژگی‌های خاص مسالهٔ طراحی، ویژگی‌های خاص حل مسئله در طراحی و همچنین در صفاتی مانند تفکر تصویری و مهارت‌های ترسیمی آشکار است. با استناد به کیز دورست، در میان ویژگی‌های خاصِ ذهن طراح، امروزه بر موضوع «تفکر خلاق» به‌مثابه هستهٔ تفکر طراحی تأکید می‌شود (Dorst, 2011). پیش از چارلز سندرس پیرس[1] الگوهای منطقی «قیاس» و «استقرا» به‌عنوان تنها سازوکارهای تفکر شناخته می‌شدند، اما پیرس معتقد بود که الگوی منطقی سومی نیز وجود دارد که آنچه «می‌تواند باشد» را مشخص می‌کند (March, 1984: 268). وی این الگوی تفکر را «ربایشی» (ابداکتیو) نامید و امروزه واژه‌های «استدلال سازنده» و «تفکر خلاق[2]» برای دلالت بر آن رواج دارد.

1. Charles Sanders Peirce

۲. پیرس واژه‌های متفاوتی مانند abductive, retroductive, presumptive, hypothetic را به‌کاربرده است. بعدها مارچ پیشنهاد کرد که جهت سهولت از استدلال سازنده استفاده شود. روزنبرگ و ایکلس نیز واژهٔ اینوداکشن را پیشنهاد کردند که معادل استدلال خلاق، یا تفکر خلاق است.

در اینجا مجالی برای بازگویی تعریف یک گزارهٔ منطقی قیاسی و استقرایی نیست، تنها به گفتن این بسنده می‌شود که در گزاره‌های منطقی سه رکن وجود دارد: ۱. داده، ۲. قاعده و ۳. نتیجه. منطق قیاسی از داده و قاعده به نتیجه می‌رسد و استقراء از تکرار داده و نتیجه، به‌قاعده دست می‌یابد. پیرس حالت سومی را بیان می‌کند که در آن نتیجه و قاعده موجود است اما دادهٔ اولیه مشخص نیست. مارچ معتقد است که استدلال خلاق همان چیزی است که در ساختن و تولید رخ می‌دهد (March, 1984: 267).

لیونل مارچ در سال ۱۹۷۶م در مقاله‌ای الگوی تفکر خلاق را به طراحی گسترش داد. او نشان داد که هنگام طراحی هر چیز یا محصولی از ابتدا نتیجهٔ مطلوب (کارکرد) را می‌دانیم و قاعدهٔ کار آن را هم داریم اما خود آن محصول را نداریم. در این حالت باید محصول (یا آن چیزی) را شکل بدهیم. «منطق علاقه‌مند به اشکال انتزاعی است. علم اشکال موجود را بررسی می‌کند. طراحی اشکال بدیع را پیش می‌آورد» (March, 1984: 266).

داده ـ قاعده ـ > نتیجه

چیز (شیء) ـ چگونه (روش کار) ـ > کارکرد

پس از مارچ، روزنبرگ و ایکلس، کار مارچ را توسعه دادند (Roozenburg & Eekels: 1995, 68-81). در الگوی استدلال خلاق مارچ، فرض می‌شود که کارکرد (نتیجهٔ مطلوب) و روش کار (یا قاعده) موجود است، اما روزنبرگ و ایکلس معتقدند که هستهٔ کنش طراحی آنجایی است که کارکرد مورد نظر را می‌دانیم، اما نمی‌دانیم با «چه» و «چگونه» به آن برسیم؟ این اتفاق مستلزم هماهنگ کردن دو متغیر فرم و روش کار، به‌طور هم‌زمان است. در یک‌لحظه و در یک نقطه این هماهنگی ایجاد می‌شود و آنگاه است که کارکرد مطلوب حاصل می‌شود. امروزه این درک از الگوی تفکر سازنده و خلاق به شکل فراگیری، مبنای پژوهش‌های حوزهٔ مطالعات طراحی و فناوری است، اما هنوز در پژوهش‌ها پیرامون علم حیل به آن بی‌توجهی می‌شود.

علم حیل

ابوعبدالله محمد کاتب خوارزمی در معنی صناعه الحیل نوشته است که «این دانش را به یونانی منجانیقون[1] می‌گویند» (خوارزمی، ۱۳۶۲: ۲۳۵) و منجانیقون معرب مکانیکای یونانی است. نجیب اغلو معتقد است که علم الحیل معادل «هوش اختراع[2]» در زبان لاتین و «متیس[3]» در یونانی است (نجیب اوغلو، ۱۳۸۹: ۱۸۸). با توجه به اینکه بسیاری از علوم، صنایع و واژگان مربوط به آن‌ها از فرهنگ و زبان ایرانی وارد زبان عربی شده‌اند (حتی خیلی پیش از اسلام)، اصلاً دور از خرد نیست که «حیله» ترجمهٔ واژه‌ای پهلوی مانند «شگرد» یا «ترفند» باشد، کما اینکه، معنی دوم حیله (در زبان عربی) هم همین است. همچنین ناطقی در مورد وجه تسمیهٔ حیل یا شگرد آورده است «سازوکار این دستگاه‌ها معمولاً از عموم مردم پنهان نگاه داشته می‌شد. ازاین‌رو، عملکرد دستگاه‌ها برایشان عجیب بود و نوعی تردستی محسوب می‌شد و این علم را به همین سبب علم حیله‌ها (حیل) یا نیرنگ‌ها[4] (نیرنجات) می‌نامیدند» (ناطق، ۱۳۹۳: ٦٦٩٧).

این‌که دو دانشنامهٔ مهم احصاء العلوم و مفاتیح العلوم، علم الحیل را به‌عنوان یک گروه از علوم اسلامی سرشماری و طبقه‌بندی کرده‌اند نشانگر رواج، کیفیت و کمیت قابل‌قبول این مطالعات در جوامع اسلامی آن زمان است. بر اساس نسخه‌های به‌جا مانده می‌توان گفت که از زمان جنبش ترجمه در دارالحکمه بغداد تا حدود قرن سیزدهم هجری قمری نویسندگان و پژوهشگران فراوانی در باب حیل کتاب و رساله نوشته‌اند و در آن‌ها ابتکارات و ساخته‌های خود یا دیگران را معرفی کرده‌اند. گرچه، علم حیل از ترجمه‌های یونانی وارد طبقه‌بندی علوم اسلامی‌شده است، به عبارتی به واسطهٔ ترجمه‌ها، حیل برای پژوهش و نگارش علمی موضوعیت یافته است، ولی این‌چنین نیست که در سرزمین‌های اسلامی ساخت چنین ابزارهایی رواج نداشته، به‌ویژه در ایران که صنعتگری از سوابق چند هزار ساله برخوردار است. وجود علم حیل خود نشان دهندهٔ درجه‌ای از پیشرفت صنایع در

1. Manganon
2 .Scientia de ingeniis
3. Metis

٤. معنی نخست حیله، نیرنگ است. ولی در اینجا معنی دوم یعنی شگرد و ترفند مصداق دارد نه نیرنگ.

اسلام می‌باشد که آن‌قدر موضوعیت داشته که برای آن به ثبت و نگارش کتاب اقدام کرده‌اند.

امروزه پژوهشگران تاریخ علم و فناوری در اسلام، طیف متنوعی از دانش‌ها، ابتکارات و ابزارها را در حوزهٔ علم الحیل شناسایی و فهرست کرده‌اند. ازجمله دانش‌های علم حرکت، علم اثقال، استخراج و انتقال آب، کشتی‌سازی و ابزارهای دریانوردی، کاغذسازی، فولادسازی و نسبت آلیاژها، ترازوها و ابزارهای اندازه‌گیری، انواع ساعت‌ها، ابزارهای آبیاری، شیرها، فواره‌ها و پمپ‌ها، انواع توربین‌ها، قفل‌های ساده و رمزدار، دستگاه بخار، آسیاب‌ها (آبی و بادی)، صنعت شیشه و بلور، صنعت نساجی، اسطرلاب و ابزارهای اخترشناسی، سنگ‌شکن، تقویم مکانیکی، ابزار لایروبی، ابزار تنفس (در چاه یا زیر آب) و چراغ خودکار. از نامداران علم حیل به ثابت ابن قره حرانی، ابوریحان بیرونی، احمد ابن موسی بن شاکر خراسانی، ابن خلف مرادی، محمد ابن ابی‌بکر الراشدی الابری اصفهانی، عبدالرحمن خازنی، بدیع‌الزمان جزری، رضوان ابن محمد الساعتی، حافظ اصفهانی، تقی‌الدین راصد، محمد ابن زکریای رازی و شیخ محمد بهایی اشاره شده است (ناطق، ۱۳۹۳: ٦٦٩٧).

علم حیل و میراث ایرانی-خراسانی

برخی منابع علم حیل را حاصل ترجمهٔ منابع یونانی در دارالحکمهٔ بغداد نشان می‌دهند، اما همان‌گونه که اشاره شد، نقش ایرانیان و به‌ویژه خراسانی‌ها در این علم قابل‌ردیابی است. شواهد تاریخی نشان می‌دهد که باید دارالحکمهٔ مأمون در بغداد (و علوم ترویج یافته در آن) را در امتداد حلقهٔ علمی خراسان دانست که توسط مأمون به بغداد انتقال یافت؛ به‌ویژه در علم حیل، وجود نام‌ها و اصطلاحات بسیار زیاد فارسی (عربی شده) در کتاب‌های افرادی چون بدیع‌الزمان جزری و حتی محمد بن معاذ اندلسی (اذکایی، ۱۳۷۷: ۱۸۴) نشان‌گر سهم بزرگ میراث ایرانی در این علم می‌باشد. این سهم تا جایی است که رضوان ابن الساعتی بر این اعتقاد می‌باشد که «برخی از تکنیک‌هایی که در ساختن ساعت‌های آبی به‌کار رفته از کار دانشمندان و صنعتگران ایرانی بوده که از ایران به دست صنعتگران یونان افتاده است» (خراسانی، ۱۳۷۲: ۵۲). به‌ویژه خراسان به‌عنوان بخشی از ایران که دیرتر به تصرف خلافت اسلامی درآمد، فرصت بیشتری برای حفظ میراث علمی خود داشت. در ضمن خراسان محل تلاقی دستاوردهای شرق و غرب بوده است. همان‌گونه که دونالد هیل[1] آورده است «[...]در ایران دورهٔ ساسانیان سیستم کارهای مکانیکی یونانی و ایرانی و هندی و چینی باهم مخلوط و ادغام‌شده بودند چنان‌که این روش‌ها آن‌قدر دوام یافته که در ناحیهٔ خراسان نشو و نما یافته و سپس به دارالحکمهٔ بغداد رفته، تمرکز یافته و در مرکزی و یا مدرسه‌ای جمع‌آوری‌شده‌اند» (همان: ٥٦). این نکته نیز تصادفی نیست که افراد کلیدی در ترویج و ثبت علم حیل، خراسانی هستند با نام‌هایی مانند فارابی، خوارزمی و پسران موسی خراسانی.

علم حیل در طبقه‌بندی‌های علوم

فارابی در کتاب مرجع احصاء العلوم، دانش‌های زمان خود را در پنج فصل قرار داده است که عبارت‌اند از: ۱. علم زبان و بخش‌های آن. ۲. علم منطق و بخش‌های آن. ۳. علوم تعلیمی. ۴. علوم طبیعی و بخش‌های آن و علم الهی و بخش‌های آن. ۵. علوم مدنی و بخش‌های آن و علم فقه و علم کلام (فارابی، ۱۳۸۱: ۳۹). بخش علوم تعلیمی شامل هفت تخصص علمی است که محور آن‌ها ریاضیات است. این تخصص‌ها عبارت‌اند از: حساب، هندسه، علم مناظر، علوم نجوم تعلیمی، علم موسیقی، علم اثقال و علم الحیل. در میان این گروه‌های هفت‌گانه، علوم مربوط به حیل (گروه هفتم) مستقیماً به تولید، صناعت و طراحی مربوط هستند. دانشنامهٔ مفاتیح العلوم نوشتهٔ ابوعبدالله محمد کاتب خوارزمی که اثری همسنگ احصاءالعلوم است، به علم حیل پرداخته است. خوارزمی علوم اسلامی را در دو مقالت قرار داده است: مقالت اول، علوم شریعت و آن مقدار از علوم عربی است که به این مبحث مربوط می‌شود. مقالت دوم، در علوم مردم غیر عرب است، یعنی علوم یونانی و دیگر ملت‌ها (خوارزمی، ۱۳٦۲: ۱۹۳). اگرچه مفاتیح العلوم متفاوت و مستقل از احصاء العلوم است، اما در آنجا نیز در

1. Donald Routledge Hill

مقالت دوم، باب هشتم به علم حیل پرداخته‌شده است. خوارزمی علم حیل را در دو فصل معرفی کرده است، در فصل نخست به «جراثقال با نیروی اندک و نام ابزارهای آن» می‌پردازد و در فصل دوم «آلت‌های محرک و ظرف‌های حیرت‌آور» را معرفی کرده است. توضیحات خوارزمی به‌ویژه برای شناخت واژگان و خرده ابزارهای مورد استفاده در این صناعات مفید است، اما طبقه‌بندی ابونصر فارابی جامعیت بیشتری دارد، زیرا فارابی فصل علم اثقال و جابجایی آن‌ها را از علم حیل جدا کرده و در یک گروه مستقل قرار داده است که این امر بسیار کارگشا محسوب می‌گردد. از دیگر سو، فصل کوچک «آلت‌های محرک و ظرف‌های حیرت‌آور» را در پنج گروهِ جامع دسته‌بندی کرده است.

فارابی علم حیل را چنین تعریف نموده که «علم حیل عبارت است از شناختن راه تدبیری که انسان با آن بتواند تمام مفاهیمی را که وجود آن‌ها در ریاضیات با برهان ثابت‌شده است بر اجسام خارجی منطبق سازد و به ایجاد و وضع آن‌ها در اجسام خارجی فعلیت بخشد. توضیح آن‌که در علوم ریاضی خطوط و سطوح و مجسمات و اعداد و دیگر مفاهیم ریاضی -تنها از لحاظ عقلی و جدا از اجسام خارجی- بررسی می‌شوند، ولی ما هنگام ایجاد این مفاهیم ریاضی در خارج -یعنی در اجسام طبیعی و محسوسات به طریق ارادی و به وسیلهٔ صنعت- به نیرویی نیاز داریم که راه و تدبیر تحقق بخشیدن به مفاهیم ریاضی را روشن سازد و مطالعهٔ آن‌ها را بر مواد و اجسام خارجی ممکن نماید، زیرا مواد و اجسام خارجی دارای احوال و کیفیاتی هستند که آن احوال مانع می‌شوند از اینکه مفاهیمی که در ریاضیات ثابت‌شده است، به‌آسانی و هر طور که هست، بر این اجسام منطبق گردد، بلکه نیرویی لازم است که بتواند اجسام طبیعی را چنان آماده کند که این صورت‌های ذهنی و مفاهیم ریاضی را در خود پذیرا شوند و در برطرف ساختن عوایق و موانع رام دست باشد. علم حیل همان علمی است که راه‌های شناخت این تدابیر و شیوه‌های دقیق عملی کردن این مفاهیم را به وسیلهٔ صنعت مشخص می‌سازد و نشان می‌دهد که چگونه می‌توان مفاهیم عقلی ریاضی را در اجسام طبیعی محسوس آشکار نمود. قسمی از آن علم حیل عددی است که خود دارای وجوه بسیار است[...] به جبر و مقابله و امثال آن معروف است. این علم در حقیقت میان حساب و هندسه مشترک است[...]. قسمتی دیگر حیل هندسی است که انواع بسیار دارد[...]بنابراین شعبه‌های «علم حیل» عبارت است از: این مباحث و نظایر آن‌ها؛ و همین‌هاست که مبادی و مقدمات صناعات مدنی عملی است و در مورد اجسام و اشکال و اوضاع و ترتیب و اندازه‌گیری آن‌ها به کار می‌رود، مانند اموری که در صنایعی چون بنایی و نجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد» (فارابی، ۱۳۸۱: ۹۲).

بخش حیل عددی برای این پژوهش موضوعیتی ندارد؛ لیکن به بخش دوم کمال توجه را خواهیم داشت. علم حیل هندسی خود به پنج دسته تفکیک‌شده است: نخست: علم ساختمان‌سازی و معماری. دوم: علم یافتن مساحت اجسام. سوم: علم حیل در ساختن آلات نجومی و موسیقی و ابزارهای سایر صنایع (مانند کمان و شمشیر). چهارم: حیل مناظریه است که در ساختن آلاتی مانند دوربین‌ها، آینه‌ها و آینه‌های سوزان مورد استفاده قرار می‌گیرد. پنجم: علم حیلی است که در ساختن ظرف‌های عجیب و تهیهٔ ابزار برای صنایع بسیار مورد استفاده واقع می‌شود. (فارابی، ۱۳۸۱: ۹۱).

علم حیل و مهندسی مکانیک

در پنج دستهٔ علوم حیل به‌جز مورد دوم، سایر موارد به ساخت و صنعت مربوط هستند[1]. در این طبقه‌بندی مستقیماً به معماری اشاره‌شده است اما در سایر بخش‌ها ابهام جدی وجود دارد و نیازمند پژوهش‌های دقیق است. لکن در سال‌های اخیر بدون چنان پژوهش‌هایی و تنها به‌صرف وجود مکانیزم هایی در برخی طرح‌ها، علم حیل را برابر با مهندسی مکانیک و حتی فیزیک قلمداد کرده‌اند. در اینجا ما در پی نفی ارتباط علم حیل و علوم مهندسی نیستیم، بلکه در پی نفی غرض‌ها و پیش‌فرض‌ها می‌باشیم. هدف ما شناخت صحیح علم حیل و یافتن جایگاه طراحی و تفکر خلاق در میان صناعات مدنی عملی یا حیل است. لذا وقتی علم حیل به‌عنوان پیشینهٔ مهندسی مکانیک معرفی

۱. البته با توجه به نقش مساحان به‌عنوان امین ابنیه و ناظران ساختمان‌ها، درست‌تر آن است که بگوییم مساحی علم نظارت (بر ساختمان، املاک و حتی مصنوعات) است، ولی با پرسش ما در مورد جایگاه طراحی ارتباط مستقیم ندارد.

می‌شود جا دارد که این پرسش مطرح شود که تعریف مهندسی مکانیک چیست؟ و روش کار مهندسی مکانیک چگونه است؟ خود دونالد هیل به‌عنوان کسی که سهم زیادی در این‌همان پنداری مکانیک و علم حیل دارد به این نکته اذعان کرده است که تعریف جامعی از مهندسی مکانیک در دست نیست اما می‌توان گفت که از نظر روش کار، حرفهٔ مهندسی مکانیک بر دو مؤلفه تمرکز دارد: نخست کاربرد محاسبات ریاضی و دوم کاهش هزینه از طریق کاربرد علم مقاومت مصالح (جزری، ۱۳۸۰: ٦١١). این نکته قابل‌انکار نیست که مهندسان مکانیک امروز، همچنان فقط برای کاربرد محاسبات ریاضی در قوانین مقاومت مصالح آموزش می‌بینند. با این تعریف آیا همچنان می‌توان علم حیل را نسل پیشین مهندسی مکانیک دانست؟ این پرسش یک جنبهٔ بحران‌ساز دیگر نیز دارد و آن این‌که دامنهٔ علوم و صناعات مدنی عملی‌ای که امروزه زیر نام علم حیل قرارگرفته‌اند بسیار فراتر از یک رشتهٔ مهندسی یا حتی یک علم است. در ضمن، اگر به الگوهای تفکر در دامنهٔ علم حیل توجه شود دیگر نمی‌توان به‌راحتی این‌همان پنداریِ مکانیک و علم حیل را تکرار کرد. در عوض می‌توان این فرضیه را مطرح نمود که فارابی به معیار خلاقانه و ابداعی بودن موضوعات علم حیل توجه دارد. در این پژوهش این فرضیه از زوایای گوناگونی بررسی‌شده است. بر اساس این بررسی‌ها و در راستای تائید و تکمیل فرضیهٔ یادشده، هفت استدلال قابل ذکر است:

۱- جداسازی حیل عام از حیل خاص

پیش از این به تنوع موضوعات علم حیل اشاره شد. این موضوعات از این نظر که متوجه ساخت، تولید و استخراج مواد مورد نیاز از طبیعت هستند در میان دسته‌بندی علوم از دیگران کاملاً متمایزند و به‌درستی باهم در یک گروه قرار می‌گیرند، اما اگر آن‌ها را با خودشان مقایسه کنیم، آنگاه دیگر نمی‌توان همهٔ این موارد را از یک جنس و پیرو یک ساختار ذهنی یکسان دانست. بعضی از این صناعات دانش‌های خاصی هستند. مثلاً دریانوردی یا کشف و استخراج آب‌های زیرزمینی که بیشتر مبتنی بر کاربرد یک دانش هستند تا ساخت یک وسیله؛ اما در موارد زیادی با مصنوعات مکانیکی مشخصی مواجه هستیم که با انرژی آب، باد یا شن، به‌طور خودکار حرکت می‌کنند، یا با دست‌مایه قرار دادن یک قانون فیزیک، عملی را انجام می‌دهند و در قالب یک محصول جذاب ارائه‌شده‌اند. در این دستگاه‌ها از خرده ابزارها (مانند قرقره‌های ساده و مرکب، بارَم، انواع چرخ‌ها، چرخ‌دنده‌ها، سُرن[1]، لوله و انواع ریسمان) و ساختارهای مشخصی استفاده می‌شود. پس در اینجا ما با دو طیف حیل مواجه هستیم، یک طیف صنایع مبتنی بر فناوری و علوم هستند و طیف دیگر دستگاه‌هایی که دارای کارکردهای خاصی می‌باشند.

در مدخل حیل، در دانشنامه‌ها و کتاب‌های حیل در دسترس، اشاره‌ای به فناوری‌هایی مانند کوره‌های ذوب فلز، آلیاژسازی یا کاغذسازی نشده است[2]. در این منابع، حتی بحث انتقال آب هم در محدودهٔ دستگاه‌های بالابر آب است نه کانال‌های آب‌رسانی[3]. درواقع فارابی، خوارزمی و خود دستگاه‌سازانی چون احمد پسر موسی، بدیع‌الزمان جزری و رضوان ساعتی همگی یک درک مشترک از موضوعات حیل و روش حل مسائل آن‌ها را نشان می‌دهند و آن شامل اجسام مصنوعی است که کارکردهای خاصی دارند و در ساخت آن‌ها از لطایف روحانیه[4] استفاده شده است. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که این طیف گسترده که امروزه در حوزهٔ علم حیل معرفی می‌شود حاصل تفسیری است که پژوهشگران معاصرِ تاریخ علم در اسلام، دارند. بر اساس این تفسیر علم حیل برابر با فنون مهندسی و حتی علم فیزیک می‌باشد و لذا هر مصداقی از مهندسی در تاریخ سرزمین‌های اسلامی در این طبقه گنجانده شده است. این ایراد آنجا فاحش می‌شود که بسیاری از مواردی را که فارابی یا خوارزمی در گروه‌های دیگر قرار داده‌اند، امروزه در گروه حیل قرار می‌دهند.

۱. پروانه‌ای که با ریزش آب می‌چرخد (خوارزمی، ۱۳٦۲: ۲٤۰).
۲. اشارات کسی چون کندی به انواع فولاد و یا مباحث جابر ابن حیان رازی در فنون آهن‌گدازی و آب دادن فولاد مربوط به علم کیمیا است نه علم حیل.
۳. در این راستا ماجرای ناکامی پسران موسی در ساخت کانال آب «الجعفری» قابل‌توجه است (خراسانی، ۱۳۷۲: ۳۵).
٤. ابزارهای روحانیه به سه گونه معنی کرده‌اند، یکی ابزارهایی که با باد یا فشار هوا کار می‌کنند (طاهری‌مقدم، ۱۳۹٤: ۸٦؛ ناطق، ۱۳۹۳: ٦٦۹۷) و دیگری با استناد به مترجمان کتاب جزری، طاش کبری زاده دلیل این اسم را تأثیر این آلات در انبساط روح و خاطر دانسته است و خود مترجمان آن را به معنی «خودکار» می‌دانند (جزری، ۱۳۸۰: ۳).

به‌عنوان نمونه طاهری‌مقدم، دستاوردهای یعقوب بن اسحاق کِندی در زمینهٔ اثقال، مناظر و مرایا و جوشناسی را در حوزهٔ علم حیل قرار داده است (طاهری‌مقدم، ۱۳۹۴: ۸۷). درحالی‌که در احصاء العلوم این موارد به ترتیب در گروه علم اثقال، علم مناظر و علم نجوم تعلیمی قرار می‌گیرند و هیچ ارتباطی با علم حیل ندارند. این غرض در مورد حسن ابن هیثم و ابوالفتح منصور خازنی و بسیاری دیگر تکرار شده است. همچنین اذکایی در جملهٔ نخست یک مقالهٔ پر استناد، در تعریف حیل آورده است: «علم عملی یا دانش فنی که همان "فن‌آوری" باشد[...]» (اذکایی، ۱۳۷۷: ۱۶۷) و در ادامه ذکر کرده است که علم حیل «در اصطلاح پیشینیان (تا حدود زیادی) با مفهوم کنونی علم مکانیک تطابق داشته است» (همان: ۱۶۹). این پژوهشگران علم حیل را معادل مکانیک نظری و علم گرانکشی (جرِ اثقال) را معادل مکانیک عملی قرار داده‌اند و در ادامه پیشرفت‌های مسلمانان در علم فیزیک را به‌عنوان مصادیق الحیل معرفی کرده‌اند (اذکایی، ۱۳۷۷: ۱۶۹؛ طاهری‌مقدم، ۱۳۹۴: ۸۴). به‌این‌ترتیب حیل، حتی از صناعات و هرگونه ساخت و تجربه تهی می‌شود! این در حالی است که علوم طبیعیات و مابعد الطبیعیات در بخش چهارم علوم فارابی قرار دارد و اگر قرار است دستاوردهای مسلمانان در فیزیک نظری، به طبقه‌بندی فارابی پیوند یابد، قاعدتاً باید به همان بخش طبیعیات پیوست شود، هرچند آن طبیعیات، نظری و ارسطویی باشند. از دیگر سو، در میان موارد موجود در کتب حیل، این پژوهشگران تنها به آن موارد و ابعادی توجه کرده‌اند که به فیزیک، مکانیزم و صنعت به معنی امروزی مربوط است و به‌راحتی جنبه‌های خلاقانه و توجه به ابعاد حسی-زیباشناختی موجود در موضوعات مطرح‌شده در علم حیل را نادیده می‌گیرند[1]. برای حل این معضل دست‌کم باید یک تفکیک میان موضوعات مطرح‌شده قائل شویم و از یک «علم الحیل عام» و یک «علم الحیل خاص» سخن بگوییم. علم حیل عام متمرکز بر کاربرد یک دانش تخصصی در راستای خدمات علمی یا تولیدات مصرفی خاصی است و علم حیل خاص در پی ساخت یک دستگاه کارکردی خلاقانه است.

۲- تفکر خلاق

در توضیحات فارابی بر ریاضیات تأکید شده است. این تأکید باعث شده که برخی این‌گونه تفسیر کنند که صنایع حیل از طریق ریاضی به وجود می‌آیند. مثلاً رحیمی در مقالهٔ «فارابی، علم حیل و فلسفهٔ فناوری» از برخی اشتباهات و سطحی پنداری در مورد رابطهٔ حیل و مهندسی مکانیک عبور کرده است و استدلال کرده است که حیل برابر با واژهٔ امروزی «فناوری» است. خود وی هوشمندانه به این نکته توجه کرده است که این استدلال در گرو نحوهٔ تعریف فناوری است. رحیمی به تعریف سکولموسکی اشاره کرده است که بیان داشته: «علم با هست ها و تکنولوژی با آنچه باید باشد سروکار دارد» (رحیمی، ۱۳۹۰: ۸۹)، این تعریف به‌روشنی متوجه تفکر خلاق در فناوری است، ولی متأسفانه رحیمی این تعریف و نظام فکری پشت آن را رها و در عوض بر تعریف «سازماندهی دانش برای نیل به اهداف عملی» تأکید کرده است. در این مقاله پیوسته بر ساخت، ابداع و اختراع محصولات از طریق قوانین علمی تأکید می‌شود. این تعاریف بر این فرض هستند که با قیاس از قوانین علم می‌توان محصولات جدید خلق کرد، اما به این نکته توجه نمی‌کنند که بین قانون علم و نتیجه عملی شکاف وجود دارد و برای پل زدن روی این شکاف (به‌اصطلاح فارابی) به یک تدبیر و شگرد نیاز است و این تدبیر از راه قیاس به دست نمی‌آید. محقق هنگام استدلال بدیعی که از علل چهارگانه فارابی ارائه داشته، پی برده است که حیل یک فرایند آفرینندگی و خلاقیت است (همان: ۱۰۰)، اما همچنان از الگوی فکری خلاقیت غفلت کرده است و معتقد است که از نظر فارابی دانش ریاضیات پایهٔ علم حیل است و اشیاء طبیعی بدان گونه که مفاهیم ریاضی حکم می‌کنند شکل می‌یابند (همان: ۹۳).

با آگاهی از تفاوت الگوهای منطقی قیاس، استقرا و استدلال خلاق می‌توان این استنباط از فارابی را به چالش

۱. این نقص به‌خصوص در مورد جزری محسوس است. اغلب ایشان جزری را بزرگ‌ترین مهندس مکانیک جهان اسلام قدیم دانسته‌اند و در عین حال بخش‌های مهمی از کار جزری را نادیده گرفته‌اند.

کشید. آنجایی که فارابی از «شناختن راه تدبیر» سخن می‌گوید یا می‌گوید: «[...] به نیرویی نیاز داریم که راه و تدبیر تحقق بخشیدن به مفاهیم ریاضی را روشن سازد» یا می‌گوید: «[...] مواد و اجسام خارجی دارای احوال و کیفیاتی هستند، که آن احوال مانع می‌شوند از اینکه مفاهیمی که در ریاضیات ثابت‌شده است، به‌آسانی و هر طور که هست، بر این اجسام منطبق گردد[...]»، در واقع فارابی شرایط ذهنی‌ای را ترسیم می‌کند که یک شکاف میان حالات و کیفیات اجسام خارجی و وضعیت مطلوب منطقی (غایت) وجود دارد و لذا برای عبور از این شکاف به طرحی (هیأتی) نیاز داریم که «بتواند اجسام طبیعی را چنان آماده کند که این صورت‌های ذهنی و مفاهیم ریاضی را در خود پذیرا شوند» (فارابی، ۱۳۸۱: ۹۰). «آماده‌سازی اجسام برای پذیرش صورت‌های ذهنی» یکی از بهترین تعاریفی است که می‌توان برای طراحی ارائه داد. لازم به تأکید است که تعریف فارابی محدود به احوال و کیفیات اجسام است. این تعریف نشان می‌دهد که غایت جسم سامان‌یافته قاعدتاً باید تابع معیار منطق ریاضی باشد، اما رسیدن به این طرح (هیأت جسم سامان‌یافته) از طریق محاسبات ریاضی و قیاس مقدور نیست. این وضعیتی است که در آن نتیجه و معیار مشخص، اما چه و چگونه مشخص نیست و این‌جایی است که تفکر خلاق باید به کار گرفته شود. پس درست‌تر آن می‌باشد که استنباط نماییم فارابی منطق ریاضی را معیار علم الحیل قرار داده است، نه ابزار و پایهٔ علم الحیل.

۳- تخصص سازندگان شگردها

از طریق سلبی، برای رد تفکر خلاق در حیل، باید ارتباط مستقیم حیل و ریاضیات ثابت شود؛ یعنی ثابت گردد که روش طراحی این ابزارها متکی بر محاسبات ریاضی بوده است و طراح-سازندگان از طریق محاسبه و منطق قیاسی به این طرح‌ها رسیده‌اند. در این راستا ابتدا باید بررسی شود که تا چه حد طرح‌های مندرج در یک نوشتار یا کتاب توسط خود نویسنده طراحی‌شده است؟ در مواردی نیز که اطمینان داریم نگارنده به طراحی و ساخت این ابزارها اشتغال داشته است جای بررسی دارد که چقدر از آن اختراعات متعلق به خودشان است و با موارد مشابه چه فرقی دارد؟ و درنهایت باید شواهدی ارائه شود که آن نگارنده، طراحی را بر اساس محاسبات ریاضی انجام داده است.

در میان اندیشمندان و نویسندگان پیشرو در علم حیل نام‌های بزرگی به چشم می‌خورد، اما می‌توان در اشتغال برخی از آن‌ها به علم حیل و به‌ویژه عمل صناعی شک کرد. جای تردید است که نام‌هایی مانند ثابت ابن قره، در حقیقت وقت کافی برای کارهای پرزحمت و وقت‌گیر طراحی و ساخت حیل داشته‌اند، یا در مورد دانشمندانی مانند ابوریحان بیرونی به‌نظر می‌رسد که به‌جز ابزارهای علمی مانند اسطرلاب و ترازوهای دقیق، سایر موضوعات دغدغهٔ ایشان نبوده است و مابقی مباحث را جهت ثبت و ترویج علم حیل در کتاب‌های خود بیان کرده‌اند. این یعنی، در بسیاری موارد مطمئن نیستیم دانشمندی که آن حیل را در نوشتاری شرح داده است، خود آن را ساخته یا طراحی کرده است. در ضمن باید به یاد داشت که پژوهشگران و تذکره نویسان دیروز و امروز، نام‌های دانشمندان بزرگی مانند ابوریحان، زکریای رازی، ثابت ابن قره و حتی پور سینا[1] را بر پژوهشگران گمنام و دستگاه‌سازان پیشه‌ور عامی ترجیح می‌داده‌اند. بر اساس این دلایل، دانشمندان جامع‌الاطراف نمی‌توانند سند ارتباط محاسبات ریاضی و طراحی دستگاه‌ها باشند و باید بر نام‌هایی متمرکز شویم که به‌طور خاص و تخصصی در زمینهٔ علم حیل مطرح هستند. از میان این متخصص‌ها می‌توان احمد پسر موسی خراسانی، بدیع‌الزمان جزری، رضوان ابن محمد ساعتی و تقی الدین راصد را نام برد.

برخی پژوهشگران بر این باورند که کتاب الحیل احمد پسر موسی را نباید تنها به او منتسب دانست و باید این کتاب را نوشتهٔ او و برادرانش دانست؛ اما از متن کتاب و راوی آن برمی‌آید که نویسندهٔ آن احمد است، هرچند بی‌شک او از همفکری برادران عالم و هندسه‌دان خود برخوردار بوده است. بیش از هشتاد درصد طرح‌های احمد پسر موسی مربوط به ظروف (سیستم‌های) آئروستاتیک و

۱. کتاب «معیار العقول» در زمینهٔ گرانکشی به پورسینا منسوب است ولی این انتساب مورد تردید است.

هیدروستاتیک است. اغلب این ظرف‌ها مکانیزم هایی شبیه آب‌دزدک، جام عدل، قطارات[1] و حنانات[2] دارند. در توضیحات احمد مشخص است که وی درک درستی از قوانین سیالات داشته است، اما وجود یک روش ریاضی در طرح‌های این کتاب قابل‌اثبات نیست، چنانکه برخی بر جنبهٔ تجربی کار احمد تأکید کرده‌اند و حتی نارسایی‌های برخی طرح‌ها را دلیل بر کم‌توانی ایشان در حل مسائل ریاضی دانسته‌اند (نک: پاسخ هیل در: خراسانی، ۱۳۷۲: ۴۹). البته باید در نظر داشت که قوانینی که آن‌ها می‌شناختند بسیار ساده و همان قوانین ساده هم به فرمول‌های عددی تبدیل نشده بودند و اصلاً نظام‌های متریک استانداری وجود نداشت که با آن بتوان محاسبات را انجام داد. درنتیجه طراح یک دستگاه به‌صورت ذهنی و شهودی اجزای آن را ترکیب و آزمایش می‌کرده است، نه به‌صورت محاسبات عددی.

در مورد بدیع‌الزمان جزری این نظر با اعتماد بسیار بیشتری قابل‌بیان است. طرح‌های جزری ساده‌تر هستند و فقط محدود به سیستم‌های هیدرولیکی و پنوماتیکی نیستند، بلکه طیف بسیار متنوعی دارند. در اغلب مکانیزم ها وجود یک روش آزمون و خطا مشهود است. از این مهم‌تر آن‌که خود جزری بر روش عملی کار تأکید دارد. جزری در ابتدای کتاب خود نوشته است: «هر علم که با صناعت سروکار دارد «علم صناعی» اگر در عمل مورد بررسی قرار نگیرد در درستی یا نادرستی آن تردید وجود خواهد داشت» (جزری، ۱۳۸۰: ۴). در جای دیگری نیز، جزری تجربهٔ ساخت سه طرح ازجمله طرح ارشمیدس را شرح می‌دهد: «من این ابزار را به‌کار بردم اما درست کار نکرد و اندازه‌ها نادرست بود. معلوم شد که صنعتگران پیش از من در اشتباه بوده‌اند. بدین ترتیب راه دیگری جز در پیش گرفتن روش عملی و تجربی به صورتی که در پی می‌آید باقی نماند[...]». (جزری، ۱۳۸۰: ۱۵). توضیحات دقیق جزری برای دستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد که روش طراحی ایشان متکی بر طراحی ذهنی و آزمون عملی بوده است.

در مورد فخرالدین رضوان ساعتی نیز همین حکم صادق است. بیشتر شهرت رضوان برای طبابت بود. او در فلسفه، شعر و خوشنویسی نیز نامدار، اما در هیچ‌جا از وی به‌عنوان یک ریاضی‌دان نام‌برده نشده است. در ضمن ساعت‌ساز اصلی پدر وی بوده و او آموخته‌هایی که به‌صورت تجربی از پدر آموخته را شرح داده است. همین نکته که مشاهیر حیل از آموزش‌های تجربی صنعتگری برخوردار بوده‌اند نشان می‌دهد که نباید این صنعت را از نوع محاسبات ریاضی دانست. اما در مورد تقی‌الدین راصد شرایط متفاوت است، او یک منجم بود، پس بی‌شک در محاسبات ریاضی توانمند، اما در توضیحات او (نیک‌سرشت و نظری، ۱۳۹۴: ۹۶-۹۰) هیچ اشاره‌ای به فرمول و محاسبات ریاضی نیست، بلکه همان روش تجسمی-تجربی برای تشریح ساخت آلات و فواره‌ها به‌کاررفته است. در ضمن، اغلب طرح‌های راصد بازگویی نمونه‌های پیشین (به‌ویژه کار جزری) هستند (همان: ۸۹) و مهم‌تر آن‌که این ریاضی‌دان در تجسم اغلب دستگاه‌ها مشکل داشته است به‌نحوی‌که اغلب آن‌ها درست کار نمی‌کنند (همان: ۸۶). پس حتی اگر برخی از طراحان شگردها و دستگاه‌ها، ریاضی‌دان هم بوده‌اند، شاهد و سندی نیست که نشان دهد آن‌ها با محاسبهٔ ریاضی این دستگاه‌ها را طراحی کرده‌اند. در ضمن اگر روش طراحی این مصنوعات را محاسباتی بدانیم آنگاه باید به این پرسش پاسخ داد که چگونه برخی دیگر از نویسندگان بدون تخصص در دانش ریاضی، دستگاه طراحی کرده‌اند و چگونه حتی پیشه‌وران بی‌سواد نیز به طراحی و ساخت دستگاه‌های بدیع پرداخته‌اند؟ نتیجه آن‌که روش طراحی دستگاه‌های بدیع از طریق محاسبات ریاضی نبوده است.

۴- کارکرد محور بودن و راهکار محور بودن طرح‌ها

فارابی حیل هندسی را از عددی جدا کرده است. بر این قاعده، باید بتوانیم بگوییم که شگردهای هندسی آن‌ها هستند که شکل هندسی دارند و یا روش طراحی آن‌ها از قواعد هندسه قابل‌استخراج است، یعنی ذهن با تکیه‌بر هندسه آن‌ها را شکل می‌دهد. نجیب اغلو بر این قاعده استدلال کرده است که در فرهنگنامه‌های اسلامی و به‌طور خاص در احصاء العلوم، «اصطلاح حیل [...] حاکی از همرتبگی ترسیمات هندسی با شگردهای زیرکانه‌ای است»

۱. آبچکان‌های منظم

۲. سازهای خودکار یا «نی زن دائمی». نک: (خوارزمی، ۱۳۶۲).

(نجیب اوغلو، ۱۳۸۹: ۱۸۸). در مقدمات این استدلال یک سفسطه صورت گرفته است به این صورت که در مقدمه فرض کرده است که علم حیل (که در متن آن را مکانیک دانسته است) ذیل هندسهٔ عملی قرار دارد و هندسهٔ عملی را برابر با ترسیمات هندسی، قلمداد کرده است، درحالی‌که در احصاء العلوم، حیل مستقل از هندسه است و از آن مهم‌تر این‌که منظور از حیل هندسی، علم اشکال منتظم نیست.

عموم مثال‌های فارابی برای حیل هندسی اجسام و مصنوعات هستند، اما لزوماً این مصنوعات تابع اشکال منتظم هندسی نیستند. در واقع اگر مورد معماری[1] را کنار بگذاریم، در هیچ‌کدام از مثال‌های فارابی، هندسه نقش محوری ندارد. هیچ‌کدام از ابزارهای نجومی، ابزارهای موسیقی، ابزارهای مشاغل، ابزارهای نوری، ابزارهای جنگی و ظرف‌های عجیب، با محوریت استدلال‌ها و ترسیمات هندسی طراحی نشده‌اند، بلکه طراحی هرکدام از ابزارهای یادشده بر اصل کارکرد مورد نظر بوده است. شکل و شگردهای به‌کار رفته در مصنوعات یادشده، تابع فراهم کردن بهترین کارکرد برای آن‌ها است[2]. لذا روشن است که در احصاء العلوم، واژهٔ حیل هندسی دلالت بر اشکال منتظم و علم آن‌ها نمی‌کند بلکه دلالت برساخته‌های دارای جسم و ماده می‌کند و غایت پیدایش فرم در این ساخته‌ها، کارکرد است. کارکرد عبارت است از غایت و نتیجهٔ مورد نظر از یک‌چیز (ساخته-مصنوع) و راهکار چگونگی رسیدن به آن غایت است. دو رکن کارکرد و راهکار در طراحی حیل نیز نقش ماهیتی دارند. خود واژهٔ حیله به معنی شگرد و ترفند، دلالت ضمنی بر چیزی دارد که یک راهکار است؛ نوین، خلاقانه و کاربردی.

دلیل جذابیت و نشاط‌انگیز بودن یک دستگاه شگردی، خلاقیت و نوآوری صورت گرفته در آن است. خلاقیت و نو (ناآشنا) بودن، یک لازمهٔ مهم برای ساخته‌های شگردی است. اگرچه در گذشته، مردم ساخته‌های شگردی بنیادی را یک‌چیز نمایشی پنداشته‌اند، اما این آگاهی نیز وجود داشته است که شگردها و صناعات الحیل چیزِ عقلی است و متفاوت از تردستی، حقه‌بازی و سایر نمایش‌های چشم‌بندی (خطای بینایی) است. ایجاد این چیزِ عقلی و در عین حال خلاقانه و کارکردی، در حوزهٔ طراحی می‌باشد، نه ریاضی و نه حتی هنر به معنای امروزی و لازمهٔ آن به‌کارگیری «تفکر خلاق» است، یعنی تفکری که «چه» و «چگونه» را برای رسیدن به یک غایت، می‌آفریند.

۵- لغت‌شناسی هندسه

در راستای استنتاج پیشین، از نظر ریشهٔ لغت «هندسه» نیز می‌توان به این نتیجه رسید. هندسه در زبان (و زمان) فارابی تنها به معنی اشکال و احجام منتظم نیست، به‌ویژه در عبارت «حیل هندسی»، واژهٔ هندسه همان بار معنایی واژه را در زبان پهلوی و سپس عربی دارد که به معنی کلی «شکل» و «اندازه» (چیزی که اندازه و ابعاد دارد) است. خوارزمی در ابتدای باب هندسه می‌نویسد «هندسه، کلمه‌ای است فارسی که معرب شده و از لغت فارسی اندازَه به معنی مقدار گرفته‌شده است» (خوارزمی، ۱۳۶۲: ۱۹۳). در اینجا واژهٔ هندسی دلالت بر شکل، جسم (چیز دارای ابعاد) و حتی مصنوع، محصول یا ابزار می‌کند نه اشکال هندسی و علم هندسه. اگر این نکته را مبنا قرار دهیم آنگاه دچار این خطای زبانی نمی‌شویم که حیل هندسی را به رشته‌های مهندسی منسوب کنیم. این نکته زبانی، به‌خصوص آنجایی به یک خطای شناختی بحرانی منجر می‌شود که امروزه واژهٔ «مهندس» مترادف «موتورچی» یا «موتور دان[3]» به‌کار می‌رود، نه هندسه دان. در تکمیل این نظر باید این نکته نیز افزوده شود که علم حیل در نزد مسلمانان ترجمهٔ علم مکانیکای یونانیان است. خود مسلمانان نیز این نام را به‌صورت منجنیقا به‌کار می‌برده‌اند؛ یعنی می‌شود به‌جای حیل هندسی از واژهٔ حیل منجنیقایی یا حیل مکانیقایی، یا «شگردهای دستگاهی» استفاده کرد. البته بازهم باید هوشیار بود که تشابه لغت باعث نشود جنبه‌های ابتکاری و تفکر خلاق مستتر در این لغت را کنار بگذاریم و آن را معادل رشتهٔ مهندسی مکانیک امروزی[4] بدانیم.

۱. هرچند معماری هم فقط اشکال هندسی نیست.
۲. البته هندسه در پایان کار می‌تواند برای تزئین این ابزارها به‌کار رود.

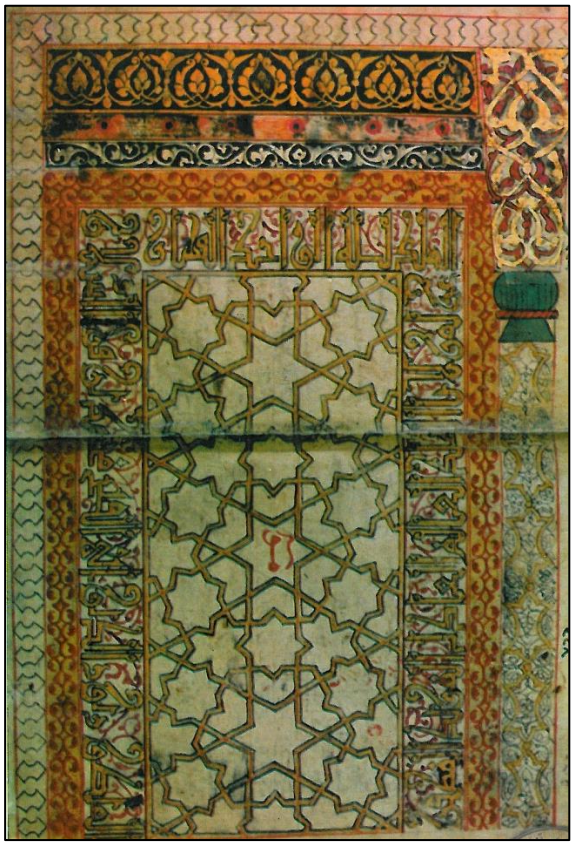
3. Engineer
۴. رشته‌ای که در زنجیرهٔ طراحی، پس از طراحی مهندسی و طراحی صنعتی، بر اساس دانش فیزیک و مقاومت مصالح قطعات از پیش

٦- مهارت سازندگان در تجسم و ترسیم

مطالعهٔ تصاویر کتاب‌های حیل، به‌ویژه نوشته‌های احمد پسر موسی خراسانی و بدیع‌الزمان جزری نشان دهندهٔ قدرت تجسم و مهارت ترسیمی بالای نگارندگان است. درست می‌باشد که نسخه‌های موجود دست خط خود نگارندگان نیستند، ولی مهارت ترسیمی نگارندگان را از دو طریق می‌توان دریافت: نخست اشارات خود آن‌ها و دوم تصاویر نسخه‌های موجود. در کتاب‌های حیل، نویسندگان پیوسته به تصویر ارجاع داده‌اند. توضیحات احمد موسی کاملاً شرح تصویر است و همهٔ طرح‌ها با تکیه‌بر «شکلی که در تصویر» است تشریح می‌شوند. توضیحات و تصاویر چنان به‌هم‌پیوسته‌اند که نمی‌توان تصور کرد که احمد خود قادر به ترسیم آن‌ها نبوده است. در ضمن بعضی طرح‌ها آن‌قدر پیچیده هستند که فقط خود طراح می‌توانسته آن‌ها را تجسم و به‌درستی ترسیم کند.

در مورد مهارت بالای ترسیمی بدیع‌الزمان جزری هم جای شکی نیست. بدیع‌الزمان جزری برای اشاره به طرح‌های خود از واژهٔ «شکل» استفاده می‌کند و به‌وضوح عبارت «رسم کردم» (جزری،۱۳۸۰: ٦) یا حتی اصطلاحات تخصصی رسامی مانند «ترکیب»، «تصدیف[1]» و «تجزیع[2]» را به‌کار می‌برد، مثلاً «تصویر نصف [بالای] یک لنگه در را کشیده‌ام. در ترسیم آن تلاشی برای تکمیلش نکرده‌ام و غرض آن بود به ترتیبی نشان داده شود که فهمیده شود» (جزری،۱۳۸۰: ۴۸۰). در همین جمله آخر می‌توان مختصات دقیق یک ترسیم طراحانه را دریافت. دَرب مورد اشاره از ترکیب گره‌چینی هندسی برخوردار است و می‌تواند شبیه یک صفحهٔ تذهیب باشد، اما طراح آگاهانه طرح را تکمیل نکرده است تا تفاوت آن با یک تذهیب حفظ شود (تصویر ۱).

از نسخه‌های موجود هم می‌توان به مهارت ترسیمی طراحان شگردها پی برد. دونالد آر. هیل در مقدمهٔ صناعه الحیل جزری به نکتهٔ جالبی اشاره می‌کند. او معتقد است که تفاوتِ تصاویر نسخه‌های مختلف، تفاوت در کیفیت هنری است، اما این تصاویر پیرو بیان تصویری نسخهٔ اصلی بوده‌اند (جزری،۱۳۸۰: هفتاد)، بنابراین می‌شود نتیجه گرفت که اصل کتاب‌ها از تصاویر منسجم، دقیق و شیوایی برخوردار بوده‌اند و این نکته هم نشانگر ذهن تصویری و مهارت ترسیمی طراحان شگردها است. امروزه طراحی پژوهان پراستنادی چون نایجل کراس و برایان لاوسون (لاوسون،۱۳۹۰: ۲۸٦) بر اهمیت ذهنیت تصویری و مهارت ترسیمی در روش کار و تفکر طراحان تأکید دارند، تا جایی که نایجل تفکر از طریق قراردادهای ترسیمی را یکی از پنج وجه شناخت طراحانه دانسته است (Cross, 2006: 12).



تصویر ۱. نسخه‌ای از ترسیم فنی دربی که بدیع‌الزمان جزری برای سرای ملک در شهر آمِد ساخته است
ماخذ: (جزری، ۱۳۸۰: ۷۲۳)

۷- طراحی چندبعدی

بررسی طرح‌های ارائه‌شده در کتب حیل نشان می‌دهد که در طراحی آن‌ها فقط به جذبهٔ عملکرد خاص بسنده نشده و به جذابیت و زیبایی پیکره نیز توجه شده است. طراحان مصنوعات حیل محصول را در شبکه‌ای از روابط میان کاربر و محصول دیده‌اند. نتیجه این رویکرد این است که در بسیاری

طراحی‌شده را محاسبه و مختصات فنی نهایی آن‌ها را تعیین می‌کند.

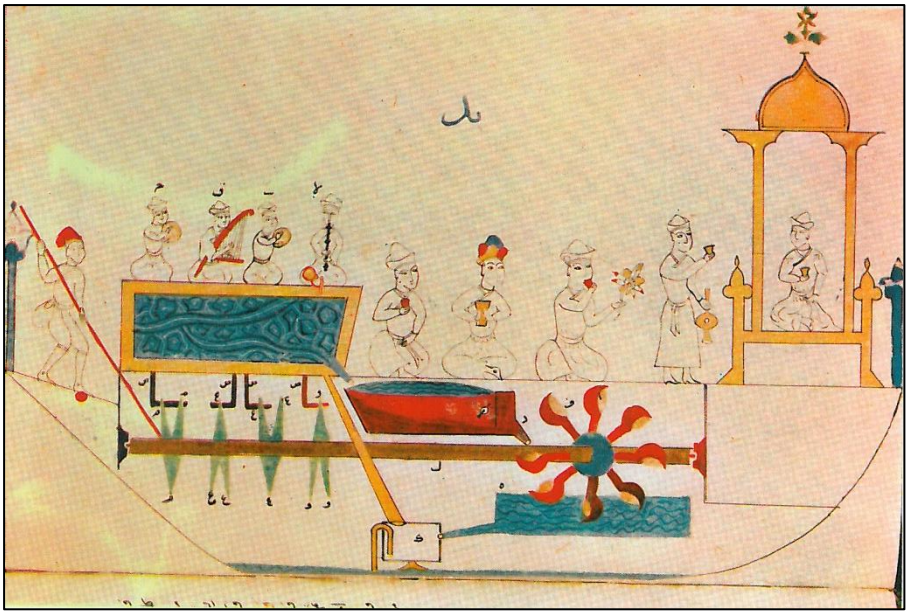
۱. از زاویهٔ دیگر نگریستن
۲. جدا کردن و مقطع زدن

از طرح‌ها علاوه بر ابتکارات مکانیزمی، به زیباشناختی و روابط حسی میان کاربر و محصول نیز توجه شده است، حتی احمد پسر موسی که فنی‌ترین و پیچیده‌ترین طرح‌ها را دارد، مکانیزم‌های خود را در درون ظروفی با ظاهر زیبا قرار داده است. افزون بر این، وی این ظروف «عجیب» خوش شکل را در هنگام کاربرد برای پذیرایی توصیف کرده است. به‌عبارتی، احمد موسی فقط به طراحی یک مکانیزم بسنده نکرده، بلکه کوشیده است این مکانیزم‌ها را به نحوی با یک محصول درآمیزد که ارتباط نظام‌مندی با نیازهای (جسمی و روانی) کاربر و اشیاء محیط زندگی او داشته باشند. ظروف احمد پسر موسی پیرو نظام زیباشناختی زمان خود طراحی شده‌اند. در اغلب آن‌ها تزئینات و مجسمه‌هایی (مانند مرغابی یا گاو) وجود دارد و گاهی این مجسمه در کارکرد نقش دارد (مثلاً در طرح شماره ۱۶ ؛ تصویر: ۳). نکتهٔ دیگر فرم ظاهری خوش شکل ظروف است. با توجه به تبعیتِ تصاویر نسخه‌ها از نسخهٔ اصلی، می‌شود نتیجه گرفت که در نسخهٔ اصلی نیز احمد موسی، فرم بیرونی محصول را زیبا ارائه کرده است. در ضمن احمد برای نحوهٔ استفادهٔ کاربر از ظروف در هنگام پذیرایی، سناریوهایی را پیشنهاد کرده است (مثلاً طرح ۱۲ و ۲۶) که نشانگر تفکر چندبعدی او در مورد محصولات و تمایل او به کارکردهای استتیکی محصولات است.

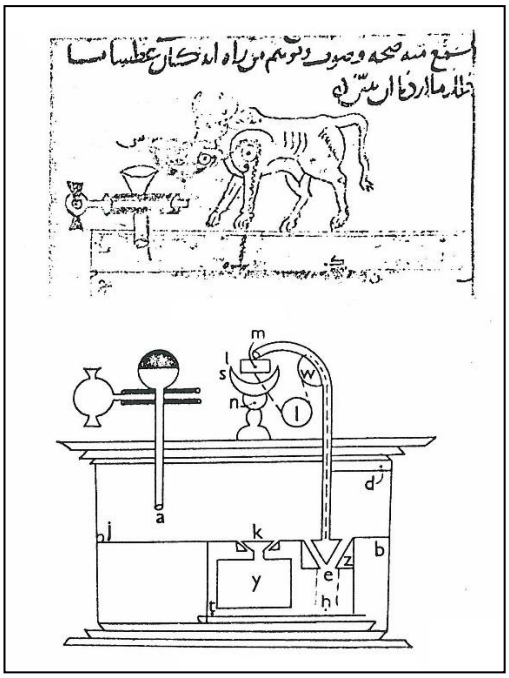
کارکرد زیباشناختی و استتیکی در کار بدیع‌الزمان جزری بسیار پر رنگ‌تر است تا جایی که می‌توان برخی طرح‌های جزری را مجموعه مجسمه‌های متحرک نامید (مانند اغلب دستگاه/ مجسمه‌های بخش نوع دوم، تصویر ۲). در ضمن در کتاب جزری طرح یک درب وجود دارد که بسیار بااهمیت است (تصویر ۱)، زیرا در این درب هیچ مکانیزم ویژه‌ای به‌کار نرفته و تنها کیفیت زیباشناختی درب در کنار مهارت ساخت آن مطرح است. در طراحی این درب جزری از تزئینات گوناگون و از فلزات رنگی متفاوت استفاده کرده است که توانایی‌های زیباشناختی او را نشان می‌دهد. در ضمن نباید رابطهٔ صنعتگر-مشتری را فراموش کرد. صنعتگران شگرد ساز، برای کارفرمایان خود کار می‌کرده‌اند و آن‌ها تقاضای چیزهایی داشته‌اند که بیشتر از یک مکانیزم فنی صرف است. جزری توضیح می‌دهد که «ملک صالح ابوالفتح محمود بن محمد بن قرا ارسلان مرا آزمود و سپس پیشنهاد کرد که ابزاری بدون زنجیر، ترازو و گوی برای او بسازم که زود تغییر شکل ندهد و خراب نشود و با استفاده از آن گذشت ساعت‌ها و اجزای آن‌ها بدون زحمت معلوم گردد. این ابزار می‌بایست شکلی زیبا داشته و مناسب سفر و حضر باشد» (جزری، ۱۳۸۰: ۱۶۲). در این دستورکار که مصداق یک چکیدهٔ طراحی[2] است، زیبایی به‌عنوان یکی از معیارهای طرح مورد نظر ذکر شده است. در ضمن معیارهای کاربردی دیگری نیز بیان گردیده، مانند کاربرد و جابجایی آسان. این نمونه‌ها ما را بر آن می‌دارد که استدلال کنیم کار متخصصان علم حیل، محاسبات ریاضی تک‌بعدی نبوده، بلکه ایشان با ذهنی خلاق و چندبعدی، مانند یک طراح محصول امروزی (طراح صنعتی)، به ابعاد احساسی، زیباشناختی و نمادین محصول خود توجه کرده‌اند.

۱. گاوی که از ظرفی آب می‌نوشد و وقتی آب ظرف تمام شد مجسمه گاو به صدا در می‌آید.

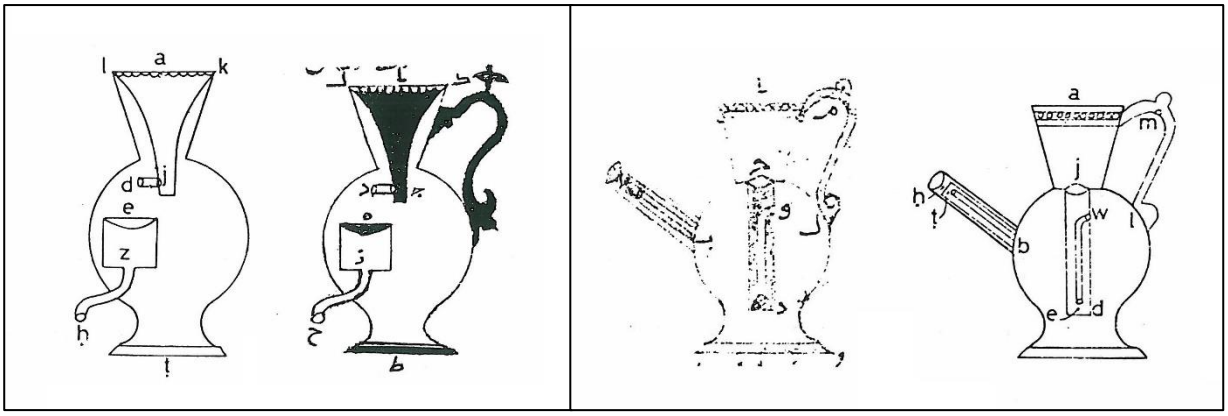
2 .Design Brief



تصویر ۲. نسخه‌ای از ترسیم فنی قایقی که در داخل یک آبگیر قرار می‌گیرد، شامل مجسمه‌های متحرک و صدادار
ماخذ: (جزری، ۱۳۸۰: ۷۱۱)



تصویر ۳. طرح ششم از کتاب حیل، به کارگیری مجسمه و صدا در محصول
ماخذ:(خراسانی،۱۳۷۲: ۱۰۰)



تصویر ۴. سمت راست، طرح شمارهٔ ۱۲ و سمت چپ، طرح شمارهٔ ۲۶. نمونه‌ای از طرح هایی که احمد برای هنگام استفاده آنها سناریوهایی نوشته است.

ماخذ: (خراسانی، ۱۳۷۲: ۱۱۵ و ۱۴۹)

نتیجه‌گیری

بر پایهٔ استدلال‌های ارائه‌شده این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که معیار موارد طبقه‌بندی‌شده در علم حیل (خاص) وجود الگوی «تفکر خلاق» و «روش طراحی» در آن‌ها است. پس تخصص‌های مبتنی بر طراحی و تفکر خلاق نه‌تنها در گروه علم حیل قرار می‌گیرند، بلکه در آن نقش محوری دارند. ریاضیات یا به بیان درست‌تر، منطق قیاسی در روش طراحی صنایع مدنی عملی، نقش معیار ارزیابی را دارد. این پژوهش ارتباط هستهٔ صناعات حیل و رشتهٔ مکانیک را رد می‌کند، زیرا از نظر روش‌شناختی، تفکر خلاق و مهارت‌های طراحانه در آن محوریت ندارند و در عوض رشته‌های مبتنی بر طراحی مصنوعات، به‌ویژه رشته‌های «طراحی معماری»، «طراحی مهندسی[1]» و «طراحی صنعتی» بیشترین نزدیکی را با تعاریف جامع فارابی از علم حیل یا علوم تفکر خلاق دارند. این رشته‌ها در واقع امتداد تاریخی همان صناعات عملی هستند که در هر زمانی با فناوری‌های روز، به خلقِ ابزارهای مورد نیاز انسان‌ها مشغول بوده‌اند.

فهرست منابع

۱. اذکایی، پرویز. (۱۳۷۷). «علم الحیل و فنون آن». ***تحقیقات اسلامی***. (شماره ۱ و ۲)، ۱۹۷-۱۶۷.

۲. جزری، اسماعیل بن رزاز. (۱۳۸۰). ***مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی***. تدوین محمدجواد ناطق. ترجمه محمدجواد ناطق، حمیدرضا نفیسی و سعید رفعت‌جاه. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

۳. خراسانی، احمد بن موسی بن شاکر. (۱۳۷۲). ***ابتکارات خارق العادهٔ مکانیکی یا «الحیل»***. مصحح دونالد آر. هیل. ترجمه سرفراز غزنی. مشهد: به‌نشر.

۴. خوارزمی، ابوعبدالله محمد ابن یوسف کاتب. (۱۳۶۲). ***مفاتیح العلوم***. ترجمه حسین خدیو جم. تهران: علمی و فرهنگی.

۵. رحیمی، غلامحسین. (۱۳۹۰). «فارابی، علم حیل و فلسفه فناوری». ***پژوهشنامهٔ تاریخ تمدن اسلامی***. (شماره ۱)، ۱۰۲-۸۵.

۶. طاهری‌مقدم، مسعود. (۱۳۹۴). «علم الحیل در تمدن اسلامی». ***پژوهش نامهٔ تاریخ***. (شماره ۳۸)، ۱۰۴-۸۱.

۷. فارابی، ابونصر. (۱۳۸۱). ***احصاء العلوم***. با ترجمه حسین خدیو جم. تهران: علمی و فرهنگی.

۸. لاوسون، برایان. (۱۳۹۰). ***طراحان چگونه می‌اندیشند***. ترجمه حمید ندیمی. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

۹. ناطق، محمدجواد. (۱۳۹۳). «حیل علم». ***دایره المعارف اسلامی***. زیر نظر غلامعلی حداد عادل. ج۱۴. تهران: بنیاد دایره المعارف اسلامی.

۱۰. نجیب اوغلو، گلرو. (۱۳۸۹). ***هندسه و تزئین در معماری اسلامی***. ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی. تهران: روزنه.

۱۱. نیک‌سرشت، ایرج، و سعید نظری. (۱۳۹۴). «علم حیل در دورهٔ افول تمدن اسلامی: تصحیح و بررسی بخش فواره‌های

۱. این رشتهٔ مادر بسیاری رشته‌های صنعتی نوآور است ولی به طرز عجیبی هنوز در ایران راه‌اندازی نشده است!

کتاب الطرق السنیه فی الآلات الروحانیه»، ***تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی***، (شماره ۲۰)، ۹۸-۷۱.

12. Cross, Nigel. (۲۰۰۶). ***Designerly Ways of Knowing***. London: Springer.

13. Dorst, Kees. (۲۰۱۱). "The core of design thinking and its application". ***Design Studies***, (vol ٦), ٥٢١-532.

14. March, lionel. (۱۹۸۴). "The Logic of Design". In ***Developments in design methodology***, (by Nigel Cross), Chichester: John Wiley & Son Ltd.

15. Roozenburg, Norbert F.M. & J. Eekels. (۱۹۹٥). ***Product Design: Fundementals and Methods***. chichester: John Wiley & Sons Ltd.