

The Pictorial Tradition of Engineering Structures in Islamic Civilization and Art

Maryam Kamyar*

Zohreh Asadi**

Abstract

In the first centuries of Islamic civilization in Iran, inventions were made in the field of engineering structures that recorded technological information with written and visual details. In the book "Al-Jama'i Bin Al-Ilam wa Al-Amal Al-Nafi fi Sanaa' Al-Hayl" written by "Jezri" (6 AH), several devices with modern mechanisms (technology) have been introduced. This book is a comprehensive theoretical and practical book and the devices presented in this book were different in terms of appearance and performance. Today, its pictorial instructions include a part of the pictorial tradition of Iran. The necessity and application of such research is familiarity with the past scientific and artistic background of Islamic art and civilization of Iran, and knowledge of the tradition of scientific illustration shows the use of art and how it was used in the early years of Islam in Iran. This research is a basic descriptive research with cross-sectional comparative method. In this study, an attempt has been made to evaluate the beginning of the tradition of scientific illustration and transfer of knowledge through images, with the description and presentation of devices, and to identify and explain the characteristics of Iranian painting art in the scientific illustrations of the Book of Jezree. It is concluded that paintings, in addition to their artistic value, are valuable images that have succeeded in presenting and recognizing the mechanical devices of their era by observing the traditional features of Iranian art.

Keywords: Pictorial Tradition of Engineering Structures, Islamic Art and Civilization, Iranian School, Al-Jazari.

* Assistant Professor of Interdisciplinary studies, Institute for Humanities and Cultural Studies (Corresponding Author), M.kamyar@ihcs.ac.i

** Master's degree, Art Research, Faculty of Art, Shiraz University asadizohreh@gmail.com

Date received: 01/06/2024, Date of acceptance: 22/08/2024



سنت تصویری سازه‌های مهندسی در تمدن و هنر اسلامی

مریم کامیار*

زهره اسدی**

چکیده

سده‌های نخست تمدن اسلامی در ایران اختراعاتی در عرصه سازه‌های مهندسی انجام شده که با جزئیات نوشتاری و تصویری اطلاعات تکنولوژی را ثبت کرده‌اند. در کتاب *الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل* نوشته جزی (ششم ق)، چندین دستگاه با سازوکار (تکنولوژی) روز معرفی شده است. این کتاب یک کتاب جامع نظری و عملی است و دستگاه‌های ارائه‌شده در این کتاب از لحاظ ظاهر و کارایی متفاوت بودند. امروزه دستورالعمل‌های تصویری آن بخشی از سنت تصویری ایران را شامل می‌شود. ضرورت و کاربرد چنین تحقیقاتی آشنایی با پیشینه علمی و هنری گذشته هنر و تمدن اسلامی ایران است و شناخت سنت تصویرسازی علمی و استفاده از هنر و چگونگی آن را در سال‌های اولیه اسلامی در ایران نشان می‌دهد. این پژوهش یک تحقیق توصیفی — بنیادی به‌روش تطبیقی عرضی است. در این مطالعه تلاش شده است آغاز سنت مصورسازی علمی و انتقال دانش توسط تصویر، با شرح و ارائه دستگاه‌ها، ارزیابی شود و شاخصه‌های هنر نقاشی ایران در تصاویر علمی کتاب جزی شناسایی و تبیین شود. نتیجه گرفته می‌شود که نگاره‌ها، علاوه بر ارزش هنری، تصاویر ارزش‌مندی هستند که با رعایت شاخصه‌های سبکی هنر ایران در ارائه و شناخت وسایل مکانیکی عصر خود موفق بوده‌اند.

کلیدواژه‌ها: سنت تصویری سازه‌های مهندسی، هنر و تمدن اسلامی، مکتب ایران، الجزری، هندسه ایرانی.

* استادیار، مطالعات میان‌رشته‌ای، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، پژوهش هنر (نویسنده مسئول)،

M.kamyar@ihcs.ac.ir

** کارشناسی ارشد، پژوهش هنر، دانشکده هنر، دانشگاه شیراز، asadizohreh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱



۱. مقدمه

دانشمندان و مهندسان دوره اولیۀ تمدن اسلامی ایران سهم قابل توجهی در پیشرفت‌های مهندسی داشته‌اند. بسیاری از دستاوردهای آن‌ها در عرصه‌های مختلف ناشناخته مانده است. اسنادی که باقی مانده و دردست‌رس است محدود و بالارزش است. احیای تاریخ فناوری تمدن اسلامی به معرفی کتاب‌های *الحیل* بنی موسی قرن سوم ق، *الحیل* جزری قرن ششم ق، و کتاب *الطرق السنیة فی آلات الروحانیة* از محمد بن معروف تقی‌الدین راصد متعلق به قرن دهم ق منجر شد. این دانشمندان توجه خود را صرف کاربردهای عملی کتاب خود کرده و سعی کرده‌اند با استفاده از تصویر سازه‌های مهندسی، در کنار متن فنی، مفاهیم پیچیده مهندسی را بازگو کنند. در این میان، کتاب *الحیل* جزری نمونه موفق و کاملی از این روش ارائه داده است.

بدیع‌الزمان ابوالعزّ بن اسماعیل بن رزاز جزّری مهندس مکانیک قرن ششم ق، ساکن شهر آمد در شمال بین‌النهرین بود. وی کتاب خود به نام *الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل* (*Al-Jami Bain Al-Elm va Al-Amal Al-Al-Nafi Fi Sannnt Al-Hiyal*) را در سال ۶۰۲ ق به فرمان حاکم وقت دیار بکر از سلسله اُرتُقیان، به زبان عربی تألیف کرده است. این کتاب در فارسی با عنوان *مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی* ترجمه شده است. محتوای این کتاب «اسباب الحیل» یا همان ابزارهای مکانیکی است و «از علوم کاربردی رایج در دوره اسلامی [است] که با طراحی، ساخت، کارکرد، و کاربرد ابزارها و دستگاه‌های مکانیکی سروکار داشت» (*دانش‌نامه جهان اسلام ۱۳۸۹: ج ۱۴، ۵۴۳*). جزری به عنوان پدر علم مهندسی ربانیک جهان شناخته می‌شود و به او لقب «رئیس مهندسان» را داده بودند.

وی در کتاب خود پنجاه دستگاه را در شش فصل معرفی می‌کند. برای هر دستگاه تصویری رسم کرده و آن را با کمک حروف علامت‌گذاری کرده و به‌طور مفصل درمورد دستگاه شرح و بسط داده است. نحوه بازنمایی اختراعات مکانیکی با کمک تصویرگری با جزئیات و دقت فراوان صورت پذیرفته است و تصویرگری کاملاً وابسته و در خدمت متن است. با وجود نسخه‌های متعدد این کتاب، که نشان از اهمیت آن دارد، نکته قابل توجه این است که در تمام نسخ، سعی بر امانت‌داری کامل متن و تصویر براساس اصول اولیۀ نگارش کتاب شده و تصویرسازی هر نسخه، شاخصه‌های مکتب هنری دوره خود را به‌نمایش می‌گذارد. «جزری با نوشتن این کتاب، سنت قدیم تصویرسازی کتاب‌های علمی

را جاودانه ساخت» (عکاشه ۱۳۸۰: ۳۱۴). او در مقدمه کتاب تصریح کرده تنها با آزمون می‌توان درمورد راستی و درستی یک دستگاه قضاوت کرد و علم باید قابل مشاهده و تجربه باشد. بنابراین با توضیحات کامل درکنار تصاویر و با ارائه جزئیات، یک نقشه راه عملی برای مخاطب گذاشته است. شیوه تصویرسازی سازه‌های مکانیکی در این کتاب، در نوع کتاب‌های فنی - مهندسی بی‌تکرار است. از اولین کتاب‌های علم الحیل، کتاب متعلق به «احمد بن موسی» را می‌توان نام برد که حاوی تصاویری با طراحی ساده، خطی، بدون رنگ و تزئین، و فاقد عمق‌نمایی است. بنوموسی در کتاب فنی خود هیچ‌گونه اشاره‌ای به بحث ساخت و زیبایی‌شناسی دستگاه‌های خود نکرده و حتی درمورد ساخت و عملکرد دستگاه توضیحات مختصری ارائه داده و با یک رسامی بسیار ساده و جزئی مطلب خود را به پایان رسانده است. هیچ‌کدام از تصاویر کتاب *الحیل* بنوموسی مستقلاً صفحه‌ای را به خود اختصاص نداده‌اند و به‌طور مجزا از متن و به‌عنوان یک اثر هنری فاقد ارزش‌اند. همین اشاره کوتاه به یکی از اولین کتاب‌های مهندسی، گویای تفاوتی فاحش با اثر جزری است. باید گفت جزری طراح مهندسی است که هنر را به حیطه مهندسی و فنی وارد کرده و سازه‌ای فنی، اما زیبا با عملکردی فنی جهت ارائه به دربار خلق کرده است. بنابراین، بدیهی است که کتاب مهندسی جزری، یک پیشینه غنی فنی - زیبایی‌شناختی از تمدن اسلامی به حساب می‌آید.

سلیم الحسنی^۱ (Salim T. S. Al-Hassani) در مقاله‌های متعدد به معرفی جزری پرداخته است و خاطر نشان کرده که سازه‌های مهندسی جزری و رساله فنی وی در دسته‌ای از فناوری‌ها قرار می‌گیرند که علاوه بر ایجاد شگفتی و لذت زیبایی‌شناختی، کارکردی سودمند دارند. با این تعاریف و مطالعه دستگاه‌های جزری می‌توان یک سازه مهندسی تزئینی زیبا را مشاهده کرد که نشان از عملکرد و تصویر زیبای آن است.

۲. پیشینه تحقیق و چهارچوب نظری

در بخش پیشینه تحقیق دو دیدگاه متفاوت درباره این موضوع دیده می‌شود. تحلیل‌های محتوایی (کارکرد مکانیکی) و تحلیل‌های هنری.

جدول ۱.۱ پیشینه تحقیق
(کتاب‌های فنی)

کتاب‌های فنی	
۱۸۹۱ م	<i>Notice sur deux manuscrits arabes</i> کتابی است که «کاراده وو» (Carra de Vaux) در پژوهش‌های علمی تمدن اسلامی، درباره مکانیک در اسلام تألیف کرده است. وی پیش از دیگران نظر پژوهش‌گران را به کتاب الجزری جلب کرده و در مورد وی و دستگاه‌های مکانیکی کتاب <i>الحیل</i> توضیح داده است.
۱۹۱۵ م	از اولین تألیفات در مورد جزری و آثارش، در بحث تکنولوژی اسلامی، باید از «ایلهارد ویدمان» (Eilhard Wiedemann) و «فریتز هاورز» (Fritz) یاد کرد. آن‌ها انواع شش‌گانه دستگاه‌های الجزری را در هفت مقاله به زبان آلمانی منتشر کردند. آن‌ها در همه موارد مقید به ترجمه کامل نبوده و در متن دخل و تصرف کرده و باتوجه به برداشت خود از اختراعات مکانیکی الجزری آن را شرح داده‌اند. در بیش‌تر موارد شکل‌های اصلی دوباره دقیق رسم شده‌اند و توضیحات فنی و کلمات نامعمول به آلمانی ترجمه و شرح داده شده است.
۱۹۳۱ م	باتوجه به اهمیت الجزری و کتاب <i>الحیل</i> وی، «جورج سارتن» در مقدمه کتاب خود با عنوان <i>مقدمه بر تاریخ علم درباره خود الجزری</i> صحبت کرده است.
۱۹۷۴ م	اولین ترجمه کتاب الجزری به زبان انگلیسی توسط «دونالد هیل» در یک جلد انجام گرفته است که در مقدمه آن شرحی در مورد الجزری و تکنولوژی اسلامی آورده و یادداشت‌ها و شکل‌هایی به متن افزوده و محتویات کتاب را با تکیه بر نسخه خطی آکسفورد تشریح و تحلیل کرده است.
۱۹۷۷ م	«ماجد عبدالله شمس» کتاب <i>مقدمه لعلم المیکانیک فی الحضارة العربیه</i> را که کتابی درباره علم مکانیک در تمدن عربی است تألیف کرد و نوع اول از انواع دستگاه‌های شش‌گانه الجزری را که مربوط به ساعت‌هاست، به‌روش تصویربرداری افست از نسخه خطی توپگایی، احمد سوم ۳۴۷۲ تهیه کرد و در آن جای داد.
۱۹۹۲ م	کتاب <i>تاریخ مصور تکنولوژی</i> نوشته هیل و یوسف الحسن کتابی است که ظهور و پیشرفت علم و تکنولوژی را در دوره تمدن اسلامی بررسی می‌کند. در این کتاب چندین دستگاه مکانیکی جزری شرح داده شده و با همتایان خود در دوره‌های بعدی مقایسه شده است.
۱۳۸۰ ش	کتاب <i>مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی</i> با ترجمه و تحشیه محمدجواد ناطق و دیگران، با سه مقدمه ناطق (Nategh)، هیل (Donald Hill)، و یوسف الحسن (Y. al-Hassan) توسط مرکز نشر دانشگاهی تهران منتشر شد. این کتاب که متن کامل کتاب <i>الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعة الحیل</i> جزری را به‌هم‌راه دارد، تنها چهارده نگاره از پنجاه نگاره کتاب جزری را در انتهای کتاب به‌صورت تمام‌رنگی در یک صفحه کامل و مجزا آورده و در بین متن از تصاویر خطی شده دو تا سه نسخه متفاوت استفاده کرده است.

جدول ۲.۱ پیشینه تحقیق
(مقالات فنی)

مقالات فنی	
۱۳۷۴ ش	«نقدی بر ترجمه فارسی کتاب الحیل بدیع الزمان جزری» مقاله‌ای است که «حسن طارمی‌راد» در نقد ترجمه کتاب جزری توسط ناطق و همکارانش تألیف کرده است.
۱۳۸۱ ش	«علی معصومی» در مقاله «سندی کهن در تاریخ فناوری تمدن اسلامی» به شرح کتاب جزری و اهمیت آن در تاریخ فناوری و تکنولوژی اسلامی می‌پردازد.
۱۳۸۶ ش	«استادانه‌ترین اثر در علم الحیل» مقاله‌ای است که «غلامحسین دانشی» در باب کتاب الحیل جزری نگاشته و ضمن معرفی علم الحیل، جزری، و دستگاه‌هایش، آن را یکی از بهترین آثار در حیطه علم الحیل معرفی می‌کند.

جدول ۳.۱ پیشینه تحقیق
(کتاب‌های هنری)

کتاب‌های هنری	
۱۹۲۱ م	«ثروت عکاشه» در کتاب نگارگری اسلامی در چندین قسمت از کتاب حیل جزری نام برده و در فصل «هم‌گرایی فرهنگ‌ها در نگارگری عربی» توضیح مختصری در باب خود جزری و تصاویر آن ارائه می‌دهد.
۱۹۲۴ م	از لحاظ بررسی‌های هنری، تنها کار مهمی که درباره نگاره‌های کتاب الجزری صورت گرفته است مطالب نوشته‌شده «کوماراسوامی» (Coomaraswamy) درباره تصاویر جداشده از نسخه خطی ایاصوفیه ۳۶۰۶ است که از دیدگاه تاریخ هنر موردبررسی قرار گرفته است. این کتاب برای مطالعه و بررسی در دسترس نیست.
۱۳۷۵ ش	در کتاب تاریخ نگارگری در ایران نوشته «سیدعبدالمجید شریف‌زاده» بعد از بررسی نگارگری پیش از اسلام، به مکاتب مختلف هنری می‌پردازد و در بخش «مکتب بغداد» از کتاب جزری به‌عنوان نمونه تصویری این مکتب یاد می‌کند.
۱۳۸۴ ش	تاریخ نقاشی ایران: از آغاز تا عصر حاضر نوشته «مرتضی گودرزی» کتاب جزری را از آثار مکتوب مکتب بغداد ذکر می‌کند.
۱۳۹۲ ش	کتاب الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعة الحیل: نسخه برگردان براساس نسخه خطی کتابخانه برلین و به‌انضمام نسخه پاریس شماره ۲۴۷۷، به‌صورت عکس رنگی، به کوشش «یوسف بیگ باباپور» و با مقدمه «حسین تولایی خوانساری» از «مجموعه تاریخ علم، فرهنگ و تمدن دوره اسلامی» منتشر شده است. بنابه نوشته باباپور در مقدمه این کتاب، باتوجه به لزوم تحقیق در تصویرشناسی مکانیک دوره اسلامی، لازم است اکثر نسخ کهن این گونه آثار منتشر شود تا یک سلسله آثار مصور در بررسی‌های مقایسه‌ای و تصویرشناسی در دست باشد.

۳. معرفی نگاره‌های کتاب *الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل*

۱.۳ دستگاه‌های انتقال آب جزری

باوجود وسعت منطقه جغرافیایی جهان اسلام، انتظار می‌رود تاریخ مهندسی در میراث اسلامی، به‌ویژه آنچه مربوط به کشاورزی است، بسیار غنی باشد. باین‌حال، به‌رغم تلاش‌های دقیقی که در این زمینه صرف شده است، اطلاعات بسیار محدودی در دسترس است. تحقیقات فراوانی در محدوده مهندسی صورت پذیرفته است، لیکن در حوزه فناوری اسلامی فضای مطالعاتی گسترده و ناشناخته بسیاری وجود دارد. بی‌شک شناخت و پیشرفت در زمینه‌های مختلف با کمک دانش و میراث ماندگار گذشتگان، باعث حفظ هویت علمی، فرهنگی، و هنری شده و استقلال و فردیت یک تمدن را به‌دنبال خواهد داشت.

باتوجه به وضعیت جغرافیایی اکثر کشورهای اسلامی که در مناطقی خشک، بیابانی، و کم‌آب هستند، تأمین و فراهم‌ساختن آب از منابع مختلف برای آبیاری، آشامیدن، و دیگر مصارف صنعتی و خانگی همواره یکی از مسائل حیاتی بوده است (یوسف حسن ۱۳۷۵: ۵۳).

یافتن راه‌هایی برای تأمین آب از منابع مختلف:

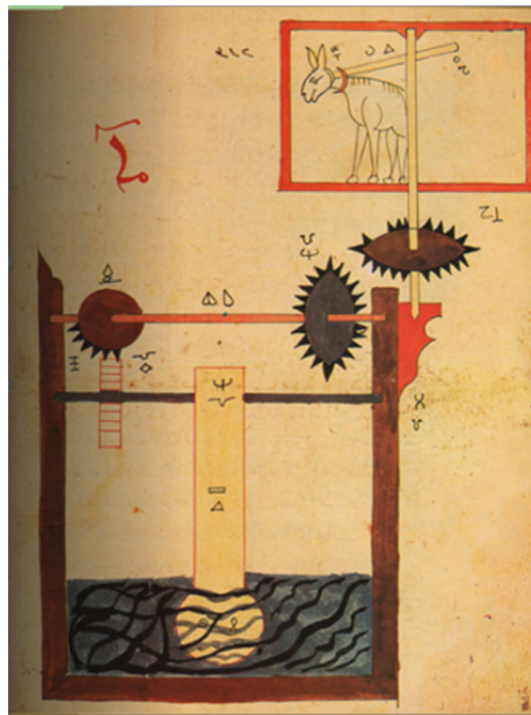
منجر به توسعه دستگاه‌های مختلف بالابردن آب شد. متعاقباً، این سؤال که از کدام دستگاه بالابر آب می‌توان استفاده کرد، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند ماهیت منبع آب، ارتفاع بالابر، نوع مصالح ساختمانی موجود، و مقدار آب مورد نیاز قرار می‌گیرد.

باتوجه به اهمیت موارد ذکر شده، جزری در کتاب خود در فصل یا نوع پنجم، به معرفی پنج پمپ یا دستگاه که آب را از آب‌گیر، چاه کم‌عمق، و رود جاری بالا می‌آورند، و در اصطلاح دستگاه‌های مخصوص بالاکشیدن آب یا انتقال آب هستند می‌پردازد. این دستگاه‌ها مورد توجه و بررسی این پژوهش هستند. پنج نگاره متعلق به نسخه خطی توپ‌گابی احمد سوم ۳۴۷۲، از فصل پنجم کتاب *الحیل*، از مجموع نگاره‌های آن انتخاب شده است. این نسخه کامل‌ترین نسخه موجود و هم‌چنین نزدیک‌ترین نسخه به زمان تألیف است و بنابر شواهدی اولین نسخه بعد از نسخه اصلی است که هم‌اکنون در کتاب‌خانه قصر توپ‌گابی استانبول نگهداری می‌شود (ناطق ۱۳۸۰: ۴۵۴). داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته، تصاویر و اطلاعات مورد تحلیل قرار گرفت. پنج نگاره ابزار بالاکشیدن آب کتاب *الحیل* براساس روش کتاب *تجزیه و تحلیل آثار هنرهای تجسمی* نوشته «چارلز جنسن» (Charles R. Jansen) و براساس قسمت‌هایی از نموداری که وی طراحی کرده است مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. جنسن اثر هنری را از جنبه‌های مختلفی بررسی کرده است.

۱.۱.۳ دستگاه اول از نوع پنجم

توصیف و عملکرد دستگاه: روی یک آب‌گیر دو پایه با دو محور افقی که بر روی آن‌ها نصب شده است گنجانده‌اند. چرخ‌های دو حلقه و ملاقه چوبی دارد و وقتی ملاقه پر از آب از آب‌گیر بالا بیاید، آب از انتهای ملاقه به درون یک مجرای آبیاری جاری می‌شود.

وقتی حیوان بازو را می‌چرخاند، بازو چرخ متصل به خودش و در نتیجه آن چرخ‌های دیگر را به چرخش درمی‌آورد و کفه ملاقه پر آب، بالاتر از سطح افق قرار گرفته و آب از انتهای آن جاری می‌شود. تا حیوان می‌چرخد این روند نیز ادامه دارد.



تصویر ۱. نگاره دستگاه اول

<<http://ebuliz.com/ebuliz22.swf>>

۲.۱.۳ دستگاه دوم از نوع پنجم

دستگاهی است که با استفاده از چهارپایی که آن را می‌چرخاند، آب را از یک آب‌گیر یا چاه بالا می‌آورد (تصویر ۲).

توصیف و عملکرد دستگاه: بر روی یک آب‌گیر کم‌ارتفاع سه پایه نصب شده است. بر روی آن‌ها چرخ‌هایی به شکل پلکان نردبان و چرخ‌های دیگری دیده می‌شود. در انتهای آن ملاقه‌ای گذاشته‌اند. بین دندان‌های چرخ‌ها یک بازو وصل شده که این بازو به حیوانی متصل است که می‌چرخد و چرخ‌ها را یکی از پس از دیگری می‌چرخاند. این چرخش‌ها سبب می‌شود یکی از ملاقه‌ها به سبب وزنش در آب بیفتد و با چرخش دندان‌ها، ملاقه دیگری بلند شود و آب را به مجرای موردنظر بریزد. این ترتیب تا هنگامی که حیوان می‌چرخد ادامه می‌یابد.



تصویر ۲. نگاره دستگاه دوم

<<http://ebuliz.com/ebuliz22.swf>>

۳.۱.۳ دستگاه سوم از نوع پنجم

آن آب‌گیری است که (ستونی توخالی در وسطش) است و قرصی روی آن ستون قرار دارد و روی قرص مجسمه گاوی است که [به‌نظر می‌رسد] چرخ را می‌چرخاند و چرخ (آب را از آب‌گیر) حدود ده وجب بالا می‌آورد و به دو فصل تقسیم می‌شود (تصویر ۳).

توصیف و عملکرد دستگاه: آب‌گیری که وسط آن ستونی مسی نصب شده است. یک قرص مسی بر بالایش وجود دارد که روی آن یک گاو چوبی می‌چرخد و بازویی متصل به یک محور عمودی را می‌چرخاند. در بالای محور چرخ دندانه‌داری است که یک چرخ دیگر را که شامل دو ریسمان با تعدادی کوزه است می‌چرخاند. دو ریسمان بر پشت چرخ کشیده می‌شود و در آب فرومی‌رود. کوزه‌های پرآب به درون مجرای مخصوصی که تعبیه شده تخلیه می‌شوند و از آن‌جا به مکان موردنظر جریان می‌یابند.



تصویر ۳. نگاره دستگاه سوم

<<http://ebuliz.com/ebuliz22.swf>>

۴.۱.۳ دستگاه چهارم از نوع پنجم

و آن دستگاهی است که آب را از چاه بالا می‌آورد (تصویر ۴).

توصیف و عملکرد دستگاه: یک چاه که راه‌آبی از بالای آن تا سطح آب کشیده شده است. ابتدای این راه‌آب یا شیار چرخ‌دنده‌ای که بر روی یک محور افقی است قرار دارد. یک بازوی عمودی وجود دارد و ملاقه‌ای چوبی که طولش از سطح آب تا ابتدای شکاف می‌رسد. دو چرخ

دنداندار وجود دارد که در انتهای بالایی محور یکی از آن‌ها، بازویی را به گردن حیوان متصل کرده است و حیوان بازو را می‌چرخاند. وقتی حیوان بازو را می‌چرخاند، چرخ‌ها یکی پس از دیگری چرخیده و ملاقه در آب فرومی‌رود و بعد از نیم‌دور کفه ملاقه از سطح افق بالاتر می‌رود و آب از طریق انتهای آن جاری می‌شود و به سمت مسیر تعیین شده حرکت می‌کند.



تصویر ۴. نگاره دستگاه چهارم

<<http://ebuliz.com/ebuliz22.swf>>

۵.۱.۳ دستگاه پنجم از نوع پنجم

و آن دستگاهی است که آب را با استفاده از یک چرخ حدود بیست ذرع از آب روان بالا می‌آورد و به سه فصل تقسیم می‌شود (تصویر ۵).

توصیف و عملکرد دستگاه: ساختار دستگاه یک صندوق است از چوب توت و بالای آن صفحه‌ای بر انتهای یک محور است. زیر صفحه حلقه‌ای است که محور در آن می‌چرخد. یک بازو و چرخ‌دنده‌هایی که روی محور افقی قرار دارند. چرخ بزرگ می‌چرخد و چرخ کوچک‌تر را که بر محور آن چرخ‌دنده‌ها و بازویی است می‌چرخاند. با روند مکانیکی از چرخش و

سنت تصویری سازه‌های مهندسی در تمدن و هنر اسلامی (مریم کامیار و زهره اسدی) ۹۳

حرکت این چرخ‌دنده‌ها، بازو به راست و چپ می‌گردد تا دور میله کامل شود. آب به درون استوانه وارد می‌شود و با دفع آب به درون لوله‌های تعبیه‌شده بالا می‌رود.

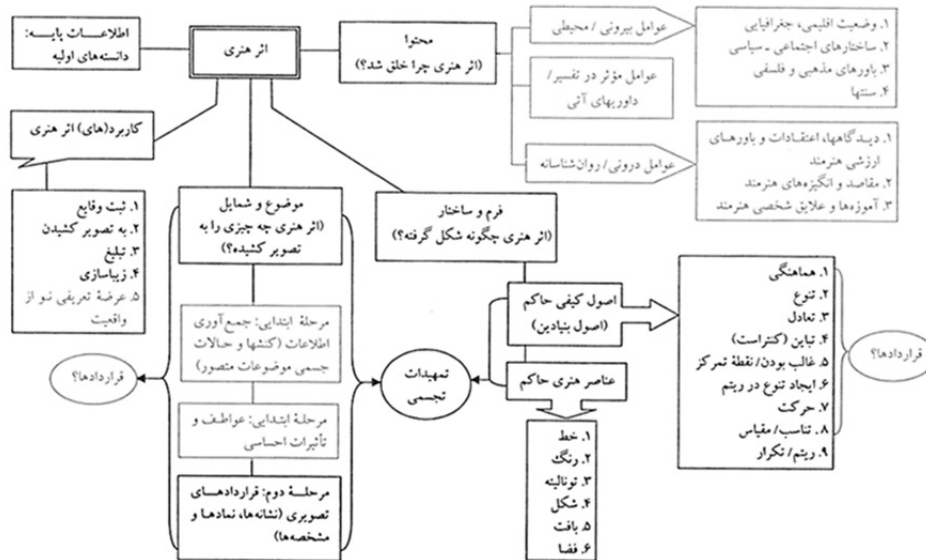


تصویر ۵. نگاره دستگاه پنجم

<http://ebuliz.com/ebuliz22.swf>

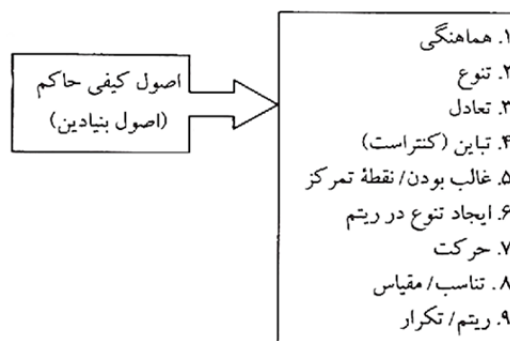
۴. بررسی نگاره‌های نوع پنجم کتاب الحیل

باتوجه به نگاره‌های مورد بحث و هم‌چنین جدول جنسن (تصویر ۶)، بخشی از «عناصر هنری حاکم» و «اصول کیفی حاکم» انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت که شامل خط، رنگ، فضا، کتاب‌آرایی، هماهنگی، تنوع، و تعادل است (تصویر ۷).



تصویر ۶. نمودار تجزیه و تحلیل چارلز جنسن

(جنسن ۱۳۸۴: ۱۰)



تصویر ۷. قسمتی از نمودار چارلز جنسن؛ اصول کیفی حاکم

(جنسن ۱۳۸۴: ۱۰)

۱.۴ تحلیل عناصر تصویری نگاره‌های اول تا پنجم نوع پنجم کتاب جزری

جزری یک صفحه کامل از کتاب با ساختاری عمودی را به تصاویر این دستگاه‌ها اختصاص داده است. زاویه تصاویر دیدی از روبه‌رو به بیننده می‌دهد. نگاره‌ها کاملاً مرتبط با متن هستند و یک واقعیت علمی را ترسیم می‌کنند. درواقع، نگاره‌ها به هدف کاربردی خود، که تشریح

عملکرد یک سازه مکانیکی است، دست یافته‌اند. رنگ‌گذاری نگاره‌ها به شیوه جسمی است و از رنگ‌گذاری تخت استفاده کرده‌اند. رنگ کاغذ رنگ زمینه نگاره‌هاست و برای زمینه نگاره‌ها رنگ متفاوتی در نظر گرفته نشده است. تصاویر از یک تعادل متقارن برخوردار است و فضای داخلی را به نمایش می‌گذارد.

ساختار نگاره‌ها متشکل از عناصر حیوانی، طبیعی، و فنی است. تنها در دستگاه پنجم به جای استفاده از عنصر حیوانی، آب را به وسیله یک چرخ بالا آورده‌اند. عنصر حیوانی به کاررفته، حیوانی چهارپا (الاغ و گاو)، اما فاقد رنگ است. از رنگ پس‌زمینه با دورگیری مشکی و قهوه‌ای برای نمایش حیوانات استفاده شده و در تصویرسازی پوست گاو از روش لکه‌گذاری‌های رنگی استفاده شده است. در ارائه حیوان در دستگاه اول و دوم، تصویرگر برای ایجاد پرسپکتیو و بعدنمایی بخشی از بدن حیوان را در پشت یک اهرم پنهان کرده است تا چرخیدن حیوان حول یک محور را نمایش دهد. همین‌طور در نمایش پاهای عقب حیوان سم‌ها را کوچک‌تر ترسیم کرده تا بر این ژرف‌نمایی (پرسپکتیو) و چرخش، تأکید دوباره‌ای داشته باشد. طراحی خطوط بدن حیوانات نرم، منحنی، و بدون جزئیات ترسیم شده است.

آب عنصر طبیعی این نگاره‌هاست که به صورت خطوط مواجی روی زمینه دیده می‌شود. عناصر فنی شامل قطعات دستگاه‌ها نظیر آب‌گیر، چرخ‌دنده‌ها، ملاقه چوبی، لوله‌ها، و بازوهاست.

جزری با نگاه و شرح و بسطی موشکافانه، سازه‌ها را از نظر ابعاد، اندازه، اوزان، و جنسیت مصالح و مواد موردبررسی دقیق قرار داده و نحوه قرارگیری و اولویت‌های قطعات و کارکرد هرکدام را بادقت بازگو کرده است. در تشریح دستگاه از حروف الفبا بر روی تصویر بهره برده، به‌صورتی که افراد فاقد تخصص در رشته مکانیک هم توانایی خوانش متن و تصویر را داشته و امکان ساخت یک نمونه و الگوی دستی را فراهم آورده است.

جزری به زیبایی قطعات و سازه‌ها اهمیت بسیاری داده و بارها در دستگاه‌های مختلف تأکید می‌کند که دستگاه زیبایی را طراحی کرده و به زیبایی به تصویر کشیده است. در دستگاه سوم از فصل پنجم، جزری زیبایی دستگاه را به‌عنوان یک مزیت معرفی کرده است و با صراحت و روشنی کامل اعلام می‌کند که در این وسیله دو مزیت وجود دارد. خاصیت یا مزیت اول همان کارکردی است که برای دستگاه در نظر گرفته شده که آب را از آب‌گیری به سطحی بالاتر هدایت کند و مزیت دوم این دستگاه این است که

این [دستگاه] وسیله‌ای زیبا متشکل از چرخ‌های مسی است که به‌طرز فاخری ساخته شده است و شکل‌هایی زیبا، طرحی قشنگ، و ریسمان‌های ظریفی از حریر دارد. کوزه‌ها زیباست و با رنگ‌های مختلف رنگ‌آمیزی شده است و همین‌طور چرخ‌های گاو و قرص (ناطق ۱۳۸۰: ۴۵۹-۴۶۰).

هم‌چنین، عنوان می‌کند که آب‌گیر قشنگ و مربع‌شکل ساخته می‌شود و صفحه کف آن از جنس مس و دیواره‌هایش از سنگ مرمر رخام است. حیوان چهارپا را گاوی زیبا از چوب توخالی معرفی می‌کند که تاحد ممکن سبک ساخته شده است. جزری بعد از شرح کامل دستگاه اضافه می‌کند:

چرخ‌ها و محورها و کوزه‌ها و مجاری آب و همه آن‌چه از مس و غیر آن ساخته شده است با مواد رنگی که با روغن بذر کتان خالص مخلوط می‌شود و با سنگ‌های آسیاب دستی «صلایا» کوبیده و نرم می‌شود رنگ‌آمیزی می‌شود و بنابراین آب مگر در زمانی طولانی در آن‌ها تأثیر ندارد و تغییرشان نمی‌دهد (همان: ۴۶۴).

بنابراین، می‌توان تأکید و دقت جزری را در ساخت یک سازه فنی زیبا دید.

۵. اصول کیفی حاکم (اصول بنیادین)

هماهنگی: در نگاه کلی به تمام پنج نگاره سازه‌های انتقال آب در این کتاب می‌توان گفت که تمامی آن‌ها از یک شیوه، یک فرم، و یک قانون ترسیمی تبعیت می‌کنند. گرچه اختلافاتی در جزئیات وجود دارد، ولی تمام این نگاره‌ها با هم هماهنگ هستند و چه از لحاظ هنری و چه از لحاظ کاربردی رو به یک سمت در حرکت‌اند.

تنوع: در عین هماهنگی تمام تصاویر با هم، یک تنوع تصویری در کل مجموعه دیده می‌شود که باعث جذابیت بصری شده است.

تعادل: دستیابی به تعادل از راه‌های متفاوتی امکان‌پذیر است. «تقارن ساده‌ترین و دست‌یاب‌ترین نوع تعادل است؛ و جذابیتی خودزا دارد که یقیناً ناشی از تقارن طبیعی در دو جانب بدن انسان است» (فلدمن ۱۳۸۸: ۲۷۴-۲۷۵). درک چنین تعادلی بسیار آسان خواهد بود، چه به‌صورت قرینه و یا غیرقرینه.

تقارن: یکی از اصول و موازین آثار هنری ایران وجود تقارن است که به یک اثر ارزش هنری می‌داده است. همان‌گونه‌که در معماری، نقاشی، ظروف، و دیگر هنرها قرینه‌سازی دیده

سنت تصویری سازه‌های مهندسی در تمدن و هنر اسلامی (مریم کامیار و زهره اسدی) ۹۷

می‌شود، در سازه‌های فنی مهندسی جزری نیز از این شیوه استفاده شده است. این قرینگی نه تنها در کل اثر، بلکه در جزئیات دستگاه‌ها نیز وجود دارد.^۲

جدول ۱. عملکرد عناصر هنری حاکم
در نگاره‌های انتقال آب کتاب الحیل جزری

اجزای موردبررسی در تصویر	عنصر حیوانی: الاغ و گاو	عنصر طبیعی: آب	عنصر فنی: سازه مکانیکی شامل آب گیر و قطعات
خط	خطوط منحنی و نرم برای نمایش فرم بدن و خطوط کناره‌نما	به صورت چند خط موج	خطوط منحنی و راست جهت نمایش سازه و خطوط کناره‌نما
رنگ	تخت، جسمی، لکه گذاری، رنگ بدن از رنگ پس زمینه کاغذ، دورگیری مشکی یا قهوه‌ای	تخت، جسمی، خطوط موج با رنگ آبی تیره یا سیاه بر روی زمینه‌ای به رنگ آبی تیره یا آبی روشن	تخت، جسمی، دورگیری مشکی و رنگی
ژرف‌نمایی	ژرف‌نمایی ساده و ابتدایی با پنهان کردن بدن پشت قطعات و یا کوتاه کردن طول بدن و نوع نمایش سم در پاها	-	ژرف‌نمایی ساده و ابتدایی

منبع: نگارندگان

جدول ۲. کتاب‌آرایی نگاره‌های انتقال آب
کتاب الحیل جزری

عمودی	ساختار تصاویر
عمودی	جای‌گیری در صفحه
تک‌نگاره در یک صفحه	قرارگیری متن و تصویر
از روبه‌رو	زاویه دید
متقارن	تعادل در صفحه

منبع: نگارندگان

۶. نتیجه‌گیری

فرم و ساختار در تصاویر کتاب جزری بررسی شده است که شامل اصول کیفی حاکم و عناصر هنری حاکم است. نتایج موضوع و شمایل یا این موضوع که نگاره چه چیزی را به تصویر می‌کشد نیز مورد مطالعه قرار گرفته است.

شرح اطلاعات پایه و بررسی فرم و ساختار تصاویر نشان می‌دهد که تصویرنگاری و اصول کیفی هنری تصاویر سازه‌های مهندسی در تمدن و هنر اسلامی دارای نظام خاصی است که از نظام هنری ایران تبعیت می‌کند. نگاره‌ها علاوه بر ارزش هنری، تصاویر ارزش‌مندی هستند که در ارائه و شناخت وسایل مکانیکی عصر خود موفق بوده‌اند.

در سازه‌هایی که جزری طراحی کرده، وجود نوعی نزدیکی، هماهنگی، و حتی آمیختگی هنر و فن دیده می‌شود. وی به قوانین طرح، اندازه، هماهنگی عناصر، و معیارهای زیبایی‌شناختی آشنا بوده و آن‌ها را در دستگاه‌های مکانیکی پیاده کرده است. در برخی از این نگاره‌های صنعتی تصاویری وجود دارد که آمیختگی هنر و فن در آن چنان است که در بررسی اولیه تنها وجه هنری تصویر دیده می‌شود. در این نگاره‌ها گفتن این نکته که این یک دستگاه مکانیکی و برای استفاده در موردی خاص است کمی مشکل به نظر می‌رسد. هم‌چنین، نگاره‌ها به لحاظ محتوایی، یعنی میزان موفقیت نگاره جهت کمک به درک چیدمان دستگاه و عملکرد آن نیز مورد مطالعه قرار گرفته است و وجود تصاویر در توضیح متن مورد توجه است. از وجهی دیگر، زبان کتاب توانسته است تعلق به زمان و مکان را بشکند و از مرز فرهنگ جوامع مختلف بگذرد و تا امروز به عنوان یک اثر فنی - مهندسی با تصویرسازی علمی خود را معرفی کند و مورد استفاده قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها

۱. استاد مهندسی مکانیک و استاد افتخاری دانشکده علوم انسانی دانشگاه منچستر، رئیس بنیاد علم، فناوری و تمدن (FSTC).
۲. همانندی دقیق شکل‌ها و پیکربندی‌ها در دو سوی یک خط یا یک سطح جداکننده، و یا در طرفین یک مرکز یا محور. غالباً، تقارن در محور عمودی بارزتر از تقارن در محور افقی است (پاکباز ۱۳۷۸: ۱۶۵).

کتاب‌نامه

احمدی، بابک (۱۳۹۱)، *حقیقت و زیبایی: درس‌های فلسفه هنر*، تهران: مرکز.

پاکباز، روئین (۱۳۸۹)، *دایرةالمعارف هنر*، تهران: فرهنگ معاصر.

جنسن، چارلز (۱۳۸۴)، *تجزیه و تحلیل آثار هنرهای تجسمی*، ترجمه بتی آواکیان، تهران: سمت.

حداد عادل، غلامعلی (۱۳۸۵)، *دانش‌نامه جهان اسلام*، ج ۱۰، تهران: بنیاد دایرةالمعارف اسلامی.

حداد عادل، غلامعلی (۱۳۸۹)، *دانش‌نامه جهان اسلام*، ج ۱۴، تهران: بنیاد دایرةالمعارف اسلامی.

عکاشه، ثروت (۱۳۸۰)، *نگارگری اسلامی*، ترجمه غلامرضا تهامی، تهران: سوره مهر.

فلدمن، ادموند بورک (۱۳۸۸)، *تنوع تجارب تجسمی*، ترجمه پرویز مرزبان، تهران: سروش.

ناطق، محمدجواد و دیگران (۱۳۸۰)، *مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی*، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

یوسف حسن، احمد و دانالد هیل (۱۳۷۵)، *تاریخ مصور تکنولوژی*، ترجمه ناصر موفقیان، تهران: علمی و فرهنگی.

Al-Hassani, Salim (1402/9/14), "Al-Jazari's Third Water-Raising Device: Analysis of its Mathematical and Mechanical Principles", Muslim Heritage, Science, 2008, <<https://muslimheritage.com/al-jazaris-third-water-raising-device-analysis-of-its-mathematical-and-mechanical-principles/>>.

The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices- Ebuliz (1394/02/20), <<http://ebuliz.com/ebuliz22.swf>>.

