University of Sistan and Baluchestan

Journal of Historical Researches of Iran and Islam

Print ISSN: 2345 - 2099
Online ISSN: 2717 - 2953

A Comparative Study of Water-Lifting Technology in Mankali's Kitāb Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb With al-Jazarī's Al-Jāmi'bayn al-'Ilm wa al-'Amal al-Nāfi' fī Ṣinā'at al-Ḥiyal

Sajjad Sarboluki[1] **Iraj Niksereshtt**[2]

1.(Corresponding Author) PhD student, Institute of History of Science, University of Tehran. *sinasarbluki@gmil.com*.
2.Associate Professor, Institute of History of Science, University of Tehran. *niksereshtt@ut.ac.ir*.

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:
Received: 16April 2025
Received in revised form:8Julay 2025
Accepted:21Julay2025
Published online: 6August 2025

Key word:

Water drainage,
Water-Lifting
Irrigation technology,
Muḥammad Ibn Mankalī,
Kitāb Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb,
Badīʿ az-Zaman Abu l-ʿIzz ibn Ismāʿīl ibn ar-Razāz al-Jazarī

Extended Abstract

Abstract

Although some of the ideas contained in mechanical and engineering works had roots in the Far East, India, and ancient Iran, technology and mechanics in the Islamic world drew most of their inspiration from ancient Greece. Given the importance and efficiency of irrigation devices, translating Greek works was the most effective way to obtain such equipment. With the support of the ruling authorities in various parts of the Islamic world, craftsmen, often lacking academic education, began to build and operate the devices. Along with the expansion and rise of science and technology in the Golden Age of Islam, great scientists such as Benoumousi, AL-Jazari, AL-Esfazari, AL-Rased Damashki, etc. took steps to improve Greco-Roman devices and invent equipment with greater power and efficiency, and with automatic and self-contained operation. To understand the extent to which these scientists were influenced by the technical knowledge of their predecessors, the best way is to compare their equipment with that of Greek books translated into Arabic. The book Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb can be an example of a translation of Greek technology books, in which the eleventh section discusses the construction and use of a number of irrigation devices. In this article, we intend to compare the rinsing devices of the version of Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb, translated by Ibn Mankali (778 AH/1376 AD), with the rinsing devices of Al-Jami' bin al-'ilm and al-'amal al-nafi' fi sana' Al-Ḥiyal by AL-Jazari, and to examine the devices of Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb, and to examine the influence of Greek technological texts on the works of Islamic civilization on the science of Al-Ḥiyal.

Introduction

As the borders of Islam expanded and relations between tribes and governments became more complex, the advancement of military technologies became mandatory for Muslims. Muslim scholars had to

obtain tools such as catapults, slings, oil tankers, warships, well wheels, etc. for use in wars by any means. Translating Greek works was the most effective way to obtain such equipment. A copy of Al-Ḥiyal Fi Al-Huroub, on the subject of "Technology in Wars", was discovered in the tomb of Alexander the Great in Egypt and was translated from Greek into Arabic by Muhammad ibn Mahmoud Ibn Mankalī al-Nasiri (778 AH - 1376 AD) - during the reign of Sultan al-Sharaf Shaaban ibn Hussein ibn Sultan Muhammad ibn Qalaa'un, one of the Mamluk rulers.

Material & Methods

In this article, we examine the eleventh chapter of *Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb*, entitled *"On the Construction and Excavation of Ditches and Tunnels."* This chapter presents detailed descriptions and illustrations of several well wheels and water-lifting (or water-draining) devices. To gain a deeper understanding of these mechanisms, we compare the irrigation and well-lifting technologies described in Ibn Mankalīs *Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb* with those found in al-Jazarī's *Al-Jāmi' bayn al-'Ilm wa al-'Amal al-Nāfi' fī Ṣinā'at al-Ḥiyal*. This comparative analysis seeks to clarify the mechanical principles underlying these devices and to assess the influence of earlier engineering traditions on the science of *al-ḥiyal* (mechanical engineering) during the Islamic period.In this article, we intend to examine the eleventh chapter of the book Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb, entitled "Creating and Digging Ditches and Tunnels," which describes the method of constructing a number of well wheels and water-draining devices with acceptable quality images. In the course of this research, to gain a clearer understanding of this subject, we compare the irrigation devices and well wheels described in Ibn Mankalī's *Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb* with those found in al-Jazarī's *Al-Jāmi' bayn al-'Ilm wa al-'Amal al-Nāfi' fī Ṣinā'at al-Ḥiyal*. This comparison aims to examine the mechanisms of these devices and to assess the extent to which earlier works influenced the science of *al-ḥiyal* (mechanical engineering) during the Islamic period.

Discussion of Results

The comparison between the water-lifting devices and well wheels in Ibn Mankalī'sAl-Ḥiyal fī al-Ḥurūb and al-Jazarī's Al-Jāmi' bayn al-'Ilm wa al-'Amal al-Nāfi' fī Ṣinā'at al-Ḥiyal reveals both notable differences and striking similarities in their technological approaches. The watering devices described in Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb are primarily logistical and support equipment designed for military purposes, such as rapidly providing water to troops and livestock. Consequently, these devices generally feature simple mechanical combinations of basic components—wheels and axles, levers, pulleys, wedges,

screws, and inclined planes—so they could be quickly assembled and used during warfare.

In contrast, the water-lifting mechanisms in al-Jazarī's treatise are complex technological systems capable of manually or semi-automatically extracting large volumes of water for domestic use or irrigation. While their operation is conceptually straightforward, their design and construction require knowledge of mathematics and geometry. Some of these devices minimize the need for continuous human operation through the use of automatic motion driven by water flow (such as paddle wheels or propellers) or animal power.

There is no conclusive evidence that all of al-Jazarī's devices were practically constructed in his time; some may have been theoretical exercises in design, calculation, and mechanical innovation. By contrast, the devices described in Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb are entirely practical and realistic, devoid of theoretical elaborations, generalizations, or explanations of mechanical advantages. They were clearly intended for immediate military application.

Another difference is the organization of the material Ibn Mankalī'sdoes not follow a specific order in describing his devices, while al-Jazarī systematically presents irrigation mechanisms from simple to complex, in both structure and degree of automation.

Despite these differences, several key similarities emerge:

Both works share a significant reliance on common mechanical elements—levers, wheels and axles, inclined planes, wedges, pulleys, bolts and nuts, and gears—and similar ways of combining them. A comparative review suggests that Islamic engineers, particularly al-Jazarī, drew heavily upon the mechanical traditions of Greek and Roman scholars such as Archimedes and Hero in designing and improving irrigation and drainage technologies.

Both authors describe the use of similar materials for construction. Components such as axles, chains, beams, and connecting pins are often specified as being made of iron or steel; other structural parts are wooden, and ropes or cords are made from fibrous materials. Buckets are recommended to be made of copper. These shared material specifications suggest a common technical heritage in the design of irrigation systems.

The determination of specific water depths and installation sites is another point of similarity. In both works, the depth and height of water in the systems are precisely defined, and the location of devices—such as water reservoirs or shallow wells—is clearly specified, reflecting an empirical understanding of hydraulic conditions.

However, a major challenge in comparing Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb with later Islamic technological texts lies in its technical vocabulary. The extant translation of Ibn Mankalī's work was produced several centuries after the composition of al-Jazarī, al-Isfazārī, and al-Rāzī's treatises. Although this later terminology helps modern readers

visualize the technological environment of earlier periods, it introduces a chronological gap that complicates historical analysis, particularly in tracing the continuity of mechanical concepts from Greek to Islamic traditions.

Conclusions

From the comparative study of these two works, it can be concluded that no fundamental transformation occurred in the basic components and mechanisms of irrigation technology between Ibn Mankalī's and al-Jazarī's eras. Nevertheless, the creativity and ingenuity of scholars such as al-Jazarī and al-Isfazārī in adapting, combining, and improving upon Greek and Roman devices are undeniable.

Just as al-Battānī advanced upon Greek astronomy without overturning Ptolemaic principles, Muslim engineers of the Islamic Golden Age built upon the foundations laid by earlier Greek scientists like Archimedes. What truly distinguished Islamic thinkers, however, was their pursuit of automatic control and their efforts to systematize and mechanize processes with greater precision.

Moreover, the experimental approach evident in the works of engineers such as al-Khāzinī and al-Jazarī represents an important step toward the mathematization of mechanics—an essential precursor to later developments in Renaissance science. Although Islamic scientists did not achieve the same level of experimental sophistication as their European successors, their work significantly advanced practical mechanics.

Reference

Abattouy, M. 2008. "The Arabic Science of Weights ('Ilm al-Athkāl): Textual Tradition and Significance in the History of Mechanics" in Calvo, E. et al. eds. A Shared Legacy – Islamic Science East and West. Barcelona: Universitat de Barcelona, 83–116.

Abattouy, M. 2016. "The Corpus of Mechanics of al-Isfizārī: Its Structure and Signification in the Context of Arabic Mechanics" Micrologus 24: 121–69.

Abdul Aziz, Nabil Muhammad (2000). *Al-Hail fi al-Huroub wa Fatah al-Mada'in wa Hifz al-Drub, Tashahh al-Hail fi al-Huroub Ibn Mankali,* Dar al-Kutb al-Masriya Library in Cairo, Chapter 2.7.[in persian]

Abdul Al-Aal, Hammad Ibrahim, (2021 AD). Al-Frosiya al-Mamlukiya manuscripts, decorated with pictures, "Kitab Al-Makhzun Jame Al-Funun Amidhod" (875 AH/ 1470 AD) (Alexandria Scientific Periodical, Alexandria, Egypt: Alexandria Library, Ablahath Al-Akadiem Sector, Al-Arab Memory Project.[in persian]

Akrami, Ayub (2010)."A Comparative Study of the Classifications of Sciences in Islamic Civilization" Marafat.151,19,71-88.[in persian]

Ali Rafiei Allameh (1373). "Classification of sciences in the Islamic world" Farhang Bahar, 13, 110-127.[in persian]

Banu Musa, Ahmad bin Musa (1981 AD*). Al-Hail. Edited and edited by: Hassan*, Ahmad Yusuf, Khayata, Muhammad Ali, Mustafa

Ta'mari, Aleppo University. Arab Scientific Heritage Institute, Aleppo, Syria.[in persian]

Canavas, Constantin, (2022*). AUTOMATA AND BALANCES, Brentjes, Sonja, ROUTLEDGE HANDBOOK ON THE SCIENCES IN ISLAMICATE SOCIETIES,* Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business (113-129).Encyclopedia of the history of Arabic science, ed. Roshdi Rashed, London: Routledge, 1996, s.v.

Fakhr Mudabbar, Muhammad ibn Mansur. (1346). Adab al-Harb wal-Shuja'ah, by the efforts of Ahmad Suhaili Khansari, Tehran, Iqbal.[in persian]

Fakehi, Zayn al-Din Ubayd al-Qadir. (8th century). Al-Sa'i al-Mahmoud in the arrangement of the armies. [in persian]

Ghaedan, Asghar (2019). "Military Historiography of the Islamic Era from the Beginning to the End of the Mamluk Era (648-923 AD)", Scientific Quarterly of the Journal of Islamic Studies, Year 9, No. 33, Pages (5-28).[in persian]

Ghafrani, Ali and Nikserasht, Iraj and Nazari, Saeed (2012). "The Science of Al-Hail in the Classification of Sciences in Islam: Research and Study of the Fountains", Quarterly Journal of Studies in the History and Civilization of Islamic Nations, Year 1, 2, pp. 75-99.[in persian]

Hill, Donalds (1983). "Mechanical Engineering Among Muslims", M: Masoumi Hamedani, Danesh Publishing, 3, 4.[in persian]

Hill, Donalds (1991). "Arabic Mechanical Engineering. Survey of the Historical Sources," Arabic Sciences and Philosophy 1: 167–86.

Honke, Sigrid (1990*). Islamic Culture in Europe, translated by Morteza Dehbani*, Islamic Culture Publishing, Tehran. [in persian]

Hosseini, Amirhossein. (2020). "*An Examination of the Historical Evolution of the Concept of Farmer; From Aristocratic Landowner to Agricultural Villager (From Antiquity to the Sixth Century Hijri)*". *Journal of Historical Research of Iran and Islam, (26)14, 73-91*. [in persian]

Hosseini, Seyyed Reza and Zakawat, Sahar. (1400). "A Comparative Study of the Role of the Catapult in the Comprehensive Edition of the Ilkhanid Chronicles with the Scientific Mechanism of the Tool in Scientific Sources". History of Science, 19(2), 377-412.[in persian]

Ibn Khalqan, Ahmad Ibn Muhammad (1364), "Deaths of the Nobles and Anba' of the Sons of Time"3, Qom, Al-Sharif Razi.[in persian]

Ibn Mankali, Muhammad ibn Mahmoud (787 AH). *Al-Hail fi al-Hroob, edition* no. 14055, British Museum, 148 pages, 158 pages.[in persian]

Ibn Mankali, Muhammad bin Mahmud (1409 AH/1988 AD*). Al-Adalah al-Asamifi fi al-Taabi al-Harbi*, research by Mahmoud Shit Khattab, Baghdad, Al-Majma Al-Iraqi Press.[in Arabic]

Ibn Nadim, Muhammad Ibn Ishaq (377 AH). *Al-Fahrest Vol. Al-Awwal, Ibrahim Ramadan*, Dar al-Marfa'a Beirut, Lebanon.[in Arabic]

Ibn Nadim, Muhammad Ibn Ishaq. (1381*). Al-Fahrest, by the efforts of Reza Todajd*, Tehran: Asatir. [in persian]

Jazari, Abul-Ezz Ismail (1380*), Al-Jami' Bin al-Ilm and Al-Amal al-Nafi' fi Sana' al-Hayl*, edited by Ahmad Yusuf Hassan, Al-Jami' al-Halab. .[in Arabic]

Jazari, Abul-Ezz Ismail (1990*). Theoretical and Practical Foundations of Mechanical Engineering in Islamic Civilization (Al-Jami' Bin-al-Ilm al-Amal al-Nafi fi Sana' al-Hail),* translated by Mohammad Javad Natiq, Tehran, pp. 43-41.[in persian]

Kateb Al-Kharazmi, Muhammad ibn Ahmad ibn Yusuf (1362). *Mafatih al-Uloom*, Center for Scientific and Cultural Publications, Tehran. [in persian]

Karamati, Yunus (1402*). Mathematics and its branches and branches in ancient classifications of science: from the beginning to the tenth century of the lunar calendar*, bi-quarterly magazine of Mathematical Culture and Thought, 2,42, p. 168.[in persian]

Khanikoff ،N.(1860). "Analysis and Extracts of Books of the Balance of Wisdom ،an Arabic Work on the Water-Balance Written by Al-Khâzinî in the Twelfth Century" Journal of American Oriental Society،vol.1 (40-53).

Khaza'ili Najafabadi, Mohammad Baqir and Montazeri, Asghar (1998*). Critique and Study of the Classification of Sciences in Islamic Civilization with Emphasis on the Role of Iranians (3rd to 11th Centuries of the Lunar Calendar),* Isfahan: Hawza and University Research Center. [in persian]

Khazeni, Abul-Fath Abd al-Rahman (1967). *Mizan al-Hikmah*, with the efforts of Modarres Razavi, Iranian Cultural Foundation Publications, Davarpanah Printing House, Tehran. [in persian]

Nategh, Muhammad Jawad (2010). "Khazni Abd al-Rahman (Khazni's achievements in the science of mechanics)" Encyclopedia of the Islamic World. Vol. 14, pp. 633 to 637.[in persian]

Nategh, Muhammad Jawad (2014). "A means of drawing water from running water or a well" Encyclopedia of the Islamic World, Vol. 11, Charkhab, 805-810. [in persian]

Nategh, Mohammad Javad and Ghasemlou, Farid (2014). *Under* "*Bannu Musa". Encyclopedia of the World of Islam*, Vol. 4.[in persian]

Nategh, Mohammad Javad. Karimi, Mustafa (2014). "Investigating the Authenticity of Persian Versions of Jarsaghil" History of Science, Vol. 1, pp. 95-113. [in persian]

NikSeresht, Iraj and Nazari, Saeed (2015). *Science of the Trick in the Decline of Islamic Civilization: Correction and Review of the Fountains Section of "Al-Targ al-Sunniyyah fi al-Atal al-Ruhaniyyah,*

Quarterly Journal of Islamic History and Civilization, Vol. 6, 20, pp. 71-98.[in persian]

Rased Al-Dimashqi, Taqi Al-Din Ibn Ma'rouf (1976). *Manuscript of Sunni Methods in Spiritual Instruments (Part Two of the Book of Taqi Al-Din and Arabic Mechanical Engineering).* University of Aleppo, Surba. .[in Arabic]

Raheili, Suleiman (1900). "The Tricks of War by Ibn Mankali", Al-Tawbah Library for Publication and Publishing. [in persian]

Rahmati, Mohsen. (2018). "*Strengthening and Developing the Khwarazmian State during the Reign of Atsiz (522-551 AH)*", Journal *of Historical Research of Iran and Islam, (23)12, 105-126.* [in persian]

Rousseau, Pierre Jean Baptiste (1999). *History of the Sciences*, translated by Hassan Saffari, Tehran; Amir Kabir. [in persian]

Schriwer, Charlotte, (2022). *WATER AND TECHNOLOGY IN THE ISLAMICATE WORLD*, Brentjes, Sonja, ROUTLEDGE HANDBOOK ON THE SCIENCES IN ISLAMICATE SOCIETIES, Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business (523-537).

Termanini, Abdul Salam (2006). *Events in the History of Islam*, translated by: a group of researchers supervised by Seyyed Ali Reza Vas'i, first edition, Islamic Sciences and Culture Research Institute. [in Arabic]

Tusi, Muhammad ibn Muhammad ibn Hassan (1977). *Nasseri Ethics*, Researcher: Mojtaba Minovi and Alireza Heydari, Tehran: Kharazmi Publications. [in persian]

Yaghubi, Ahmad ibn Ishaq (1960*). History of Yaqubi*, Darsar, Beirut. .[in Arabic]

Cite this article: **Sarboluki Sajjad & Niksereshт Iraj** (2025). ***A Comparative Study of Water-Lifting Technology in Mankali's Kitāb Al-Ḥiyal fī al-Ḥurūb With al-Jazarī's Al-Jāmi' bayn al-'Ilm wa al-'Amal al-Nāfi' fī Ṣinā'at al-Ḥiyal.*** Journal of Historical Researches of Iran and Islam, vol 19, No.35. Pages 85-127.

DOI. 10.22111/jhr.2025.50391.3740

© The Author: **Sajjad Sarboluki& Iraj Niksereshт**
Publisher: University of Sistan and Baluchestan

پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۲۰۹۹
شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۹۵۳

مطالعه تطبیقی فناوری‌های آب‌کشی (انباط المیاه)در کتاب الحیل فی الحروب ابن منکلی و کتاب الجامع بین‌العلم والعمل النافع فی صناعه الحیل جزری

سجاد سربلوکی [۱] **ایرج نیک‌سرشت** [۲]

۱.(نویسنده مسئول) دانشجوی دکتری،پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: akbari_39@yahoo.com

۲.دانشیار، پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه niksheresht@ut.ac.ir sinasarbluki@gmil.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۱/۲۷
تاریخ بازنگری:۱۴۰۴/۰۴/۱۷
تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۴/۳۰
تاریخ انتشار:۱۴۰۳/۰۵/۱۵

واژه‌های کلیدی:
انباط المیاه،
فناوری آب‌کشی،
محمد بن منکلی،
کتاب الحیل فی الحروب،
الجامع بین‌العلم والعمل،
النافع فی صناعه الحیل،
اسماعیل‌بن‌رزاز جزری.

چکیده

گرچه برخی از اندیشه‌های موجود در آثار مکانیکی و مهندسی ریشه در شرق دور و هند و ایران باستان داشت، اما فناوری و مکانیک در جهان اسلام بیشترین جان‌مایه خود را از یونان باستان می‌گرفت. با توجه به اهمیت و کارایی دستگاه‌های آبکشی، ترجمه آثار یونانی مؤثرترین مسیر برای دست‌یابی به چنین تجهیزاتی بود. با حمایت دستگاه‌های حاکم در اقصا نقاط جهان اسلام، صنعتگرانی که غالباً سواد آکادمیک نداشتند به ساخت و بکار گیری دستگاه‌ها پرداختند. همراه با گسترش و اوج‌گیری علم و فناوری در دوره طلایی اسلام، دانشمندان بزرگی همچون بنوموسی و جزری و اسفزاری و راصد دمشقی و ... اقدام به ارتقاء دستگاه‌های یونانی–رومی و ابداع تجهیزات باقدرت و کارایی بیشتر و با عملکرد اتومات و خودکار نمودند. برای فهم میزان تأثیرپذیری این دانشمندان از دانش فنی پیشینیان بهترین مسیر مقایسه تجهیزات آن‌ها با تجهیزات کتاب‌های یونانی ترجمه‌شده به عربی است. کتاب *الحیل فی الحروب* می‌تواند نمونه‌ای از ترجمه‌ی کتاب‌های فناوری یونانی باشد که در بخش یازدهم آن به ساخت و استفاده از تعدادی دستگاه آبکشی پرداخته‌شده است. در این نوشتار قصد داریم با مقایسه دستگاه‌های آبکشی نسخه *الحیل فی الحروب ترجمه* ابن منکلی (۷۷۸ قمری/۱۳۷۶ میلادی) با دستگاه‌های آبکشی کتاب *الجامع بین‌العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل* جزری، ضمن بررسی دستگاه‌های کتاب *الحیل فی الحروب*، تأثیر متون فناورانه ی یونانی با آثار علم الحیل تمدن اسلامی را بررسی نمائیم.

استناد: سربلوکی، سجاد و نیک سرشت، ایرج (۱۴۰۴) ، ***مطالعه تطبیقی فناوری‌های آب‌کشی (انباط المیاه)در کتاب الحیل فی الحروب ابن منکلی و کتاب الجامع بین‌العلم والعمل النافع فی صناعه الحیل جزری***، *پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام*،بهار و تابستان،، دوره ۱۹. شماره ۳۶، ص۸۵-۱۲۷.

DOI. 10.22111/jhr.2025.50391.3740

© نویسندگان . **سجاد سربلوکی و ایرج نیک‌سرشت**

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۲۰۹۹
شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۹۵۳
پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام، دوره ۱۹، شماره ۳۶، بهار و تابستان ۱۴۰۴

مقدمه

با گسترده شدن مرزهای اسلام و پیچیده شدن روابط بین اقوام و حکومت‌ها، پیشرفت فناوری‌های نظامی برای مسلمانان الزامی شد. اندیشمندان مسلمان باید به هر طریق به ابزارهایی همچون منجنیق، دبابیون، نفت انداز، کشتی جنگی، چرخ های چاه و... برای استفاده در جنگ‌ها دست پیدا می‌کردند. ترجمه آثار یونانی مؤثرترین مسیر برای دست‌یابی به چنین تجهیزاتی بود[1](هیل، ۱۳۶۲، ۴). نسخه *الحیل فی الحروب* با موضوع «فناوری در جنگ‌ها» از مقبره اسکندر مقدونی در مصر کشف‌شده و به دست محمد بن محمود منکلی الناصری (۷۷۸ قمری- ۱۳۷۶ میلادی) - عهد سلطان الا شرف شعبان بن حسین بن سلطان محمد بن قلاوون از حکام ممالیک- از یونانی به عربی ترجمه گردیده است (عبدالعزیز،۲۰۰۰، ۵). در شروع نسخه آمده است که: این کتاب فناوری جنگ‌ها و فتح مداین، حفظ و نگاهداشت راه‌ها از دستور ذوالقرنین اسکندر فرزند فیلیپس یونانی است که در دیماس اسکندریه در میان دوتخته سنگ (دو سنگ روی‌هم) به زبان یونانی نوشته‌شده است، یافت شد. از اطلاعات این کتاب در جنگ‌های گوناگون، ترفندها، استراتژیک‌های جنگی، فناوری‌های جنگی دشمن و نیز مقابله با فریب و طرح‌های دشمن در تمام تجهیزات جنگی سود جست (ابن منکلی، ۷۷۸،۱ پ).

گرچه تحقیقاتی در خصوص دستگاه‌های آبکشی دانشمندان اسلامی صورت پذیرفته است مثل مقاله «معرفی و نقد کتاب: انباط المیاه الحفیه؛ ابوبکر محمد بن الحسن الحاسب الکرجی» از رحمت‌الله استوار و مقاله «وسیله‌ای‌برای‌آب‌کِشی‌از آبِ جاری‌یا چاهِ آبمان» از محمدجواد ناطق ویا تلاشی که محمدجواد ناطق و همکارانش برای ترجمه و تشحیذ کتاب *مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی* صورت داده‌اند؛ اما تاکنون نه در خصوص کتاب *الحیل فی الحروب* و نه در خصوص مقایسه آثار فناورانه ی دوره اسلامی با آثار یونانی تحقیق پژوهشی صورت نپذیرفته است.

در این نوشتار قصد داریم باب یازدهم کتاب الحیل فی الحروب با عنوان «ایجاد و حفر خندق و تونل» را که طریقه ساخت تعدادی چرخ چاه و ادوات آبکشی با تصاویری باکیفیتِ قابل قبولی آورده شده را مورد بررسی قرار دهیم. در مسیر این تحقیق برای فهم بهتر این بخش به مقایسه دستگاه‌های آبکشی و چرخ های چاه کتاب الحیل فی الحروب ابن منکلی با دستگاه‌های کتاب الجامع بین‌العلم والعمل النافع فی صناعۀ الحیل جزری، می‌پردازیم تا ضمن بررسی عملکرد دستگاه‌های این کتاب به میزان تأثیر متون باستانی بر علم الحیل دوره اسلامی هم پی ببریم.

پیشینه شرق شناسانه علم الحیل در جهان اسلام

پژوهش‌هایی که در زمینه فناوری دوره اسلامی صورت پذیرفته ناچیز است و همچنین بسیاری از نسخ یونانی در این زمینه از بین رفته است (هیل،۱۳۶۲: ۱۱). بیشترین سهم چنین تحقیقاتی توسط شرق شناسان غربی صورت پذیرفت. تحقیقات علمی شرق شناسان در مورد علم الحیل تمدن اسلام در چند مرحله مختلف صورت گرفت.

نخستین مرحله در پایان قرن ۱۹ میلادی بود که محققانی چون برنارد کارا دو وو (Bernard Carra de Vaux) (۱۸۶۷–۱۹۵۳ میلادی) به دنبال نسخ خطی عربی افتادند که ردپایی از متون علمی گمشده یونانی را در برداشت. مثلاً کارا نسخه‌های مکانیک هرون اسکندرانی (Hero) (۶۰ میلادی) را در سال ۱۸۹۴ میلادی و پنوماتیک فیلون بوزنطی (Philo of Byzantium’s) (ح ۲۸۰ تا ۲۲۰ پ میلادی) را در سال ۱۹۰۳ میلادی، جمع‌آوری، مطالعه، ویرایش و به زبان عربی ترجمه کرده است(canavas,2022,115-118) . خانیکف سرکنسول روسیۀ تزاری در سال ۱۸۵۷ میلادی در شهر تبریز منتخباتی از متن عربی میزان الحکمه خازنی را همراه با ترجمۀ فرانسه به انجمن شرق‌شناسی آمریکا فرستاد. انجمن موصوف در ۱۸۶۰ میلادی متن عربی را به همراه ترجمۀ انگلیسی شرح خانیکف منتشر کرد (خازنی،۱۳۴۶، ید؛Khanikoff,1860, 40-53).

مرحله دوم پژوهش‌های فناوری–محور عمدتاً توسط ویدمان (Eilhard Wiedemann) (۱۹۲۸–۱۸۵۲ میلادی)، استاد فیزیک در دانشگاه ارلانگن (Erlangen) آلمان انجام شد. ویدمان با کمک دانشمندان عرب تعداد زیادی ترجمه از متون عربی در زمینه فیزیک نظری (ازجمله موضوعات ترازو، اهرم و قرسطون و ترازو با بازوهای نابرابر) و سایر فناوری‌ها (ازجمله قطب‌نما،

آینه و دستگاه‌های کنترل خودکار) و همچنین ریاضیات، کیمیاگری، پزشکی و سایر رشته‌های علوم و فنون دوره طلایی اسلامی را منتشر نمود. مقالات وی در مجموعه‌هایی مانند «جلسات انجمن فیزیکی-پزشکی» در اِرلانگن (Sitzungen der Physikalisch-medizinischen Sozietät- Erlangen)یا رساله‌هایی از «آکادمی امپراتوری لئوپولدینو-کارولینی آلمان» در ناتورفرچر (Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie- Naturforscher) منتشر شد. ویدمان با پیروی از سنت شرق‌شناسی متداول زمانه‌ی خویش، تداوم دوره هلنیستی و اواخر دوران باستان یونانی-رومی را در متون عربی جویا می‌شد، مثلاً متونِ ساعت‌های آبی ارشمیدس (م ۲۱۲ پ میلاد) و هرون اسکندرانی و سایر نویسندگان مشهور را به نمایش گذاشت. فردریش هاوزر (Friedrich Hauser's) (۱۹۵۸-۱۸۸۳ میلادی) نیز در این مرحله در زمینه بازسازی عملکرد دستگاه‌های کتاب الحیل بنو موسی، مطالعات ارزشمندی را به زبان آلمانی به عمل آورد. اما مهم‌ترین سهم به کار در مورد جزری توسط ویدمان با همکاری فریتز هاوزر (۱۸۵۲-۱۹۲۸ میلادی) بازمی‌گردد (canavas,2022,115-118 ؛ جزری، ۱۳۸۰، ۶۴).

مرحله سوم از تحقیقات در خصوص دستگاه‌های کنترل خودکار در متون کهن عربی در حدود نیمه اول قرن ۲۰ میلادی توسط تاریخ‌نگاران بخش هنر آغاز شد. آن‌ها به تصویرسازی نسخه‌های خطی عربی به‌خصوص متون بنوموسی و جزری علاقه‌مند شده بودند. متأسفانه، برگه‌های حاوی تصاویر متون منتشرشده موردتوجه مورخان هنری، پیش‌تر توسط مجموعه‌داران، بازرگانان و سارقان هنری غرب یا خاورمیانه از نسخه‌های خطی مربوطه جداشده بودند. این برگه‌ها درنهایت راه خود را به مجموعه‌ها، گالری‌ها و موزه‌ها، اروپای غربی و ایالات‌متحده پیدا کردند، درحالی‌که اصل نسخه‌ها به شکل مثله شده در کتابخانه‌هایی مانند کتابخانه کاخ توپکاپی(Topkapı) یا ایاصوفیه (Hagia Sophia) در استانبول باقی‌مانده بودند. بااین‌حال غالب نسخه‌های خطی عربی سالم یا مثله شده، ثبت و گردآوری و به انگلیسی ترجمه شدند (canavas,2022,115-118).

مرحله چهارم پژوهش شرق شناسان با واگذاری بورس‌های تحصیلی در راستای نقد نسخه‌های عربی در خصوص مبحث دستگاه‌های کنترل خودکار پژوهش در متون کهن عربی وارد ابعادُ تازه‌ای گردید. در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ میلادی توسط مهندس دونالدز هیل و محققان موسسه تاریخ علوم اسلامی عربی (معهد التراث العلمی العربی) وابسته به دانشگاه حلب سوریه (تأسیس ۱۹۷۶ میلادی) نسخه‌هایی از دستگاه‌های کنترل خودکار، مانند *الحیل* بنو موسی و *الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعۀ الحیل* العزبن اسماعیل جزری تصحیح و ترجمه شد (هیل شخصاً کتاب جزری را به انگلیسی ترجمه و چاپ نمود و این کتاب را به لحاظ طراحی‌ها و شرح‌های فراوان مهندسی درزمینه سوار کردن ابزارها، بی‌نظیر خواند) (جزری،۱۳۸۰، ۵۱). با این تلاش‌ها، پاسخ به ابهاماتی در خصوص پیوندهای احتمالی بین رساله‌های عربی و نسخه‌های پیشین یونانی–رومی (ازجمله ترجمه‌های عربی متون از یونانی که در اواخر دوران باستان تحت عنوان اشخاصی چون هرون اسکندرانی یا فیلون بوزنطی گردآوری و شناخته‌شده بود) میسر شد (جزری،۱۳۸۰، مقدمه هیل). ساخت مدل‌های فیزیکی و متحرک‌سازی و شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی از دستگاه‌های کنترل خودکار توصیف‌شده در رساله‌های بنوموسی و جزری به‌طور فزاینده‌ای توجه پژوهشگران، مؤسسات دانشگاهی و موزه‌ها وب‌سایت‌ها و مؤسساتی همانند «بنیاد علمُ فناوری و تمدن» انگلستان را به خود جلب کرده است. متون عربی در مورد مکانیک از دهه ۱۹۹۰ میلادی بیشتر از مواردی که قبلاً ارائه شد، شناسایی و موردمطالعه قرارگرفته‌اند که هسته اصلی چنی تحقیقاتی موسسه «تاریخ علم ماکس پلانک» در برلین بود. به‌عنوان‌مثال اباطوی (Muhammad Abattouy) فهرستی در سال ۲۰۰۸ میلادی از ۳۵ رساله عربی در مورد مکانیک منتشر نمود که پانزده مورد از آن‌ها عمدتاً مربوط به سوریه و مصر در قرون ۳ تا ۶ قمری (۹–۱۲ میلادی) و بیست‌تایی دیگر مربوط به قرون ۷ تا ۱۳ قمری (۱۳–۱۹ میلادی) بودند (Abattouy,2008, 92-8).

علم الحیل و آثار مهم الحیل در تمدن اسلامی

علم «حیل» عنوان دسته‌ای از علوم کاربردی رایج شامل طراحی، ساخت، کارکرد و کاربرد ابزارها و دستگاه‌های گوناگون مکانیکی در جهان اسلام بخصوص در دوره شکوفایی آن (س ۳ تا ۶ قمری) است. حیل غالباً در متون انگلیسی معادل «مهندسی مکانیک معاصر» ترجمه‌شده و

شامل شاخه‌هایی چون جرّاثقال، بنکامات (ساعت‌ها)، انباط المیاه (انتقال آب)، آلات الحروب، الاوانی المجیبه (جادویی) بوده است (غفرانی و همکاران،۱۳۹۱، ۷۵). علاوه بر این زمینه‌های فناورانه، اصطلاح حیله که در عربی جمع حیل بوده و به‌عنوان یک اصطلاح فنی در تدابیر جنگی استفاده می‌شده است. محمد اباطوی با بررسی‌های ریشه‌های زبان شناخت مدعی می‌شود که اصطلاح حیل به‌طورکلی در متون عربی، نه‌فقط به لحاظ فلسفی بلکه برای نشان دادن شاخه‌های نظری مکانیکی (ریاضی) مورداستفاده قرار می‌گرفته است. به نظر وی درواقع حیل یک سنت مضاعف در ادبیات عرب است که از سویی پیرو مکانیک نظری منصوب به ارسطو و پاپوس است و از سوی دیگری به نحوی پیرو مفهوم حرکت است. اباطوی پیشنهاد می‌کند که کثرت تعدد معانی اصطلاح حیل وابسته به شرایط و دیدگاه‌های خاص هر دوره از تمدن اسلامی بوده است (canavas,2022,113-115). اباطوی تعیین حدود علم الحیل و شاخه‌های آن میان دو دورهٔ اوج علم الحیل در دوره اسلامی (میان این دو اوج‌گیری حدود ۳ قرن فاصله هست)، همواره فی‌مابین دو تعبیر «نیرنگیجات و تردستی: این اصطلاح برای دستگاه های اتومات بیشتر بین مردم عامی که از کارکرد دستگاه بی اطلاع و متعجب بودند، رایج بوده است» در کتاب *الحیل* بنی موسی به‌عنوان دوره اوج اول و «تدبیر، چاره‌اندیشی و طرح نقشه برای رسیدن به هدف» در *الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعه الحیل* جزری (م ۶۰۲ قمری) به‌عنوان دوره اوج دوم در نوسان بوده است. او ریشه‌ی این اختلاف‌نظرها در طبقه‌بندی علم الحیل در دوره اسلامی عمدتاً ناشی از همین اختلاف معناها بوده است (جزری، ۱۳۸۰، مقدمه ؛ غفرانی و همکاران،۱۳۹۱،۷۷؛ Hill,1991,167–86). اباطوی می‌گوید: آثار فی‌مابین زمان این دو نشان می‌دهد که هر جا و هرزمان شرایط مساعد می‌شده است علم الحیل دومرتبه رونق می‌گرفته است. در رساله‌های بنو موسی و جزری صراحتاً به‌اصطلاح حیل در رساله‌های حرکت اشاره‌شده است (canavas,2022,113-115). البته هیل بر این باور است که نام و نشان خود صنعتگران و سازندگان اصلی تجهیزات مکانیکی دوره اسلامی به چند دلیل امکان‌پذیر نیست: ۱- آن‌ها از آوردن راه و رسم کار خود بروی کاغذ ابا داشتند، ۲- به لحاظ فرهنگی تفاوت طبقاتی فی‌مابین محققان

و طراحان دستگاه‌های کنترل خودکار و سازندگان عمدتاً بی‌سواد آن‌ها وجود داشت، ۳- سازندگان دستگاه‌های کنترل خودکار از بیم رقیبان بالقوه از انتقال کتاب‌های مربوطه خودداری می‌نمودند و ترجیح می‌دادند راز و رمز این کار را شفاهاً به فرزندان ذکور خود منتقل نمایند، ۴- ساخت چنین ابزارها و تجهیزاتی تنها به پشتوانه حکما و فرمانروایان علاقه‌مند به فناوری و دستگاه‌های عجیب و پیچیده، امکان‌پذیر بود و این حکام به در انحصار نگه‌داشتن تجهیزات خود تمایل داشتند (هیل: ۱۳۶۲، ۱۱ و ۲)[۲].

کتاب *الحیل* احمد بن موسی بن شاکر (ح ۲۳۶ قمری/۸۵۰ میلادی) نخستین اثر مدون شناخته‌شده درزمینه مکانیک در جهان اسلام به شمار می‌رود که به زبان انگلیسی و فارسی ترجمه‌شده است. در این کتاب، یک‌صد دستگاه که غالباً به‌صورت خودکار و با استفاده از خواص مکانیکی سیالات کار می‌کنند، تشریح شده است که البته بیش از هشتادتای آن‌ها وسایل سرگرم‌کننده است. این تجهیزات شامل انواع فواره‌های خودکار، ساعت‌های آبی انواع بالابرهای آب و چرخه‌ای چاه، آفتابه‌های خودکار و وسایلی این قبیل هستند (بنو موسی، ۱۹۸۱، مقدمه). ثابت بن قره (۲۲۱–۲۲۸ قمری) در بغداد دو کتاب بانام‌های *فی القرسطون* و *فی صف الوزن و اختلافه* را درباره تعادل وزنه‌ها و اهرم‌ها در مکانیک آورده است. از نخستین موارد اشاره به علم مکانیک در کتب دوره اسلامی می‌توان به تاریخ یعقوبی (م ۲۸۴ یا ۲۹۲ قمری) اشاره کرد که فیلون را صاحب علم مکانیک دانسته که عامل حرکت را نیروی آب ذکر کرده است (یعقوبی،۱۹۶۰، ۱۱۹). کتاب ابوعبدالله خوارزمی (۳۶۵–۳۸۱ قمری /۹۷۵–۹۹۱ میلادی) راهنمای سودمندی است و میزان پیشرفت مسلمانان را در قرن ۴ قمری نشان می‌دهد. کتاب رضوان بن محمد خراسانی ساعتی (۶۰۰ قمری –۱۲۰۳ میلادی) ماجرای تعمیر ساعتی را که پدرش بر فراز دروازه جیرون دمشق ساخته بود را حکایت می‌کند (هیل،۱۳۶۲،۵). ابن‌خَلَف مرادی در غرب سرزمین‌های اسلامی (اندلس) در سده ۵ قمری کتاب مهم *الاسرار فی نتایج الافکار* را در خصوص علم الحیل نگاشت. عبدالرحمان خازنی در سال ۵۱۵ قمری کتابی مشهور به نام *میزان‌الحکمهٔ* راجع به مکانیک (سیالات–هیدرولیک) و فیزیک نوشت که در آن به توزین اجسام و تعیین نسبت فلزات در آلیاژها پرداخته است. این کتاب در شمار جالب‌ترین کتاب‌هایی است که در قرون‌وسطی در زمینه حیل نوشته‌شده است (خازنی، ۱۳۴۶، ید).

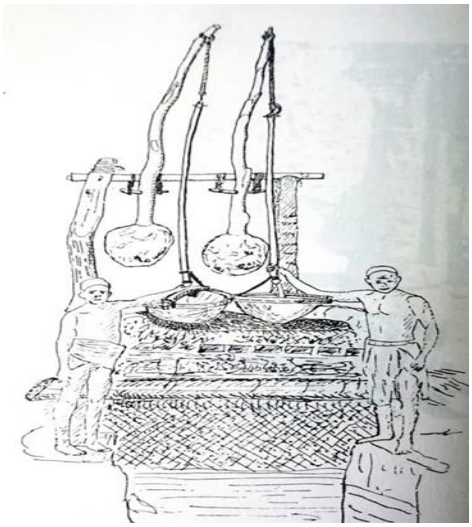
العزبن اسماعیل جزری (۶۰۲ قمری /۱۲۰۶ میلادی) مهندس عصر سقمانیان در دیار بکر علم الحیل را در کتاب *الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل* به اوج خود رسانید. این کتاب در ۶ بخش تنظیم‌شده و به ۵۱ دستگاه پرداخته: بخش اول در مورد ساعت (۱۰ دستگاه)، بخش دوم ظروف و مجسمه‌ها و جام‌ها ۱۰ دستگاه، بخش سوم آفتابه‌ها و تشت‌ها (۱۰ دستگاه)، بخش چهارم فواره (۶ دستگاه)، بخش پنجم آلات رفع ماء (۵ دستگاه) و بخش ششم دستگاه‌های متفرقه (۵ دستگاه) (جزری، ۱۳۸۰، سراسر کتاب؛ ناطق، ۱۳۷۹، ص ۴۳-۴۱). رضوان بن محمد الساعاتی اثری درباره شرح ساعت در باب جیرون در سال ۶۰۰ قمری به زبان فارسی نوشته است (جزری، ۱۳۸۰،۶۹). محمد بن معروف ملقب به تقی‌الدین راصد شامی (راصد دمشقی) (م ۹۹۳ قمری/ ۱۵۸۵ میلادی) نیز از دانشمندان و متخصصان علم الحیل در دوره عثمانی (سلطان سلیم یکم و دوم و مراد سوم) بود که هم‌زمان با عصر رنسانس اروپا اثر مشهوری بنام *الطرق السنیة فی الآلات الروحانیه* را متمایل به شیوه *الحیل* بنو موسی بن شاکر و *الجامع* جزری و در شش باب و یک مقدمه به تألیف درآورده است: در مقدمه به ساعت فلکی مکانیکی و در باب یکم بنکامات (ساعت‌ها)، باب دوم جراثقال، باب سوم ۴ دستگاه آبکشی، باب چهارم ۳ دستگاه نی زنی دائمی و ۴ دستگاه فواره (۳ خودکار و یکی ساده) باب پنجم ۱۱ وسیله متفرقه جالب و باب ششم ۱ دستگاه سیخ گردان کباب خودکار پرداخته است. راصد این کتابش به کتب بنوموسی و جزری اشاره‌ای نکرده ولی ضمن اشاره به آثار مکانیکی یونانی و ارشمیدس آن‌ها را کهنه و غیرعملی می‌خواند. موضوعی که با مقایسه کتاب‌های راصد با پیشینیان مشخص می‌شود این است که راصد قطعاً تعدادی از دستگاه‌های کتابش را خودش اختراع نموده است مثل بخوردان پهن و تخت عاشقی و سیخ گردان کباب خودکار. (احمد یوسف حسن در مرکز میراث علمی عربی دانشگاه حلب ۱۹۷۶ میلادی به‌صورت تصویری به چاپ رساند و در دارالآثار اسلامی کویت توسط منی سنجقدار شعرانی در سال ۲۰۰۱ میلادی به‌طور کامل تصحیح گردید، محمدجواد ناطق و همکارانش این کتاب را به فارسی ترجمه نمودند (نیک‌سرشت و نظری،۱۳۹۴، ۷۲؛ هیل،۱۳۶۲: ۱) اسفزاری (قرن ۵ و ۶ قمری/ قرن ۱۱ و ۱۲ میلادی) تلاش‌هایی برای انتقال دستگاه‌های مکانیکی (اوزان و ترازوها) انجام داده که هفت اثر از

اسفزاری توسط اباطوی و الحسنی (al-Hassani) ویرایش و به انگلیسی ترجمه‌شده است[۳](canavas,2022,113-115).

فناوری انباط المیاه: چرخ چاه یا چرخاب یا دولاب یا دلو در جهان اسلام

شارلوت شریور(Charlotte Schriwer) مدعی است هزاران نفر برای بهره‌برداری مؤثر از آب به‌منظور آبیاری و تولید انرژی، سده‌ها در خاورمیانه تلاش می‌نموده‌اند. تصاویر چرخ‌های چاه بر روی سنگ‌تراشی‌های باستانی سومری و بین‌النهرین نشان از استفاده ازین فناوری است و بعدها نشانه‌هایی از پیشرفت‌های فنّاوری آبیاری توسط نبطی ها و رومیان در اردن یافت شدند. سامانه فنّاوری سنتی آبیاری، مانند قنات و فلج (کانال زیرزمینی)، نوریا (noria) (چرخ چاه عمودی- چرخ گلدان) و آسیاب‌های آبی به همراه سایر سامانه‌های پیچیده آبیاری و تولید محصولات کشاورزی که خلاقانه ساخته‌شده بودند، کمک می‌کردند صحاری خشک، تبدیل به مناطقی با محصولات کشاورزی و اقتصاد پررونق به‌منظور سکونتگاه‌های شهری و روستایی شود. به‌عنوان‌مثال منطقه بیابانی جنوب هورِن (Hawran) سوریه و استپ‌های شمال اردن توسط سفره‌های زیرزمینی و منابع فصلی آب و ارتفاعات حاصلخیز اردن از آب رودخانه‌های چندساله و چشمه‌های وابسته به بارش فصلی، سیراب می‌شد. ساخت‌وساز سامانه‌های فناوری آب علاوه بر میزان دسترسی و عمق منابع آبی، به ماهیت زمین‌شناسی مناطق مانند شیب و همچنین در دسترس بودن مصالح ساختمانی و قابلیت تولید محصولات کشاورزی بستگی داشته است (Schriwer, 2022,523-4).

از نخستین دستگاه‌های آبیاری که پیش از چرخاب‌ها توسط مصریان اختراع‌شده بود شادوف ها بودند که خاصیت اهرمی داشتند، گرچه عملکرد خودکار نداشتند. چرخ چاه یا چرخاب از ماشین‌های ساده هرون به شمار می‌آید، این وسیله به شکل استوانه‌ای چوبی و میان‌تهی است که بر سرِ چاه نصب‌شده و بر آن طنابی می‌اندازند و دلوی به انتهای آزاد طناب می‌بندند که با آن از چاه آب بکشند. چرخ چاه‌ها می‌توانست توسط یک انسان به‌تنهایی و یا با یک حیوان (ساقیه) و یا به کمک جریان آب (چرخابِ آبْگَرْد یا ناعوره شامل چرخی پره دار و چوبی بود که به‌صورت عمودی در مسیر رودخانه یا نهر نصب می‌شد و براثر برخورد آب به پره‌هایش، به گردش درمی‌آمد) بچرخد و آب را تا ارتفاع موردنظر بالا ببرد. همچنین تلمبه‌های پیشرفته و شناور که در آن‌ها انواع اجزای مکانیکی مثل توربین، چرخ‌دنده، شیر آب، سیلندر و پیستون به کار می‌رفت (روسو،۱۲۱،۱۳۷۸).



هونکه معتقد است احمد بن موسی در خلال پیشرفت‌های علم مکانیک موفق به اختراع تعدادی چرخ چاه و پمپ خودکار برای آبیاری زمین گردیده بود (هونکه، ۱۳۷۰، ۱۶۱). بنوموسی در *الحیل* از چرخ چاه‌هایی با پروانه‌ای افقی یاد می‌کند که هم به‌صورت هواگَرْد با وزش هوا می‌چرخید و هم به‌صورت آبگرد دَوَران می‌کرد (ناطق، ۱۳۹۳، ج ۱۱، سراسر مقاله). کاتب خوارزمی در *مفاتیح العلوم* از دستگاه‌هایی جهت آبیاری زمین‌های مرتفع بانام‌های دولاب، دالیه، غرافه، زرنوق، ناعوره، منجنون نام می‌برد که البته به تشریح آن‌ها نمی‌پردازد. ابن‌خَلَف مرادی در *الاسرار فی نتایج الافکار* اشاراتی به دستگاه‌های رفع میاه (آب‌کشی) نموده است (کاتب خوارزمی، ۱۳۶۲، ۷۰؛ غفرانی و همکاران،۱۳۹۱،۷۹؛ خزائیلی و منتظر القایم، ۱۳۹۷،۲۹۲؛ canavas,2022,113-115).

جَزَری مفصل‌ترین تألیف در خصوص دستگاه‌های رفع میاه (آب‌کشی) در دوره اسلامی دارد. در بخش پنجم کتاب *الجامع* با عنوان «فی عمل آلات رفع ماء فی غمره و بیر لیست بعمیقه و نهر جاری» به توصیف پنج دستگاه بالابر که آب را از چاه با عمق متفاوت و رودخانه بالا می‌آورد، می‌پردازد نخستین بار تشریح این بخش از کتاب جزری توسط ویدمان و هاوزر با عنوان «دستگاه‌های آبکشی در جهان اسلام» (Uber varrichtunger zun heben von wasser in der islamischen weltz)در سال ۱۹۸۸ میلادی در یک مجله آلمانی منتشر گردید (canavas,2022,113-115). همچنین جزری از چرخ‌دنده و نوعی چرخ چاه سِنْدی (دولاباً سندیا) نام می‌برد که در آن‌ها میله‌هایی تعبیه می‌شد که به‌صورت یک چرخ‌دنده میخی که با میله‌های یک چرخ افقی به‌صورت چرخ‌دنده میله‌دار عمل می‌کرد، درگیر می‌شدند و هنگامی‌که این چرخ افقی را دسته‌ای با نیروی حیوان یا انسان به گردش درمی‌آورد می‌چرخید و درنهایت کارِ آب‌کشی را انجام می‌داد. دستگاه‌های جزری از ساده به پیشرفته شرح داده‌شده است و در برخی موارد دستگاه‌های قبلی را گسترش داده است (جزری،۱۳۸۰، ۵۷۷؛ دایره المعارف‌تاریخ‌علوم‌عربی، ج۳، ۵۹۵).

تقی الدین راصد شامی (راصد دمشقی) در باب سوم کتاب *الطرق السنیهٔ فی الآلات الروحانیه* با عنوان «فی حیل اخراج الماء الی جهه العلو» به توصیف چهار دستگاه بالابر آب می‌پردازد (احمد یوسف الحسن این باب را ترجمه و تصحیح نموده و توضیح مختصری در مورد هر دستگاه آورده است)(راصد، ۱۹۷۶، مقدمه). ابوبکر محمد بن حسن حاسب کرجی، دانشمند سده ۵ قمری در بغداد کتابی با عنوان *اِنباط المیاه الخفیهٔ* نوشت که به فارسی (حسین خدیوجم، چاپ نخست، بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۴۵ شمسی) و ایتالیایی و فرانسوی نیز ترجمه‌شده است (ناطق، ۹۳، ج ۱۴). محمد حافظ اصفهانی (ق ۱۰ قمری) از پروانه‌هایی به نام اُولی اجنحه یا چرخ اصل که در دستگاه‌های عصاری و روغن‌کِشی و آسیاب آبی استفاده می‌شده نام می‌برد (ناطق، ۱۳۹۳، سراسر مقاله).

ساختار نسخه الحیل فی الحرب ابن منکلی[٤]

در شروع نسخه ۱۴۰۵۵ موزه بریتانیا پس از حمد و ستایش خدا و ذکر آیات قرآن درباره جنگ‌ها وامداد خداوند در پیروزی سپاهیان آمده است که: این کتاب فناوری جنگ‌ها و فتح مداین، حفظ و نگاهداشت راه‌ها از دستور ذوالقرنین اسکندر فرزند فیلیپس یونانی است که در دیماس اسکندریه در میان دوتخته سنگ (دو سنگ روی‌هم) به زبان یونانی نوشته‌شده است، یافت شد. این نسخه شامل ۲۲۷ ورق (۴۵۴ صفحه) و بیست‌ویک باب است که در صفحه نخست آن نام کاتب نسخه به شکلی ناخوانا «محمد بن مجدالدین المنومی نخعی» آمده که در ۱۰۳۲ قمری کار کتابت این نسخه را به پایان رسانده است. در پایین صفحه نخست نام و مهر واقف نسخه «ابوالوفا الشیخ سلیمان اولیا» آمده است. فهرست این نسخه (بریتانیا) در صفحه ۳ آورده شده است. این نسخه خطی در غالب ۲۱ باب است[٥]. شروع نسخه: «بسم‌الله الرحمن الرحیم ۰ الحمدالله ذی النعم و الالاء و الافضاک و الکرم خالق البرایا...» و خاتمه: «... باستعمالهم السیوف ثم الکتاب بحمدلله و عونه و حسن توفیقه».

نبیل محمد عبدالعزیز احمد استاد تاریخ مصری، در سال ۲۰۰۰ میلادی *کتاب ابن منکلی را تصحیح و با عنوان الحیل فی الحروب و فتح المدائن و حفظ الدروب* (ترفندها در جنگ‌ها، فتح شهرها و حفظ راه‌ها) در چاپ *مطبعه دارالکتب والوثاقه القومیه*، قاهره چاپ نمود. این تصحیح با مقابله سه نسخه به این شرح تألیف نمود: ۱–نسخه مکتبه احمد ثلاث با شماره ۳۴۶۹ با نشانه حرف «ت». ۲– نسخه خزانه عمومی رباط با شماره ۴۳ با نشانه حرف «ع». ۳– نسخه خزانه سلطنتی رباط با شماره ۲۸۵ (۲۷۱۲) با نشانه حرف «م» (عبدالعزیز، ۲۰۰۰، ۷). فهرست مراجع عربی و انگلیسی نیز به تفکیک پس از متن اثر آورده است *کتاب الحیل فی الحروب و فتح المدائن و حفظ الدروب* از دو جزء و نه باب تشکیل‌شده است. پنج باب اول و بخش اعظم باب ششم، در جزء اول قرارگرفته و از پنج عنوان آخر باب ششم که تناسبی نیز با موضوع این باب ندارد تا آخر باب نه در جزء دوم کتاب آمده است. بخش‌های تشکیل‌دهنده هر یک از ابواب نیز به‌تناسب مطالب متغیر است[٦].

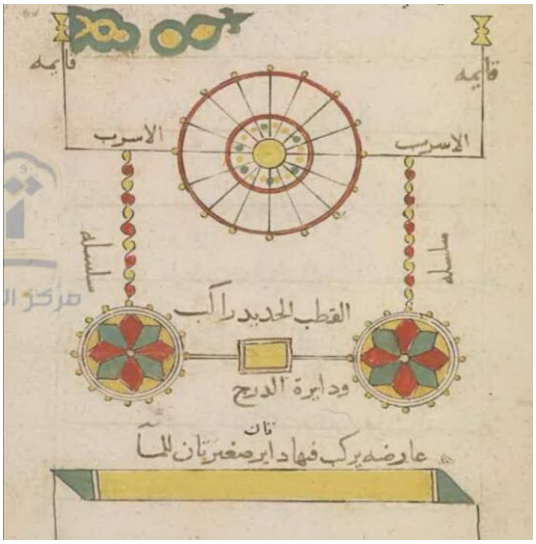
تحقیق در باب یازدهم کتاب الحیل فی الحروب[۷](نسخه موزه بریتانیا به شماره ۱۴۰۵۵):

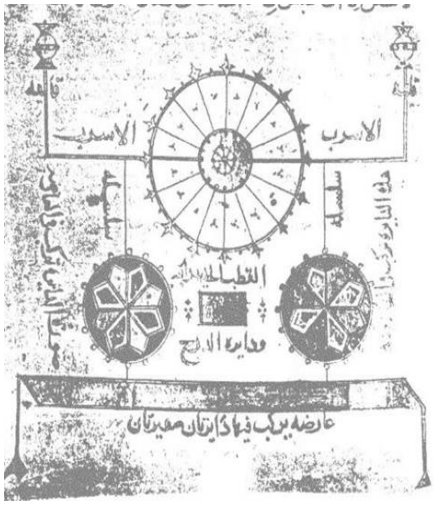
همچنین در حجیت اسکندر در فتح زمین، باب دولاب‌ها

دستگاه اول: هرگاه خواستی چرخ چاهی بسازی که به‌صورت خودکار بچرخد و به اذن خداوند متعال در یک روز هزار سرباز را سیراب کند، آن را این‌گونه بساز: چرخی از چوب سخت و محکم با قطر ۵ متر بساز، در مرکز آن‌یک محفظه‌ی کشوی مانند (جهت قرار دادن تیر آهنی محکم و استوار) تعبیه کنید، به‌گونه‌ای که چرخ بتواند حول محورِ تیرآهنی با حفظ توازن و تعادل به‌راحتی بچرخد. سپس تیر آهنی از درون محور چرخ عبور داده (مثل آهن وسط آسیاب دستی قدیمی) و دو سمت تیر آهنی را بر روی دو لوله استوانه‌ای با ارتفاع ۳ متر قرار بده: سپس یک میله آهنی چهار طرف چرخ (مانند آسیاب دستی قدیمی) با طول چهار وجب نصب نموده و بر تیر چوبی شش وجبی سوار کنید.

سپس دوچرخ به قطر پنج وجب برداشته و در دو طرف آن تیرک به‌تناسب نزدیک نموده و برحسب وزن و کمیت، دندانه در حفره آن‌ها درست کنید. سپس چرخ محکمی به طول ۳/۵ متر هفت ذراع بردارید و بر روی دو لوله سوار کنید و محیط این تیر را دوازده وجب در نظر بگیرید و در پهلوی آن – همان‌طور که می‌چرخد – پلکانی به همان وزن و اندازه – کنده‌کاری کنید و پلکانی بسازید که همراه با چرخ مرکزی آسان و روان بچرخد. سپس این تیر را روی دو استوانه به ارتفاع ۴ متر از زمین قرار دهید. سپس میله آهنی را در یک‌طرف دایره بزرگ در یک یا دو پله پایین‌تر از بالا نصب کرد و دو حلقه مدور را در انتهای آن به میله متقاطع وصل کنید تا در تیری که در وسط آن از دایره بزرگ آویزان شده بود قرار گیرد. دو حلقه از دوچرخ در انتهای آن در میله عرضی. دوچرخ دنده در طرفین دایره‌ای که در دو سر آن در میله عرضی قرار دارد. هرگاه این کار را انجام دادید، انتهای تیرک آهنی را در وسط دو حلقه آهنی قرار بدهید، سپس به دو آونگ چرخنده آویزان کنید و دو زنجیر از آن‌ها آویزان کنید و در انتهای هر زنجیر یک گوی سربی (شبیه تخم‌مرغ) به وزن ۳۰۰ رطل (حدود ۱۴۰ کیلوگرم) نصب کنید. سپس دو دایره موزون و یکپارچه که عرض هرکدام ۵/ متر و قطر آن ۲/۵ متر باشد بکار گیر و بر محور چرخ بزرگ سوار کن و سطل‌ها (دلوها) را به آن بیاویز

و بگذارید هر دور سه سطل آب توسط شتر بالا آورده می شود، سپس جایگذاری می شود: این چرخ به‌آرامی و یا سریع می‌چرخد و نمی‌ایستد مگر اینکه گیر کند. (ابن منکلی،۱۴۸،۷۸۷ پ).

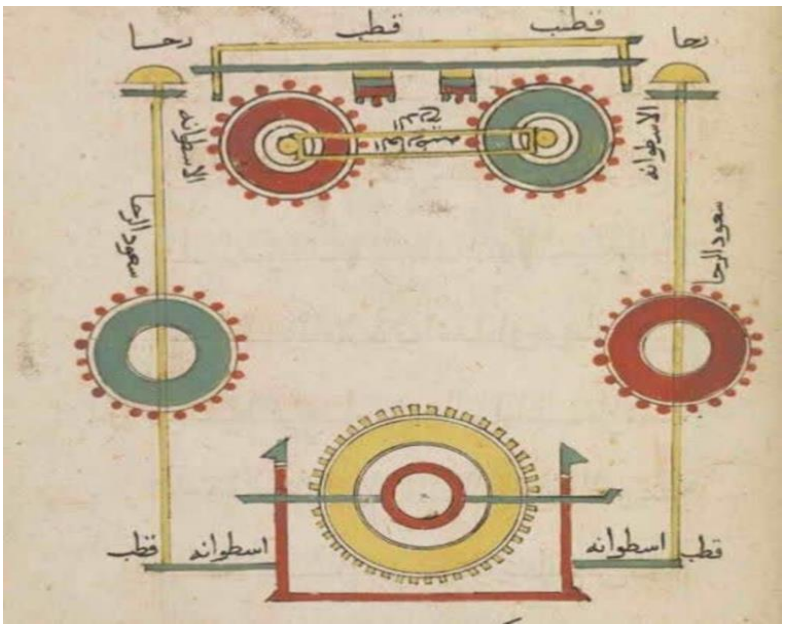




تصویر ۱- تصویرسمت راست تصویر صفحه ۱۵۱ ر نسخه شماره ۱٤۰۵۵ موزه بریتانیا است. تصویر سمت چپ تصویر نسخه صفحه ۸۳ از نسخه خزانه عمومی رباط با شماره ٤۳ با نشانه حرف «ع» است (نبیل، ۲۰۰۰، ۲۳٤).

دستگاه دوم: دوچرخ چوبی محکم با ارتفاع ۳ متر در زمین کار بگذار و انتهای آن‌ها صفحه‌های چوب‌های مدور را دندانه‌دار کن، سپس دوچرخ چوبی سخت و محکم با قطر ۱۰ وجب و محیط ۱۵ وجب بردار و بر تیری به طول ۱ متر سوار کن. سپس با توجه به تعداد گردونه‌های مدار کوچک، در این تیر حفر هایی پلکانی نصب کن [سپس تیر چوبی که طول آن به طول تیرک قطور و عرض آن، تهیه می‌کنیم] و برای آن ۲ محور قرار بده که روی دو استوانه می‌چرخند- همان‌طور که می‌چرخدبا دندانه‌های دایره کوچک با وزن و اندازه یکسان درگیر می شود.

دو لوله با ارتفاع ۳ متر از سطح زمین کار بگذارید و دو دایره بزرگ را با وزن و اندازه یکسان به هم نزدیک کنید. درست همان‌طور که استوانه کوچک‌تر را ساختید. سپس میله را با دوچرخ در وسط آن در دندانه‌های چرخ کوچک نصب کنید و دندانه‌های دو دایره را در انتهای آن روی میله عرضی نصب کنید؛ بنابراین هنگامی‌که آن را راه‌اندازی کردید – آن را همان‌طور که برای شما توضیح دادم نصب کنید – سپس در دو طرف دوچرخ بزرگ دوچرخ کوچک برای آب و دندانه‌های آسیاب قرار داده و آن‌ها را رها کنید. به‌سرعت می‌چرخد و هیچ‌چیز آن را نمی‌گیرد. پس هرروز و شب سی رزمنده را سیراب خواهید کرد (ابن منکلی،۱۵۰،۷۸۷ ر).



تصویر ۲- تصویر ص ۱٦۱ ر نسخه شماره ۱٤۰۵۵ موزه بریتانیا

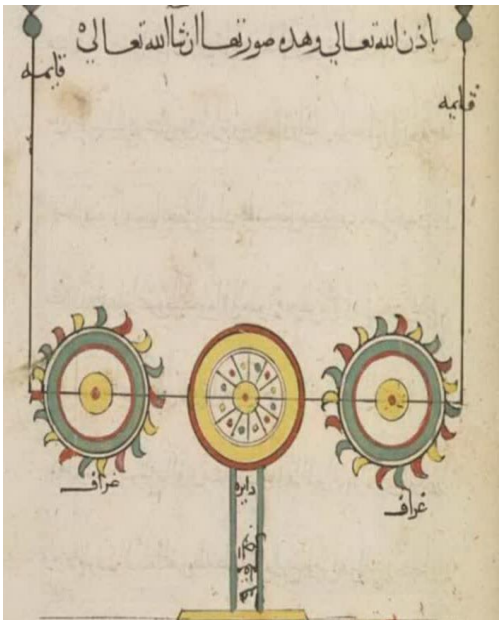
دستگاه سوم: دوچرخ چوب سخت، با قطر حدوداً ۵ وجب (۱/۳۰ متر) را بر یک تیر آهنی محور مرکزی سوار کنید. فاصله بین آن‌ها را ۵/ متر قرار دهید، سپس با تیر آهنی به‌گونه‌ای آن‌ها را از محور مرکزی محکم به هم متصل کنید که یک چرخ واحد را تشکیل دهند. برای آن‌ها دو حوضچه مربع بساز که طول آن ۶ وجب (۱۳۰ سانتی‌متر) و عرض آن ۳ وجب (۷۰ سانتی‌متر) باشد. در یک

حوض متشکل از سه حوضچه ، نُه دلو را با یک زنجیر به همدیگر متصل کنید، به‌طوری‌که بتواند به همراه چرخ اصلی به یک سو بچرخد. دلوها را با میله‌های آهنی محکم میخکوب کنید. برای اینکه دلوها به سمت‌وسوی دیگری نگردد، زنجیر را روی چرخ متناسب با وزن و مقدار یکسان، به بیست‌وچهار نقطه از چرخ متصل کنید. وقتی زنجیر با چرخ متصل شد و با آن هم‌سطح می‌شود آنگاه زمانی که چرخ بخواهد برگردد آنگاه زنجیر کشیده و دراز می‌شود و از آن فاصله می‌گیرد. زمانی که دستگاه تکمیل شد؛ محور چرخ را بر دو لوله‌ی چوبی به ارتفاع ۵ متر از سطح زمین قرار دهید. سپس در دو طرف آن می‌توانید دوچرخ برای آبکشی یا آسیاب نصب کنید، به‌طوری‌که به سرعتی یکنواخت و آرامی بچرخد که در هر شبانه‌روز بیست رزمنده را سیراب کند (ابن منکلی،۱۵۱،۷۸۷ ر).

تصویر ۳- تصویر ص ۱۶۲ ر نسخه شماره ۱۴۰۵۵ موزه بریتانیا

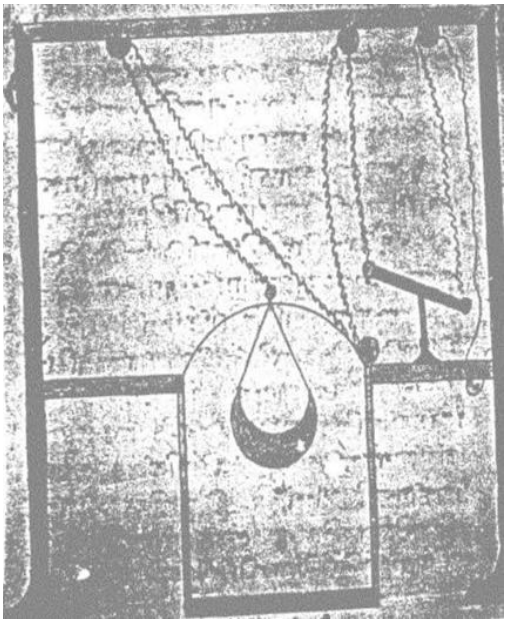
دستگاه چهارم: (توصیف چرخ کفه دار–ملاقه دار) هرگاه خواستی که چرخ کفه دار دواری بسازی که یک نفر قادر به چرخاندن آن باقدرت یک شتر باشد؛ چرخی به قطر ۷/۵ متر شبیه چرخ‌دنده به‌کارگیر، طول هر دنده نیم متر و بین دو دنده چهار وجب (یک متر) فاصله باشد، اطراف چرخ موصوف دوچرخ کفه دار بافاصله ۲/۵ متر از همدیگر نصب کن، به‌گونه‌ای که نوک کفه ها بر روی

دایره‌ی به قطر یک متر بچرخد و طول دسته کفه ها تا ۱/۲۵ متر باشند. سپس فاصله بین دنده‌های چرخ بزرگ مرکزی را با دقت تقسیم‌بندی کنید. آنگاه بروی محیط دایره بزرگ در اطراف چرخ اصلی گودالی در زمین به‌اندازه ۳/۷۵ متر حفر کن به‌گونه‌ای که چرخ اصلی در مرکز آن و بر روی سطح زمین قرار گیرد. در دو طرف چرخ اصلی دو حوض بزرگ حفر کن که چرخهای کفه دار در آن‌ها بچرخند، آنگاه مسیری هم برای اتصال آب چاه تا حوض‌ها تعبیه کنید. درنهایت به شخص کاربر دستور دهید پای خود را روی پلکان چرخ اصلی قرار داده و سپس طوری که گویی در حال بالا رفتن است، پایش را روی پلکان چرخ بگذارد. میله‌ای برابر با موقعیت شخص تعبیه کنید تا وی بتواند هم بر چرخ ایستاده مسلط باشد و هم بتواند با سرعتی متعادل (سریع یا آرام) آن را بچرخاند (ابن منکلی،۱۵۳،۷۸۷ پ).



تصویر ٤- تصویر سمت راست تصویر صفحه ١٥٤ ر نسخه شماره ١٤٠٥٥ موزه بریتانیا است. تصویر سمت چپ تصویر صفحه ٨٦ از نسخه خزانه عمومی رباط با شماره ٤٣ با نشانه حرف «ع» است (نبیل، ٢٠٠٠، ٢٧٦).

دستگاه پنج: هرگاه خواستی چرخ چاهی زیبا و سریع بسازی یک شخص به‌تنهایی بتواند با آن از عمق ۵ متری آب بکشد: یک حوضچه مربعی به قطر ۲/۵ متر و عمق نیم متر حفر کنید و یک کانال ورودی پهن برای آن ایجاد کنید تا آب وارد آن شود. در کنار این حوض دو چاه به عمق ۵ متر و قطر ۱ متر حفر کنید. سپس تخته‌هایی از جنس ساج را به طول ۱۰ متر و عرض یک متر تهیه کنید؛ و هر چهار تای آن را مرحله‌به‌مرحله کنار هم میخکوب کنید تا مانند کانال عمیقی شود. برای هر یک از چهار تخته (کنار کانال) یک سوراخ فراخ ایجاد کنید که آب به‌راحتی وارد آن شود. کف هر چاه را مخروطی شکل بساز همان‌گونه که در تصویر نشان داده‌شده است، سپس هر کانال را به یکی از این دو چاه در دو طرف حوضچه متصل کنید. در محل اتصال انتهای مخروطی شکل هر چاه به کانال را به‌وسیله یک درب چوبی یک‌وجبی (۲۴ سانتی‌متری) به‌صورت آویزان نصب کنید. تخته‌ها را به دیواره‌های چاه و کنار حوضچه محکم میخکوب کنید تا تکان نخورد. برای هر یک از چهار تخته (کنار کانال) سوراخی بزرگ برای ورود آب قرار بدهید. چوب سیاهی برای درب سوراخ دیوار چاه که حوض را پر می‌کند، تعبیه کنید تا از سرریز آب جلوگیری کند. (برای هر سوراخ ۴ تخته درب یکطرفه تعبیه کنید به‌طوری‌که آب وارد شود ولی قادر به خارج شدن نباشد). برای آن درب چوبی دستگیر ه ای قرار دهید تا مردی در حالت ایستاده آن را بگیرد (همان‌طور که آهنگرها دستگیره دمنده را حرکت می‌دهد) و آن را حرکت دهد. این‌گونه با آسان‌ترین راه و کم‌ترین تلاش آب فراوان استخراج می‌شود (ابن منکلی،۷۸۷،۱۵۴ ر).



تصویر ۵- تصویر سمت چپ ص ۱۵۵ ر نسخه شماره ۱۴۰۵۵ موزه بریتانیا است. تصویر سمت راست تصویر صفحه ۵۹ نسخه خزانه سلطنتی رباط با شماره ۲۸۵ (۲۷۱۲) با نشانه حرف «م» است. (نبیل، ۲۰۰۰، ۲۸۱).

دستگاه ششم: چرخی به قطر ۵ متر ساخته و بر محور مرکزی آن تیری به طول ۳ متر وارد کنید؛ و به قطب ۲ محور قرار بده که به دور آن‌ها بچرخد. این چرخ را بر روی دو لوله قرار بده که ارتفاع آن‌ها از زمین ۳ متر باشد، به‌گونه‌ای که پایداری چرخ حفظ شود.روی محیط این چرخ ۲۴ حفره کوچک و هم‌سطحی ایجاد کنید که لوله‌ها از آن عبور کند. به لوله‌های حول چرخ ۲۴ دلو مسی توخالی نصب‌شده و بخشی از دلوها را با چیزی مثل جیوه پرکنید. زمانی که جریان آب روی چرخ به سمت پایین برقرار شود تا به بیرون برود و دلوهای طرف دیگر چرخ نیز که در پایین است به بالابرمی گردد، دلوها تا زمانی که در وسط دایره باشند، چیزی از آن‌ها درنمی‌آید. در خلال کار مدام یک‌طرف چرخ سنگین می‌شود و طرف دیگر سبک می‌شود. اگر یکی از وزنه‌ها

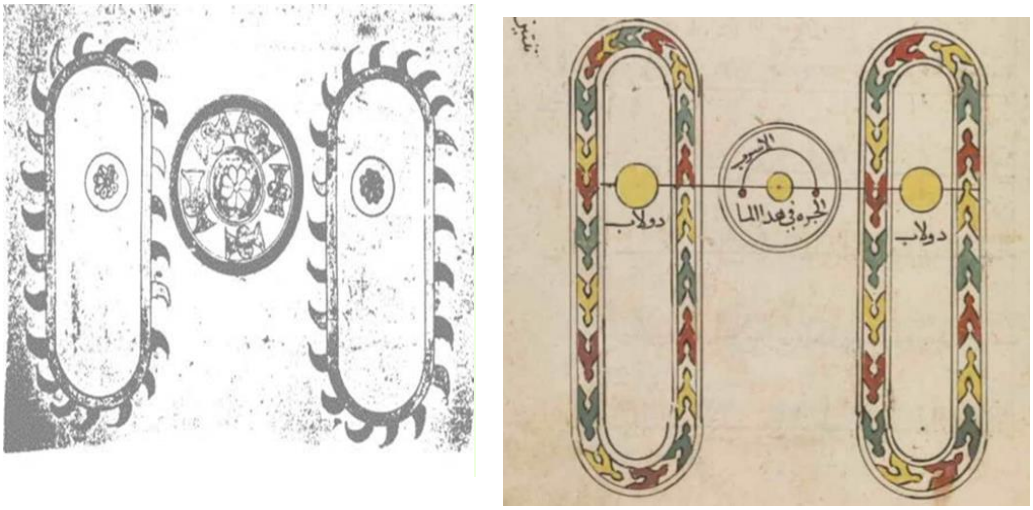
پایین بیاید، دیگری به قعر چرخ برمی‌گردد و این‌گونه هرگز از چرخش بازنمی‌ایستد (ابن منکلی،۱۵۶، ۷۸۷ ر).

تصویر ۶– تصویر ص ۱۵۸ ر نسخه شماره ۱۴۰۵۵ موزه بریتانیا

دستگاه هفتم: چرخ‌دنده دار توخالی از چوب سخت به قطر ۲/۵ متر بساز، به‌گونه‌ای که شعاع قسمت میان‌تهی آن به‌اندازه نیم متر باشد. در دو سمت چرخ به فاصله یکسان چرخ های چوبی را به محور مرکزی چرخ اصلی محکم میخکوب کنید، سپس تسمه‌ای فولادی یا مسی منحنی شکل را به چرخ متصل کنید (تا به شکل چرخ سندی دربیاید). دلوهای سر پهن آهنی یا مسی بردارید و حلقه‌ای محکم در پایین آن کار بگذارید و آن حلقه را به یکی از حلقه‌های انتهای میله ستون محکم چرخ اصلی متصل کنید، سپس گوی بیضی‌شکل (شبیه تخم‌مرغ) به‌کارگیر و آن را از طرف دیگر میله فولادی آویزان کنید. آنگاه دلوها را آب‌بندی و محکم کن تا اینکه آب از آن نشت نکند و آن را با چوب مهار کن که زیاد تکان نخورد.

تسمه را داخل پلکان چرخ جا بیاندازید. سپس مادامی‌که تا یک‌سوم یا یک‌چهارم آب در دلوهای قیراندود شده، ریخته شود و رها شود، گوی‌ها با سنگینی خود به چرخ فشار می‌آورند (به حالت خودکار عمل می‌کند) و چرخ می‌چرخد. البته دلوها نباید واژگون شوند چون اگر کج شوند و آب

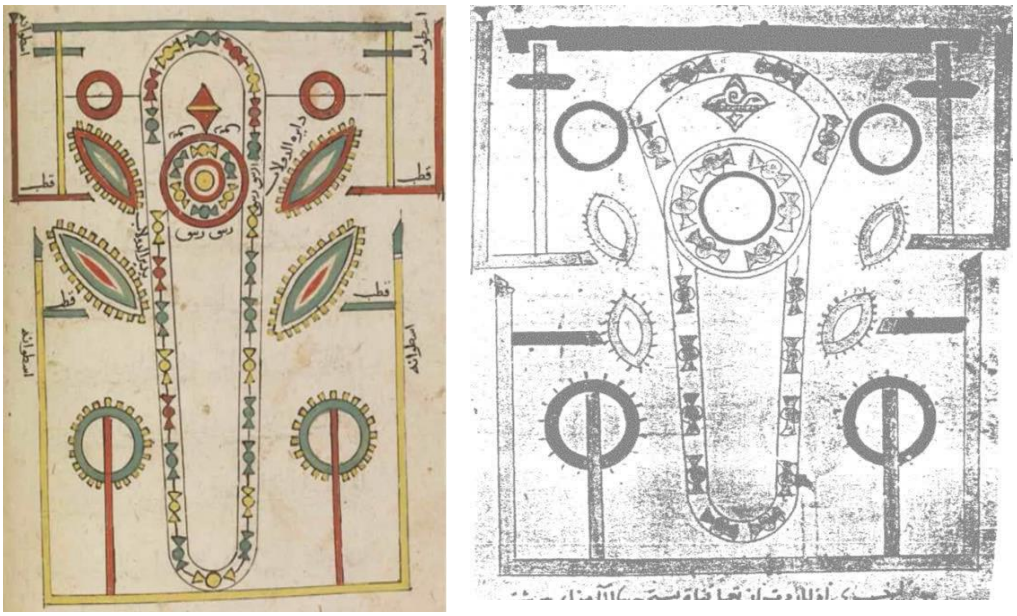
آن‌ها خارج شود، میله نگهدارندِ به سمت برکه باز چرخیده و چرخ را به حالت قبلی بازمی‌گردانند. اگر دلوها به این صورت (دقیق) تنظیم نگردد، گوی‌ها چرخ راکمی کج می‌کند ولی دستگیره گوی و تسمه را نگه می‌دارد. هرگاه چرخ بخواهد متمایل شود و دلو کج شود، گوی چرخ را در محل خود قرار می‌دهد و تا زمانی که هوا و آب داخل دلوها متناسب باشد سرعت دوران چرخ متعادل و آرام می‌باشد (ابن منکلی،۱۵۷،۷۸۷ ر).



تصویر ۷- تصویر ص ۱۵۸ ر نسخه شماره ۱٤۰۵۵ موزه بریتانیا است. تصویر دست چپ تصویر صفحه ۵۱ ب از نسخه خزانه سلطنتی رباط با شماره ۲۸۵ (۲۷۱۲) با نشانه حرف «م» است (نبیل، ۲۰۰۰، ۲٤٤)

دستگاه هشتم: چهارچرخ چوبی سخت که قطر هرکدام ۱ متر باشد به‌کارگیر و به‌اندازه و تعداد واحد دندانه‌هایی بافاصله‌ی کم بر روی محیط چرخ تعبیه کن. سپس هرکدام را بر روی یک میله بین دو استوانه روبروی همدیگر روی نقاط رأس یک مربع سوار کن که فاصله هردوی آن‌ها ۱ متر باشد. برای هرکدام دو حرف قرار بده که ارتفاع هر حرف یک وجب باشد. با توجه به تعداد دایره‌های کوچک بین دو حرف را بر اساس طول و عرض و سبکی و سنگینی درجه‌بندی کن. سپس هر یک از آن چهارچرخ را مرحله‌به‌مرحله برحسب درجه در یک دندانه از دایره‌های کوچک نصب کنید.

هرگاه این کار را به‌درستی انجام دادی، پس دستور دهید بیست نفر در زیر آن واردشده و پس از سیراب شدن آن زیر را ترک کنند. دستگاهی که تنها با نیروی یک نفر می‌چرخد. (ابن منکلی، ۷۸۷،۱۵۸ پ).



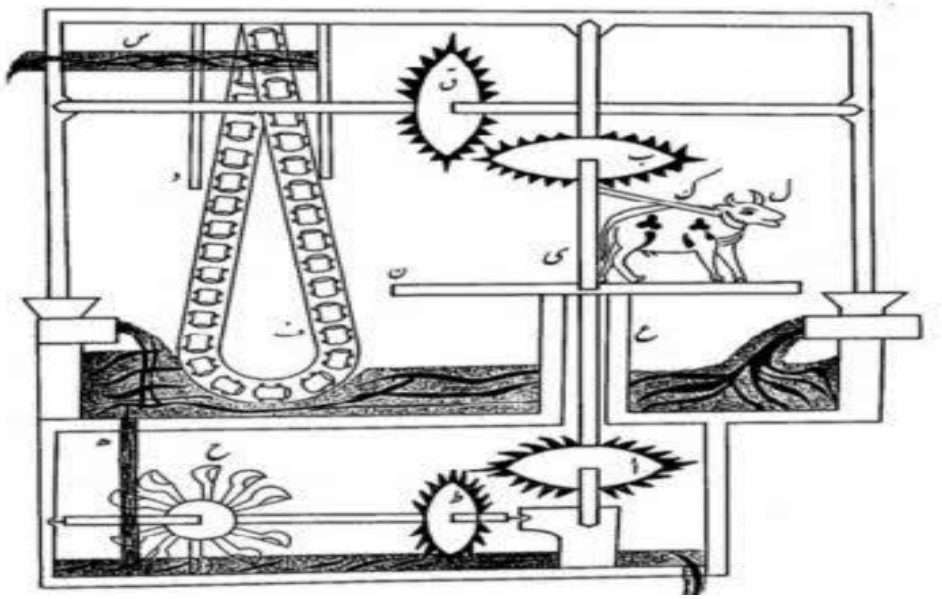
تصویر۸ -تصویر ص ۱۵۸ پ نسخه شماره ۱٤۰۵۵ موزه بریتانیا است. تصویر سمت چپ تصویر صفحه ٥٦ أ از نسخه خزانه سلطنتی رباط با شماره ۲۸۵ (۲۷۱۲) با نشانه حرف «م» است (نبیل، ۲۰۰۰، ۲٦۱)

مقایسه دستگاه‌های بالابرنده آب و چرخ های چاه کتاب *الحیل فی الحروب* ابن منکلی با دستگاه‌های کتاب *الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل* جزری

تفاوت‌های دستگاه‌های دو اثر:

۱.دستگاه‌های آبکشی که در کتاب *الحیل فی الحروب* مطرح گردیده است، جزو تجهیزات تدارکاتی و پشتیبانی است که در جنگ‌ها برای سیراب نمودن سریع لشکریان و احشام بکار می‌رفته است، ازاین‌رو عموماً ترکیب ساده‌تری از متعلقات اساسی همچون: چرخ و محور، اهرم، قرقره، گوه و پیچ و سطح شیب‌دار و ... را دارا هستند تا کاربران در خلال جنگ بتوانند، آن‌ها را با عجله سرهم نموده و برای استفاده قشون و احشام، با سرعت آماده نمایند. در مقابل دستگاه‌های استخراج آبی که در کتاب جزری مطرح‌شده، عموماً تجهیزات فناورانه ی پیچیده‌ای هستند که می‌توانند به‌صورت دستی و یا بعضاً خودکار، حجم عظیمی از آب را با نیروی اندک برای آب‌رسانی به منازل و تأسیسات و یا آبیاری مزارع و زمین‌های وسیع کشاورزی استخراج نمایند. کارکرد دستگاه‌های جزری گرچه قابل‌فهم عمومی است و استفاده از آن‌ها نیاز به علم تخصصی ندارد، ولی درک طراحی و ساخت چنین تجهیزاتی نیاز به آشنایی به ریاضیات و هندسه دارد. در برخی از دستگاه‌های جزری حتی نیاز به دخالت و نظارت مداوم انسان به‌عنوان نیروی محرکه به حداقل رسانده شده است. این دستگاه‌ها یا با محرک‌های اولیه جریان آب (چرخ های پره‌ای و یا پروانه‌ای) به‌نوعی عملکرد اتومات و خودکار دارند (مثل دستگاه سوم و پنجم) و یا اینکه محرک اولیه واصلی آن چهارپایان (دستگاه‌های اول و دوم و چهارم) هستند (جزری در فصل پنجم از کتاب *جامع بین العلم و العمل النافع فی صناعة الحیل* با عنوان «دستگاه‌هایی که آب را از آبگیر، چاه کم‌عمق و رود جاری بالا می‌آورند» پنج دستگاه آبکشی شرح می‌دهد).

۲.گرچه شواهد دقیقی در دست نیست که نشان دهد که تمامی طرح‌های جزری در واقعیت خارجی زمانه خویش کاربرد عملی داشته‌اند و یا تنها با نبوغ خاصی در چارچوب مسائل نظری مثل طراحی و محاسبه و عرضه دستورالعمل ساخت دستگاه‌های مکانیکی ارائه گردیده است، اما آنچه در کتاب *الحیل فی الحروب* می‌بینیم واضح است که دستگاه‌های این کتاب، کاملاً واقع‌گرایانه و عملی بوده و به‌هیچ‌وجه درگیر مباحث نظری و تعمیم و قیاس و ... مربوط به دستگاه‌ها نشده و حتی به شرح مزایای مکانیکی نپرداخته است (جزری، ۱۳۷۹، ۴۷۶-۴۵۰).



تصویر ۹. دستگاه سوم جزری صفحه ٤٦٢ کتاب *الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل* تصحیح احمد یوسف حسن

۳.تفاوت دیگر این دو کتاب این است که کتاب *الحیل فی الحروب* شرح دستگاه‌ها ترتیب خاصی ندارد، در صورتیکه جزری دستگاه‌های آبکشی را از ساده به پیشرفته (هم ازلحاظ تعدد قطعات و هم ازلحاظ عملکرد و خودکار بودن) آورده است. البته ارائه اندازه‌ها و نام‌گذاری‌های اجزا و متعلقات دستگاه‌های آبکشی در طرح‌ها و تصاویر کتاب جزری نیز به‌دقت رعایت نشده است و برای فهم بهتر مجبور به استفاده از شرح‌ها و متن کتاب هستیم. شاید هم جزری به دلیل اهمیت برخی اجزا نسبت به بقیه و درعین‌حال جا دادن تمام تجهیزات در یک تصویر، تصاویر را این‌گونه نقاشی نموده است. طرح‌های جزری با خط کش و نقاله رسم شده‌اند و قسمت‌های مختلف دستگاه‌ها نام‌گذاری شده و با حروف معرف علامت‌گذاری شده‌اند؛ اما تصاویر کتاب *الحیل فی الحروب* به‌هیچ‌وجه اندازه قطعات آورده نشده و روشنی و دقت جزری را ندارد و تنها از یک شرح کلی از روش‌های ساخت داده‌شده است. مشخص نیست که در کتاب اصلی یونانی اندازه قطعات

و جزئیات بیشتر آورده شده است یا نه و آیا ابن منکلی تنها به کپی کردن از روی اصل کتاب یونانی پرداخته و یا نسخه ترجمه‌شده چقدر ناقص‌تر از اصل کتاب یونانی می‌باشد؛ اما سؤال اساسی این است که باوجوداینکه ابن منکلی کتاب‌های الحیل دانشمندان اسلامی را در زمان ترجمه در اختیار داشته، چرا سعی ننموده که با دقت ریاضیاتی و هندسی بیشتری به بازطراحی دستگاه‌ها بپردازد. درهرصورت برای کسی که ابتدا کار جزری را مطالعه کرده باشد درک ساختمان و طرز کار دستگاه‌های *الحیل فی الحروب* بسیار آسان‌تر می‌شود (ابن منکلی، ۷۸۷، ۱۵۸-۱۴۸؛ جزری، ۱۳۸۰، ۶۹ و ۴۵۲-۴۷۶).

۴.دراین میان تفاوت کتاب جزری که نشانه‌ای از این موارد در متونی همچون الحیل فی الحروب کمتر مشاهده می‌شود، توجه جزری به ابعاد و اندازه‌ها، جنس تمام مواد تشکیل‌دهنده، فرآیند ساخت و برش ورق، خم‌کاری و ریخته‌گری و ماشین‌آلات لازم برای این فرآیندها، به‌کارگیری میله و تیرها باضخامت یکسان و متجانس، روش‌های پرداخت سطح و یکسان بودن قطر دو انتهای محورهای متصل افقی-عمودی، یکنواختی وزن و جرم، تأثیر گام‌های پیچ در قدرت انتقال، به‌کارگیری جسم متجانس دارای شکل متقارن، مرکز ثقل، مرکز جسم، از خصوصیات کاری دانشمندان اسلامی است. (ابن منکلی، ۷۸۷، ۱۴۸-۱۵۸؛ جزری، ۱۳۷۹، ۴۵۰-۴۷۶؛ ناطق، ۱۳۹۳، ۱۰۹؛ خازنی،۱۳۴۶، کز).

شباهت‌هایی بین دستگاه‌های این دو اثر نیز وجود دارد:

۱.از طرفی شباهت معناداری در متعلقات اساسی مشترک (اهرم، چرخ و محور، سطح شیب‌دار، گوه، قرقره، پیچ و مهره، چرخ‌دنده، سطح شیب‌دار) و چگونگی ترکیب متعلقات ساده دستگاه‌های آبکشی جزری و کتاب *الحیل فی الحروب* وجود دارد (چرخ و محور با اهرم، دستگاه مرکب از چرخ و محور با قرقره و دستگاه مرکب از چرخ و محور با اهرم و ...). در بررسی و مقایسه اولیه دستگاه‌های آبکشی کتاب *الحیل فی الحروب* و دستگاه‌های جزری این موضوع واضح است: اندیشمندان جهان اسلام به‌خصوص جزری در طراحی و ابداع در ساخت و ترکیب متعلقات فناوری آبکشی و آبیاری (اهرم، چرخ و محور، سطح شیب‌دار، گوه، قرقره، پیچ و مهره، چرخ‌دنده، سطح شیب‌دار، چرخ سندی، چرخ پلکانی، چرخ‌دنده پره‌ای زاویه‌دار، چرخ کفه دار یا ملاقه دار، چرخ

پره دار پهن) وابستگی غیرقابل‌انکاری به دانش مکانیک دانان یونانی و رومی شناخته‌شده همچون ارشمیدس و هرون و ... داشته‌اند. (خازنی، ۱۳۴۶، ک).

۲.برخی اشتراکات قطعی همچون تعیین مواد اجزایی مثل محور، زنجیر و تیر و اتصالات میخ‌های عمودی که در هر دو کتاب جزری و *الحیل فی الحروب* گفته‌شده از آهن یا پولاد ساخته شود و یا جنس سایر قطعات (چرخ‌دنده، دولاب، چرخ پره دار، چرخ کفه دار یا ملاقه دار، چرخ سندی، چرخ پلکانی) که از چوب بوده و جنس الیافی رشته‌ها و رسن‌ها (طناب) و یا جنس دلوها که در هر دو کتاب به جنس مسی توصیه‌شده است، نشان از نوعی هم منشائی در طراحی و ساخت اجزا و متعلقات تجهیزات هر رو کتاب می‌باشد. درهرصورت نبوغ جزری در استفاده و ترکیب ماشین‌های ساده برای ساخت چرخ و محورهای پیچیده، دستگاه‌های مرکب از چرخ و محور و قرقره، دستگاه مرکب از چرخ و محور با اهرم و به دست آوردن ماشین‌هایی باراندمان و مزیت مکانیکی بالاتر نسبت به متون باستانی واضح و مبرهن است. (ابن منکلی، ۷۸۷، ۱۴۸– ۱۵۸؛ جزری، ۱۳۷۹، ۴۵۰–۴۷۶؛ ناطق، ۱۳۹۳، ۱۰۹؛ خازنی،۱۳۴۶، کز).

۳.از شباهت‌های دیگر این دو کتاب اینکه عمق و ارتفاع آبکشی در غالب دستگاه‌های جزری (دستکم در دستگاه‌های سوم و چهارم و پنجم) مشخص و دقیق است و البته عمق آبکشی در کتاب *الحیل فی الحروب* نیز مشخص می‌باشد. همچنین مکان استفاده از تجهیزات جزری مشخص‌شده که یا آبگیر (۱ و ۲ و ۳) و یا چاه کم‌عمق و آب جاری است و مکان‌های استفاده از کتاب *الحیل فی الحروب* نیز مشخص است (ابن منکلی، ۷۸۷، ۱۴۸–۱۵۸؛ جزری، ۱۳۸۰، ۴۵۲–۴۷۶).

نتایج پژوهش

بررسی‌ها نشان داد آنچه کار مقایسه کتاب *الحیل فی الحروب* را با دیگرکتاب‌های دوره اوج فناوری اسلامی مشکل می‌کند، فرهنگ واژه‌های فنی کتاب *الحیل فی الحروب* است که چند قرن پس از تألیف کتاب *های* جزری و اسفزاری و راصد و... ترجمه‌شده است. گرچه استفاده ابن‌منکلی از الفاظ و اصطلاحات فنی تکامل‌یافته در متون دوره اسلامی باعث شده تا خواننده

کتاب *الحیل فی الحروب* با سهولت بیشتری تصویری از تکنولوژی و حال و هوای فضای مهندسی عصر باستانی به دست آورد، اما باید توجه داشت که با توجه به مفقود شدن اصل کتاب یونانی کتاب *الحیل فی الحروب*، این موضوع باعث نوعی زمان پریشی در مسیر بررسی تاریخ علم و فناوری در این کتاب می‌شود.بررسی های تاریخی از مقایسه این دو اثر درزمینه فن و فن‌آوری نشان داد در زمینه اجزاء و متعلقات دستگاه‌های آبکشی در مقایسه بین جزری و ابن منکلی تحولی اساسی دیده نمی‌شود؛ اما همان‌طور که در متن متذکر شدیم، نبوغ دانشمندانی چون جزری و اسفزاری در مسیر طراحی و ترکیب دستگاه‌های یونانی و رومی و ابداع دستگاه‌های جدید غیرقابل‌انکار است.

در مقام مقایسه این دو اثر می‌توان ادعا کرد، همان‌گونه که به‌طور مثال البتانی در نجوم در مطالعات دقیقش از منجمان یونان باستان پیشی گرفت، لیکن در اصول هیچ‌گاه پایش را از بطلمیوس فراتر ننهاد، دانشمندان علم الحیل دوره اسلامی نیز در روش و هدف بزرگ علمی خود متکی به آثار پیشینیان یونانی خود همچون ارشمیدس بودند. شاید مهم‌ترین موردی که اندیشمندان مسلمان را از دانشمندان یونانی متمایز می‌کرد، ورای اینکه پاره‌ای از اجزاء و روش‌های بسیار مهم جدیدی را به گنجینه مهندسی افزودند، این بود که تمام همت خویش را بکار گماردند تا اصل کنترل خودکار را به نحو کامل‌تری به منصه ظهور برسانند. نکته غیرقابل‌انکار دیگر در آثار حیل دانشمندانی چون خازنی و جزری بکارگیری روش‌های تجربی بود. گرچه آن‌ها در توسعه روش‌های تجربی به موفقیت‌های فیزیک ریاضی عصر رنسانس و انقلاب علمی غربی نزدیک نشدند، اما دستکم در همان فضای پارادایمی یونانی، در مسیر ریاضی سازی فیزیک و مکانیک پیشرفت های قابل ملاحظه ای کرده بودند. درهرحال نقش آثار پیشینیان در خلاقیت مسلمانان را نیز نباید کتمان کرد. در صورتی‌که مورخان تاریخ علم اسلامی–عربی سعی کنند فنّاوری عصر طلایی اسلام را از ریشه‌های یونانی و ایرانی و هندی و مصری و ... جدا کنند، دقیقاً پا جا پای محققان تاریخ علم اروپا محور قرن بیستم گذاشته‌اند که فناوری‌های مدرن غرب را از همه‌جهان متمایز برمی‌شمردند.

پیوست

۱. ازجمله این آثار عبارت‌اند از: ۱) رساله‌ای از ارشمیدس با عنوان *فی الثقل و الخفّه*. ۲) کتابی از ارشمیدس به نام *آله ساعات الماء التی ترمی بالبنادق*، با اضافاتی از مؤلفان روم شرقی و اسلامی.۳) رساله‌ای مختصر با عنوان *عمل صندوق الساعات* احتمال زیاد ترجمه رساله‌ای از ارشمیدس باشد. ٤) مقاله معروفی از آپولونیوس (ابلّونیوس نجار) به نام *صفهٔ آلهٔ الزامر* (توصیف دستگاه نی‌زنی). ٥) *الآلات الهوائیه* که ترجمه کتاب *ابزارهای هوایی* فیلون است. ٦) *ثلاث مقالات عربیهٔ فی الآلات المغنیه*، در زمینه ادوات موسیقایی مکانیکی با محرکه‌های هوایی و آبی که اصل آن منسوب به مورسطس (مورطس) از یونان باستان است. ۷) کتابی دیگر درباره دولاب‌ها منسوب به مورسطس، به نام *الدوالیب*. ۸) کتابی منسوب به هرقل‌النجار با عنوان *الدوائر و الدوالیب*. ۹) ترجمه *الحیل الروحانیه* از هرون اسکندرانی، درباره ادوات هوایی که باقی نمانده است. ۱۰) کتابی از مِنلائوس به نام *فی معرفهٔ اوزان الاجرام المختلطه* که باقی نمانده است. ۱۱) کتابی از پاپوس اسکندرانی شامل هشت مقاله که مقاله هشتم آن، با عنوان *مدخل ببوس (پاپوس) الی علم الحیل*، برای بنوموسی ترجمه‌شده بود. ۱۲) خازنی به کتابی از اقلیدس را به نام *فی الثقل و الخفّهٔ و مقیاس الاجرام بعض‌ها الی بعض (فی المیزان-فی الاثقال)* استناد کرده است (ناطق، ۱۳۹۳، ج ١٤). ۱۳) کتاب مکانیک تحلیلی هرون (أیرُن) *فی رفع الأشیاء الثقلیهٔ* که در غالب سه مقاله درباره جراثقال‌ها نگاشته شده و تنها ترجمه عربی از قسطابن لوقا البعلبکی باقی‌مانده است (ابن ندیم،۳۷۷، ۳۲۸). ١٤) رساله *نُتف من الحیل* که ترجمه عربی بخش کوچکی از مسائل مکانیکی، رساله‌ای یونانی منتسب به ارسطوست که احتمال زیاد یکی از شاگردان ارسطو تصنیف کرده است . ١٥) کتاب پنوماتیک فیلون بوزنطی (قرن ۲ پ میلادی) . ١٦) کتاب مکانیک هرون اسکندرانی (٦٠ میلادی). ۱۷) رساله ساعت‌های آبی ارشمیدس نام برد (Abattouy, 2016,15).

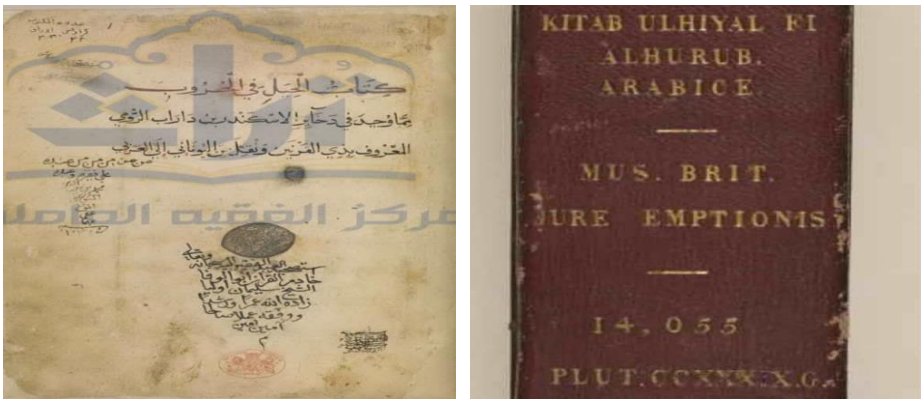
۲. فارابی (م ۳۳۹ قمری) در *احصاء العلوم*، حیل را مرتبط با علم اوزان (ترازوها و اصول مربوط به جابجایی اجسام سنگین) و الاثقال (چگونگی به وجود آوردن ابزارهای سنگین در آن بیان می‌شود) و تعادل و میزان دسته‌بندی نموده و در طبقه‌بندی علوم کنار هندسه، مناظر، نجوم، موسیقی و اثقال ذیل آورده است. ازنظر فارابی علم الحیل اصول و قوانین نظری ریاضی در اجسام خارجی طبیعی منطبق می‌کند. فارابی علم الحیل را به حیل ریاضی و عددی (جبر و مقابله و منطق) و حیل هندسی (معماری، مساحت، نجوم، موسیقی، اپتیک، نظامی، جادویی و صنایع) تقسیم می‌کند (خزائیلی و منتظر القایم،۱۳۹۷، ۱۳۰). ابوعبدالله محمد بن کاتب خوارزمی (م ۳۸۰ قمری/ ۹۹۲ میلادی) دومین نفری است که در *مفاتیح العلوم* علم الحیل را به‌عنوان علم مستقل آورده و آن را ذیل فلسفه نظری علوم مردمان غیر عرب طبقه‌بندی نموده است (غفرانی و همکاران،۱۳۹۱،۷۹ ؛ خزائیلی و منتظر القایم، ۱۳۹۷،۲۹۲). ابوسهل مسیحی (م ٤١٠ قمری) در *رساله اصناف العلوم الحکمیه* حیل را ذیل علوم جزئی آورده است (خزائیلی و منتظر القایم،۱۳۹۷،۱٦۲). ابن‌سینا (م ٤۲۸ قمری) در رساله *اقسام الحکمه*، علم الحیل را در کنار جبر و جراثقال و اوزان و اسلحه و انتقال آب و ... به‌عنوان ۱۱ شاخه علم

مستقل ذیل ریاضیات طبقه‌بندی نموده و این طبقه‌بندی نشان می‌دهد (غفرانی و همکاران، ۱۳۹۱، ۷۹). ابن‌سینا در *دانشنامه علائی* حیل متحرکه را شامل جراثقال، اوزان، آلات حربیه، مناظر و مرایا، آلات موسیقی می‌داند (مسعودی فر،۱۳۹۹، ۱٦۰) او عمر خیام (م ٤٤۰ قمری) در رساله *در علم کلیات وجود* علم الحیل را ذیل دانش هفتم ریاضیات جایگذاری نموده است (اکرمی،۱۳۸۹، ۷۵). شمس‌الدین محمد شهرزوری (٦۷۸ قمری) در رساله *تقاسیم العلوم*، علم الحیل را کنار علم المساحه، جراثقال، عمل الاکر، علم الاوزان و الموازین، علم الات الحرب، علم المناظر و المرایا و علم المیاه در فرع علم هندسه بشمار آورده است (خزائیلی و منتظر القایم،۱۳۹۷،۳۸٤). قطب‌الدین محمود بن ضیاءالدین مسعود شیرازی (٦۳۳– ۷۱۰ قمری) در کتاب *دره‌التاج لغره الدیباج*، علم الحیل را کنار علم جراثقال و اوزان و موازین، جبر و مقابله و نقل میاه و ... جزء فروع علم ریاضیات طبقه‌بندی نموده است (رفیعی علامه، ۱۳۷۳، ۱۲۰). شمس‌الدین محمد بن محمود آملی (۷۵۳ قمری) متأثر از شیوه فخر رازی در مقاله پنجم *نفایس الفنون* در کنار هیئت و مناظر و حساب و جبر و ارقام و مساحت از علم الحیل ذیل علوم اویل /فروع ریاضی یادکرده است؛ او هر دو جنبه معنایی علم الحیل را منظر داشته است (خزائیلی و منتظر القایم،٤۲۰،۱۳۹۷). ابن خلدون (۸۰۸ قمری) در مقدمه، علم الحیل را ذیل هندسه به‌عنوان یکی از زیرشاخه‌های علوم عقلی آورده است (غفرانی و همکاران،۱۳۹۱، ۸۰). طاش کوپری زاده (۹۰۱–۹٦۸ قمری) در *مفتاح السعاده و مصباح السعاده فی الموضوعات العلوم* در بخش «فروع علوم هندسه» زیرشاخه‌های علم الحیل مانند جراثقال و انباط المیاه و آلات حربیه و بنکامات و اوزان و آلات روحانیه را به‌اختصار معرفی می‌کند (غفرانی و همکاران،۱۳۹۱، ۸۰ ؛ اکرمی،۱۳۸۹، ۸۲)

۳. *از دیگر دانشمندان و نوشته‌های آنان در علم الحیل عبارت‌اند از: ۱) سنان بن ثابت (۲٦۸–۳۳۱ قمری) فرزند ثابت بن قره رساله‌ای با نام ملتقطات کتاب التام لسنان بن ثابت فی ذکر اصول الخمسه دارد که به مبانی ماشین‌های ساده پرداخته است. ۲) ابوبکر محمد بن زکریای رازی (س ۳ قمری) صاحب کتاب‌های الحیل و فی محنهٔ الذهب و الفضهٔ و المیزان الطبیعی. ۳) قسطابن لوقای بعلبکی (س ۳ قمری) نویسنده کتاب‌های فی‌الأوزان و المکاییل، القرسطون و فی‌البخار. ٤) ابوالحسن ثابت بن قرّه حرانی (س ۳ قمری) مؤلف قرسطون، فی‌آلهٔ الزمر و فی صنعهٔ استواء الوزن و اختلافه. ٤) عباس بن فرناس (س ۳ قمری) عموماً به ابداع ابزارها و ادوات مکانیکی مثل فواره و محرکه‌های آبی مشغول بود ۵) کتاب فارسی با عنوان معیار العقول در فن جراثقال منسوب به ابن‌سینا وجود دارد که به دسته‌بندی ماشین‌های ساده و مرکب هرون و پاپوس می‌پردازد. ٦) ابوسهل کوهی (س ٤ قمری) که در علم حیل مهارت فراوان داشت و اثری با عنوان مراکزالاثقال نگاشت. ٦) یعقوب بن اسحاق کندی (س ۳ و ٤ قمری) صاحب کتاب‌هایی به اسم رسالهٔ فی تلویح الزجاج و رسالهٔ فی انواع الحدید و السیوف و جیًدها و مواضع انتساب‌ها. ۷) کتابی به نام فی وصف‌السیوف، منسوب به مزید (زید) بن علی‌الحداد الدمشقی که باقی‌مانده است و شامل رساله کندی در وصف انواع شمشیرها نیز می‌شود. ۸) ابوعلی محمد بن الحسن‌بن الهیثم (س ٤ قمری) دارای کتاب‌های قرسطون و عمل بَنکام. ۹) هبهٔاللّه‌بن حسین اسطرلابی (س ٤ قمری) در بغداد رساله‌ای درباره وسیله نی‌زنی دائمی.۱۰) محمد بن أبی‌بکر الزرخوری (س ۹ قمری)، نویسنده کتاب*

زهرالبساتین فی علم المشاتین. ۱۱) محمد حافظ اصفهانی معروف به نتیجه الدوله ، (س ۹ و ۱۰ قمری) رساله‌ای شامل سه مقاله در اختراعات صنعتی (آسیاب و دستگاه روغن کشی) به فارسی نگاشته است. ١٤) رسائل اوزان و مقادیر منسوب به محمدعلی بن ابی‌طالب، متخلص به حَزین لاهیجی (۱۱۰۳-۱۱۸۰ قمری) که به زبان فارسی نگاشته و به علم الحیل پرداخته است (ناطق، ۹۳، ج ١٤ ؛ هیل، س ۳، ش ٤، ٥-٤). بخشی ازآثار علم الحیل صرفاً به موضوع جنگ پرداخته اند: قدیمی‌ترین اثری که به‌صورت تخصصی در زمینه کاربرد فناوری جنگی نگاشته شده از ابوسعید عبدالملک بن قریب اصمعی (ح ۱۲۳-۲۱٦ قمری)، از ندیمان خاص هارون‌الرشید عباسی است (ابن خلکان، ١٣٦٤، ج ۳). پیش از او کندی (م ٢٥٤ قمری) به ارائه روایاتی در مورد انواع شمشیر و طرز ساخت آن‌ها پرداخته است (ابن ندیم، ۳۷۷، ۲۰۸). طرسوسی (م ۵۸۹ قمری) نخستین کسی که به درخواست صلاح‌الدین ایوبی یک دائره‌المعارف جامع تخصصی پیرامون فن‌آوری نظامی تألیف نمود (ترمانینی،۱۳۸۵، مقدمه). ابن ارنبزا الزردکاش (م ۸٦۷ قمری) نیز اثری بنام الانیق فی المناجنیق نوشت که صرفاً اختصاص به منجنیق و کاربرد آن داشت (حسینی، ١٤٠٠، ۳۷۷). هرثمی شعرانی (س ۳ قمری) - مصاحب مأمون عباسی- نخستین کسی است که در آداب و فنون جنگی دست به تألیف کتاب مستقلی بنام الحیل زده است. تلخیص کتاب او با عنوان مختصر سیاست الحروب، امروزه در دست است (ابن ندیم، ۳۷۷ ظ، ۳۸۲). ابن قتیبه دینوری (م ۲۷٦ قمری) کتابی درباره اصول جنگ با عنوان عیون الاخبار تألیف نمود که پایه اصلی این اثر بر اساس یک متن آموزشی آئین جنگ از عصر با نام آئین نامک توسط بهرام چوبین ساسانی نگاشته شده و ابن مقفع آن را از پهلوی ساسانی به عربی ترجمه کرده بود (ابن ندیم، ۳۷۷، ۱۰۵). فخر مدبر ملقب به مبارک شاه اثری بنام الحرب و الشجاعه که از متون ارزشمند فارسی سده ٦ قمری است در خصوص سازمان‌دهی در جنگ نگاشت (مدبر، ١٣٤٦، مقدمه). کتاب تجنید الاجیاد و جهات الجیاد، تألیف بدرالدین بن محمد کتانی الحموی و نیز تعبیه الجیوش، از مواریث تخصصی نظامی دوره اسلامی است (قائدان،۱۳۹۸ ،۲۰). ابن منکلی بغا ناصری (م ۷۸٤ قمری) تألیفی با عنوان الادلهٔ الرسمیه فی التعابی الحربیه (م ۸۷۳ قمری) دارد (ابن منکلی، ١٤٠٩، مقدمه). کتاب المخزون الجامع الفنون تألیف مقداد بن اسود مشهور به ابن حزام از سده ۹ قمری است که نسخه خطی آن دارای تاریخ ۹۷۵ قمری است و در مورد فنون و آداب جنگ که با تصاویر و اشکال بسیار زیبا و فراوان، ارزش دوچندان یافته است (عبد العال، حمد إبراهیم، ۷). کتاب السعی المحمود فی ترتیب الجنود، تألیف زین‌الدین عبدالقادر فاکهی از سده ۸ قمری است که نسخه خطی آن در کتابخانه دانشگاه الازهر موجود است (فاکهی، ق ۸ مقدمه).

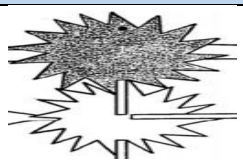
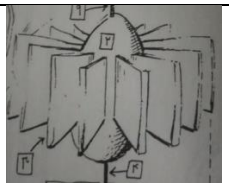
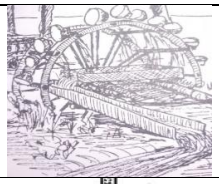
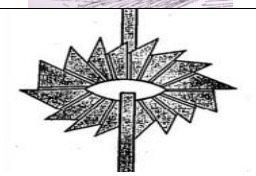
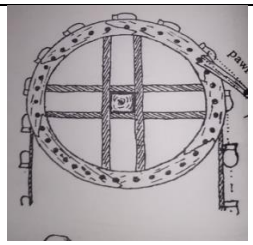
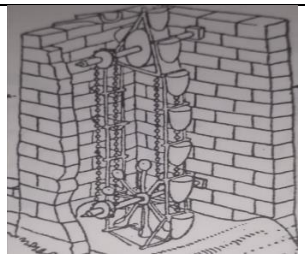
٤. تصویر جلد کتاب الحیل فی الحروب نسخه ١٤٠٥٥ موزه بریتانیا



٥. شامل موضوعات ذیل است: باب اول: شمشیرها، سلاح و اجناس آن‌ها؛ باب دوم: سپرها، انواع و نحوه ساخت آن‌ها؛ باب سوم: هجوم و دفع حملات؛ باب چهارم: ترفندهای جنگی در هدف‌گیری اسب‌ها؛ باب پنجم: تیراندازی در شب و تاریکی؛ باب ششم: در شناخت انواع نفت و مواد آتش‌زا؛ باب هفتم: روشنایی اطراف لشکریان (اردوگاه جنگی)؛ باب هشتم: ترفندهای ساخت لباس رزم (زره)؛ باب نهم: راه‌های دشمنان در شب؛ باب دهم: تخریب و انهدام شهرها؛ باب یازدهم: ایجاد و حفر خندق و تونل: طرح‌ها و نقشه‌های فراوانی از طریقه ساخت دلو و چرخ چاه ؛ باب دوازدهم: انهدام و مدفون ساختن شهرها؛ باب سیزدهم: ترفندهای اولیه برای تشکیل صف‌های رزم (پیش‌قراولان)؛ باب چهاردهم: هنگامی‌که باید بدانند هر اسلحه دو نوع است؛ باب پانزدهم: در نام اسب‌های تندرو؛ باب شانزدهم: در پایداری و استقامت؛ باب هفدهم: برنامه‌ریزی و تمهیدات برای فرستادن پیک و رسولان به سرداران؛ باب هجدهم: طبل و سازهای جنگی؛ باب نوزدهم: جبران و تدارک برای شکست‌های احتمالی؛ باب بیستم: ترفندها، حقه‌ها و نوع جنگیدن با ترک‌ها؛ باب بیست و یکم: ترفندهای جنگ با هند (ابن منکلی، ۷۷۸، ۳).

۶.فهرست مطالب باب‌های ابن کتاب به ترتیب عبارت است از: ۲,۱ – شمشیر. ۲,۲– سپر. ۲,۳ – تیر. ۲,٤ – تیر اندازی از پایین دژ. ۲,۵ – تیر اندازی در شب. ۲,٦– مواد آتش زا. ۲,۷ – دلو و ادوات کشیدن آب از چاه. ۲,۸ – فریب دشمن. ۲,۹– شیوه‌های رزم. ۲,۱۰– شیوه‌های جنگ با اقوام (عبدالعزیز، ۲۰۰۰، ۱–۱۹). در پیوست این باب یازدهم از نسخه الحیل فی الحروب ابن منکلی موزه بریتانیا به شماره ١٤٠٥٥ (صفحه ۳۲۰ تا ۳۲۰) را با اعمال تصحیح‌های نبیل محمد آورده‌ایم.

۷.پیش از اینکه به بررسی باب یازدهم کتاب الحیل فی الحروب ابن منکلی بپردازیم بهتر است با تعدادی از متعلقات که در ساخت با دستگاه‌های بالابرنده آب استفاده می‌شد معرفی کنیم:

ردیف	جنس و طریقه عملکرد	تصویر
۱	چرخ‌دنده (دولاب ذودندانجات): از چوبی محکم ساخته‌شده که پس از ساختن یک دایره چوبی، محیط دایره را دندانه‌دار نموده و برای انتقال حرکت و یا تبدیل حرکت افقی به عمودی یا بلعکس استفاده می‌شده است.	
۲	چرخ پره دار پهن (دولاب ذواجنحه): چرخی که با تراشیدن حلقه چوبی و میخکوب کردن پاروهایی به آن تولیدشده و برای قابل‌استفاده نمودن انرژی حرکتی آب در کارهای مختلف مثل آسیاب و غیرو استفاده می‌شده است. اگر بدون چرخ‌دنده کار کند ناعوره نام دارد	
۳	چرخ کفه دار یا ملاقه دار (دولاب ذوحلقتین): چرخی که با کنده‌کاری چوب ساخته‌شده و به پره‌های آن کفه‌ها یا ملاقه‌های چوبی میخکوب می‌شد. این چرخ برای خارج کردن آب از نهرها و رودخانه‌ها و کانال‌ها استفاده می‌شده است.	
٤	چرخ‌دنده پره ای زاویه‌دار: این چرخ با کنده‌کاری چوب و میخکوب نمودن تخته‌های مایل تولیدشده و برای انتقال حرکت افقی به مایل استفاده می‌شده است.	
٥	چرخ پلکانی (دولاب ذوعارضات): بااتصال دو دایره چوبی و پلکانی نمودن مابین محیط این دو دایره تولیدشده و با ساختن دو مرکز با گذشتن یک میله آهنی در میان آن به‌عنوان محور تولید می‌شد. این چرخ برای استخراج آب استفاده می‌شده است.	
٦	چرخ سندی (دولاب سندیا): به‌وسیله یک طناب یا زنجیری آهنی یا الیافی که تعدادی کاسه یا دلو به آن‌ها محکم متصل شده بود به‌منظور استخراج آب از چاه ساخته می‌شد. این زنجیر بروی چرخ شماره ۵ سوار می‌شد و مجموعاً چرخ چاه سندی را تشکیل می‌دهد. ترکیب روبرویی ساقیه است که با حرکت چهارپا کار می‌کند.	

اصطلاح عربی شبر (ج اشبار): واحد اندازه‌گیری طول معادل ۲۲ تا ٢٤ سانتی‌متر است و اصطلاح رطل: واحد وزن و معادل ٤١٥ گرم است و اصطلاح ذراع: واحد اندازه‌گیری طول و معادل حدود نیم متر است

منابع و مطالعات

ابن منکلی، محمد بن محمود (۷۸۷ ق). *الحیل فی الحروب* نسخه شماره ۱۴۰۵۵موزه بریتانیا ۱۴۸پ، ۱۵۸ پ.

ابن منکلی، محمد بن محمود (۱۴۰۹ ق/۱۹۸۸ م). *الادله الرسمیه فی التعابی الحربیه*، تحقیق محمود شیت خطاب، بغداد، مطبعه المجمع العلمی العراقی.

ابن ندیم، محمد ابن اسحاق (۳۷۷ ق). *الفهرست* ،جلد الاول، إبراهیم رمضان، دار المعرفه بیروت، لبنان.

ابن ندیم، محمد ابن اسحاق. (۱۳۸۱). *الفهرست*، به کوشش رضا تجدد، تهران: اساطیر.

ابن خلکان، احمد بن محمد (۱۳۶۴)، *وفیات الأعیان و أنباء أبناء الزمان*، ۳، قم، الشریف رضی.

اکرمی، ایوب (۱۳۸۹). *بررسی تطبیقی طبقه بندی های علوم در تمدن اسلامی*. معرفت.۷۱،۱۹،۱۵۱–۸۸.

استوار، رحمت الله (۱۳۷۲). *معرفی و نقد کتاب: انباط المیاه الحفیه؛ابوبکر محمد بن الحسن الحاسب الکرجی* .تحقیقات اسلامی، س۸، ۱و۲،۲۳۵–۲۳۸.

بنوموسی، احمد بن موسی (۱۹۸۱ م). *الحیل*. تصحیح و تنظیم: حسن، احمد یوسف، خیاطه، محمد علی، مصطفی تعمری ، جامعهٔ حلب. معهد التراث العلمی العربی ، حلب ، سوریه.

ترمانینی، عبدالسلام (۱۳۸۵). *رویدادهای تاریخ اسلام*، مترجم: جمعی از پژوهشگران با نظارت سیدعلیرضا واسعی، چاپ اول، پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی.

حاتمی, امیرحسین . (۱۳۹۹). *بررسی تحول تاریخی مفهوم دهقان؛ از زمین دارِ اشرافی به روستاییِ کشاورز (از دوره باستان تا سده ششم هجری* . نشریه پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام، (۲۶)۱۴، ۷۳–۹۱.

حسینی، سید رضا و ذکاوت، سحر. (۱۴۰۰). *مطالعهٔ تطبیقی نقش ابزار جنگیِ منجنیق در نسخهٔ جامع التواریخ ایلخانی با ساز و کار علمیِ ابزار در منابع علمی* .تاریخ علم، ۱۹(۲)،۳۷۷-۴۱۲ .

جزری، ابی العز اسماعیل (۱۳۸۰)، *الجامع بین‌العلم والعمل النافع فی صناعهٔ الحیل*، تصحیح احمد یوسف حسن، جامعه الحلب.

جزری، ابوالعز اسماعیل (۱۳۷۹). *مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی (الجامع بین‌العلم والعمل النافع فی صناعهٔ الحیل)*، ترجمه محمدجواد ناطق، تهران، ص ۴۳–۴۱.

خزائیلی نجف‌آبادی، محمدباقر و منتظر لقائم، اصغر (۱۳۹۷). *نقد و بررسی طبقه بندی علوم در تمدن اسلامی با تاکید بر نقش ایرانیان (قرن های سوم تا یازدهم قمری)*، اصفهان؛ پژوهشگاه حوزه و دانشگاه.

خازنی، ابوالفتح عبدالرحمن (۱۳۴۶). *میزان الحکمه*، با کوشش مدرس رضوی، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، چاپخانه داورپناه، تهران.

طوسی، محمد بن محمد بن حسن (۱۳۵۶). اخلاق ناصری، محقق: مجتبی مینوی و علیرضا حیدری، تهران: نشر خوارزمی.

عبدالعزیز، نبیل محمد (۲۰۰۰). *الحیل فی الحروب و فتح المدائن و حفظ الدروب*، تصحیح الحیل فی الحروب ابن منکلی، کتابخانه دارالکتب المصریه بالقاهره، فصل ۲,۷

قائدان، اصغر (۱۳۹۸). *تاریخ نگاری نظامی عصر اسلامی از آغاز تا پایان عصر ممالیک (۶۴۸-۹۲۳ میلادی)* ، پژوهش نامه تاریخ اسلام، سال ۹، شماره ۳۳، صفحه (۵-۲۸).

کرامتی، یونس (۱۴۰۲). *ریاضیات و شاخه های و شاخه های آن در طبقه بندی های کهن علم: از آغاز تا سده دهم قمری*، دوفصلنامه فرهنگ و اندیشه ریاضی،۲،۴۲،

کاتب خوارزمی،محمدبن احمد بن یوسف(۱۳۶۲). *مفاتیح العلوم*، مرکز انتشارات علمی و فرهنگی، تهران.

فخر مدبّر، محمد بن منصور. (۱۳۴۶). *آداب الحرب و الشجاعه*، به کوشش احمد سهیلی خوانساری، تهران، اقبال.

فاکهی، زین الدین عبیدالقادر.(س ۸ ق). *السعی المحمود فی ترتیب الجنود.*

ناطق، محمد جواد (۱۳۹۹). *خازنی عبدالرحمان (دستاوردهای خازنی در دانش مکانیک*. دانشنامه جهان اسلام. ج ۱۴، ص ۶۳۳ تا ۶۳۷.

ناطق، محمد جواد (۱۳۹۳). *وسیله‌ای‌برای‌آب‌کِشی‌از آبِ جاری‌یا چاهِ آبمان*، دانشنامه جهان اسلام، ج ۱۱، چرخاب، ۸۰۵-۸۱۰.

ناطق، محمد جواد و قاسملو، فرید (۱۳۹۳). *ذیل «بنو موسی»*. دانشنامه جهان اسلام، ج ۴.

ناطق، محمد جواد. کریمی، مصطفی (۱۳۹۳). *بررسی اصالت نسخه های فارسی جرثقیل*، تاریخ علم، ش ۱، ص ۹۵-۱۱۳.

نیک سرشت، ایرج و نظری، سعید (۱۳۹۴). *علم الحیل در دوره افول تمدن اسلامی*: تصحیح و بررسی بخش فواره های «*الطرق السنیه فی الآلات الروحانیه*»، فصلنامه تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی، سال ۶، ۲۰، ص ۷۱-۹۸.

غفرانی، علی و نیک سرشت، ایرج و نظری، سعید (۱۳۹۱). *«علم الحیل در طبقه بندی علوم در اسلام: پژوهش و بررسی فواره ها»*، فصلنامه مطالعات تاریخ و تمدن ملل اسلامی، سال اول،۲، ص ۷۵-۹۹.

راصد دمشقی، تقی الدین بن معروف (۱۹۷۶). مخطوطه الطرق السنیه فی آلات الروحانیه (القسم الثانی فی کتاب تقی الدین و الهندسۀ المکانیکیه العربی). دانشگاه حلب، سوریه.

رحیلی، سلیمان (۱۹۰۰). *«نرفندها در جنگ ها اثر ابن منکلی»*، کتابخانه التوبه للنشر و نشر.

هیل، دونالدز (۱۳۶۲). *«مهندسی مکانیک در میان مسلمانان»*، م: معصومی همدانی، نشر دانش،۳، ۴.

هونکه، زیگرید (۱۳۷۰). *فرهنگ اسلام در اروپا*، ترجمه مرتضی دهبانی، نشر فرهنگ اسلامی، تهران.

عبد العال، حممد إبراهيم، (۲۰۲۱ م) *مخطوطات الفروسیۀ المملوکیۀ المزینۀ بالتصاویر «کتاب المخزون جامع الفنون أنموذجً»* (۸۷۵ ق/ ۱۴۷۰ م)*دوریۀ علمیۀ مُحکمۀ، اإلسکندریۀ، مرص: مکتبۀ اإلسکندریۀ، قطاع ابحث ألکادییم*، مرشوع ذاکرۀ العرب.

علی رفیعی علامه(۱۳۷۳).«طبقه بندی علوم در جهان اسلام»،نامه فرهنگ بهار،۱۱۰،۱۳-۱۲۷.

رحمتی, محسن . (۱۳۹۷). *تحکیم و توسعه دولت خوارزمشاهی در عهد آتسز (۵۲۲- ۵۵۱ ه.ق)»*، نشریه پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام، (۲۳)۱۲، ۱۰۵-۱۲۶.

روسو، پیر ژان باپتیست (۱۳۷۸). *تاریخ‌علوم*، ترجمه حسن‌صفّاری، تهران؛ امیرکبیر.

یعقوبی، احمدبن اسحاق (۱۹۶۰). *تاریخ یعقوبی*، دارصار، بیروت.

Abattouy, M. 2008. "The Arabic Science of Weights ('Ilm al-Athkāl): Textual Tradition and Significance in the History of Mechanics," in Calvo, E. et al. eds. A Shared Legacy – Islamic Science East and West. Barcelona: Universitat de Barcelona, 83–116.

Abattouy, M. 2016. "The Corpus of Mechanics of al-Isfizārī: Its Structure and Signification in the Context of Arabic Mechanics," Micrologus 24: 121–69.

Canavas, Constantin,2022. AUTOMATA AND BALANCES, Brentjes, Sonja, 2022. *ROUTLEDGE HANDBOOK ON THE SCIENCES IN ISLAMICATE SOCIETIES*, Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business(113-129).

Encyclopedia of the history of Arabic science, ed. Roshdi Rashed, London: Routledge, 1996, s.v.

Hill, D. R. 1991. "Arabic Mechanical Engineering. Survey of the Historical Sources," Arabic Sciences and Philosophy 1: 167–86.

Khanikoff ،N. «Analysis and Extracts of Books of the Balance of Wisdom ،an Arabic Work on the Water-Balance Written by Al-Khâzinî in the Twelfth Century», Journal of American Oriental Society،1860.vol.1 (40-53).

Schriwer, Charlotte,2022. WATER AND TECHNOLOGY IN THE ISLAMICATE WORLD, Brentjes, Sonja, 2022. *ROUTLEDGE HANDBOOK ON THE SCIENCES IN ISLAMICATE*

SOCIETIES, Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business (523-537).