



The *Great Hakimi Zij* in the History of Islamic Astronomy and Its Role in the Transmission of Observational Data to Modern Astronomy

Younes Karamati¹ 

1. Assistant Professor, Institute for the History of Science, University of Tehran, Tehran, Iran (ykaramati@ut.ac.ir)

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 28 December 2025
Received in revised form:
05 February 2025
Accepted: 17 February 2026
Published online: 11 March 2026

Keywords:

Great Hakimi Zij,
Ibn Yunus,
History of Islamic Astronomy,
Observational Astronomy in Islam,
Observational Data,
Secular Acceleration of the Moon,
Transmission of Astronomical Knowledge

ABSTRACT

The *Great Hakimi Zij*, composed by the Egyptian astronomer Ibn Yunus (d.399/1009), is among the most significant astronomical works compiled in the Islamic civilization and constitutes a fundamental source for the history of observational practice. This article examines the place of the *Hakimi Zij* within the history of Islamic astronomy by focusing on its observational content and historical function, and by assessing its role in the transmission of astronomical data to modern astronomical traditions. A close analysis of the text demonstrates that Ibn Yunus, through the systematic and precise recording of his own observations and the careful compilation of dispersed materials from earlier astronomers, preserved a corpus of data some of which represent the only known sources for reconstructing otherwise lost observational traditions. The *Great Hakimi Zij* constitutes the sole extant source for Iranian observations of the solar apogee from the Sasanian period, as well as for data attributed to figures such as Ahmad al-Nahāwandī, al-Māhānī, and the Banū 'Amājūr, and thus plays a foundational role in reassessing the history of Islamic observational astronomy, particularly the observational program of the Mumtāhan astronomers. The article further traces the wide circulation of the *Hakimi Zij* across various Islamic regions, including Egypt, Syria, Iran, and Yemen, and examines its profound influence on later astronomical tables, most notably the *Ilkhanid Zij*. It then explores the routes through which the observational data of this work were transmitted to Europe and the ways in which Western astronomers made use of them from the seventeenth century onward—data that played a significant role in the formation of modern astronomical research, including studies of the secular acceleration of the Moon and long-term variations in the Earth's rotational velocity. In this way, the *Great Hakimi Zij* stands not only as a landmark work in the history of Islamic astronomy, but also as a civilizational document attesting to the link between Islamic observational practice and the formation of modern astronomical knowledge.

Cite this article: Karamati, Y. (2026). The *Great Hakimi Zij* in the History of Islamic Astronomy and Its Role in the Transmission of Observational Data to Modern Astronomy. *Iranian Journal for the History of Islamic Civilization*, 58(2), 296-321. DOI: 10.22059/jhic.2026.408990.654628



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jhic.2026.408990.654628>

جایگاه زیج حاکمی کبیر در تاریخ اخترشناسی اسلامی و نقش آن در انتقال داده‌های رصدی به سنت اخترشناسی مدرن

یونس کرامتی^۱

۱. استادیار، پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: ykaramati@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۲۰

کلید واژه‌ها:

زیج حاکمی کبیر، ابن یونس، تاریخ اخترشناسی اسلامی، رصدگری در اسلام، داده‌های رصدی، شتاب سِدِگانی ماه، انتقال دانش نجومی.

زیج حاکمی کبیر اثر ابوالحسن علی بن عبدالرحمان بن یونس (ف. ۳۹۹ق.)، اخترشناس نامدار مصری، از برجسته‌ترین آثار اخترشناسی در تمدن اسلامی و از منابع بنیادین تاریخ رصدگری به شمار می‌آید. این مقاله با تمرکز بر محتوای رصدی و کارکرد تاریخی زیج حاکمی کبیر، جایگاه این اثر را در تاریخ اخترشناسی اسلامی و نقش آن را در انتقال داده‌های رصدی به سنت اخترشناسی مدرن بررسی می‌کند. تحلیل متن نشان می‌دهد که ابن یونس با ثبت دقیق و نظام‌مند رصدهای خود و گردآوری داده‌های پراکنده اخترشناسان پیشین، مجموعه‌ای فراهم آورده که برخی از این داده‌ها، یگانه مأخذ شناخته‌شده برای بازسازی سنت‌های رصدی از میان‌رفته است. زیج حاکمی کبیر تنها منبع موجود برای رصدهای ایرانی جایگاه اوج خورشید در روزگار ساسانی و رصدهای احمد نهبودی، ماهانی و خاندان اماجور است و از این رهگذر، نقشی بنیادین در بازشناسی تاریخ رصدگری و به‌ویژه رصدهای اصحاب ممتحن دارد. مقاله پیش‌رو همچنین به رواج گسترده زیج حاکمی کبیر در سرزمین‌های مختلف اسلامی، از جمله مصر، شام، ایران و یمن، و تأثیر عمیق آن بر زیج‌های بعدی، به‌ویژه زیج *ابلیخانی*، می‌پردازد. سپس، مسیر انتقال داده‌های رصدی این اثر به اروپا و چندوچون بهره‌گیری اخترشناسان غربی از آن‌ها از سده ۱۷ میلادی به بعد بررسی می‌شود؛ داده‌هایی که در شکل‌گیری پژوهش‌های نوین نجومی، از جمله بررسی شتاب سِدِگالی ماه و تغییرات سرعت چرخش زمین در درازمدت، نقشی مؤثر داشته‌اند. بدین‌سان، زیج حاکمی کبیر نه تنها اثری شاخص در تاریخ اخترشناسی اسلامی، بلکه سندی تمدنی از پیوند میان رصدگری اسلامی و تکوین اخترشناسی مدرن به شمار می‌آید.

استناد: کرامتی، یونس (۱۴۰۴). جایگاه زیج حاکمی کبیر در تاریخ اخترشناسی اسلامی و نقش آن در انتقال داده‌های رصدی به سنت اخترشناسی مدرن. *پژوهشنامه تاریخ تمدن اسلامی*، ۵۸(۲)، ۲۹۶-۳۲۱. DOI: 10.22059/jhic.2026.408990.654628



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jhic.2026.408990.654628>

مقدمه

الزیج الحاکمی الکبیر (از این پس به اختصار زیج حاکمی)، پرآوازه‌ترین و درازدامن‌ترین نوشته ابوالحسن علی بن عبدالرحمان بن احمد بن یونس، اخترشناس و اخترشمار نامدار مصری، نامور به ابن‌یونس (ف. ۳ شوال ۳۹۹ ق. / ۳۰ مه ۱۰۰۹ م.) است که آن را، به گواهی رصدهای یادشده در آن، پس از صفر ۳۹۸ / نوامبر ۱۰۰۷ به نام الحاکم بامرالله (خلیفه فاطمی مصر، خلافت: ۳۸۶-۴۱۱ ق.) نوشته است (برای ضبط درست نام این زیج و چندوچون نگارش آن نک: کرامتی، ۱۴۰۵).

ابن‌یونس (گ ۱ پ-۲ ر) گویا در واکنش به انتقادهای رقبا - که به‌ویژه بر رصدگری یک‌تنه او خرده می‌گرفتند - برای اثبات ناکارآمدی رصدهای گروهی اخترشناسان درگاه مأمون عباسی، نامور به اصحاب ممتحن (حدود ۲۱۳-۲۱۸ ق.)، داده‌های رصدهایی پرشمار از خود و پیشینیانش را در این زیج آورده است (در این باره نک. کرامتی، ۱۴۰۴: بند ۱؛ همو، ۱۴۰۲ الف: ۱۰۵) که همین گزارش‌ها بعدها مهم‌ترین برتری زیج حاکمی بر نزدیک به همه زیج‌های دیگر دوره اسلامی و مایه آوازه بسیار آن در دوره نوزایی غرب شد (نک. پس از این).



تصویر ۱: ابن‌یونس هنگام اهدای زیج حاکمی به الحاکم بامرالله فاطمی، دست‌نویس ۶۵۶۲ طوب‌قاپی سرای (۱۶۳۸ مجموعه روان کوشکی، القانون فی الدنيا نوشته احمد بن زنبیل)، گ ۲۵۴ پ. تصویر اصلی رنگی است (برای تفصیل نک. King, 1999: 498, id., 2010: 151-156).

ترجمه عبارت ترکی عثمانی بالای تصویر (که نزدیک به ۲۰۰ سال جدیدتر از نگاره است): «این نگاره تصویر یکی از حکیمان مصر به نام علی ابن‌یونس بوده است. مسلمان بوده است».

زیج حاکمی به عنوان «منبع یگانه» در برخی مباحث تاریخ علم

شماری از منابع زیج حاکمی امروزه از میان رفته‌اند و تنها آگاهی ما از نام و محتوای آن‌ها وامدار زیج حاکمی است. این زیج، یگانه منبع کهن شناخته‌شده دربارهٔ رصدهای ایرانی جایگاه اوج خورشید در روزگار ساسانیان (ابن یونس: گ ۶۳-ر ۶۳ پ)، نام و رصدهای احمد نهلوندی (نک. همان، گ ۵۳ پ، قس. همان: ۱۱۲ ر؛ دربارهٔ این دو نک. پس از این) و محمد بن احمد بن یوسف سمرقندی و رصدش در ۲۳۴ یزدگردی / ۲۵۱ ق. / ۸۶۵ م در سمرقند (همان، گ ۵۳ ر؛ نام به صورت احمد؟/ محمد؟ بن محمد یوسف سمرقندی، ۵۳ پ: وسط الشمس، ۵۴ پ: جایگاه قلب الاسد) و یگانه روایتگر رصدهای ماهانی در میانهٔ سدهٔ ۳ ق. در سامرا (همان، گ ۴۸-ر ۴۹ پ، ۵۴ پ) و خاندان اماجور در اواخر سدهٔ ۳ - اوائل سدهٔ ۴ ق. در بغداد و شیراز (همان، گ ۵۰-ر ۵۲، ۵۳-ر ۵۳ پ، ۵۴ پ-۵۵ پ)، تنها یادکنندهٔ زیج عبدالرحمان صوفی (همان، گ ۵۳ ر، ۵۳ پ؛ Mercier, 2004: 1-31, id., 1987: 111) و زیج احمد بن موسی بن شاکر بی همراهی برادرش محمد (ابن یونس: گ ۵۳-ر ۵۳ پ، ۶۳ ر) است. رصد ابن اعلم برای اندازه‌گیری میل اعظم (همان: گ ۱۱۲ پ) و رصدهای حبش حاسب (همان، گ ۴۸ ر، ۵۴ ر) برگرفته از آثار امروزه گم‌شدهٔ آن‌هاست و در منابع دیگر نیز نیامده (برای بیشتر رصدهای یادشده در این بند نک. کرامتی، ۱۴۰۴ ب: جدول‌ها، همو، ۱۴۰۲ الف: ۱۰۵-۱۱۰؛ برای گزارش رصدهای میل اعظم در زیج حاکمی نک. همو، ۱۴۰۴ الف: ۱۷۴-۱۸۸، ۱۹۳-۱۹۴).

ابن یونس همچنین از اخترشناسی به نام «علی بن اسحاق بن کیسون؟» در شمار منتقدان اصحاب ممتحن یاد کرده است (ابن یونس: گ ۲ ر) که به گمان نزدیک به درست باید همان باشد که بیرونی (۱۹۳۶: ۳۱) اثر امروزه گم‌شدهٔ کتاب فی امر الممتحن و تبصیر ابن کیسوم المفتتن را هم‌چنان که از عنوانش پیداست - در ناروایی شماری از انتقادهای او بر اصحاب ممتحن نوشت.

البته محمد بن ابوبکر فارسی (گ ۵۷ ر) نیز در درآمد زیج خود بیشتر اینان را در سیاههٔ رصدگران پیش از خود یاد کرده، اما پیداست که او همهٔ نام‌های یادشده در زیج حاکمی را، چه رصدگر و چه جز آن (از جمله حامد بن علی واسطی اسطربلاب‌گر و اسحاق بن حنین)، گویا به واسطهٔ منبع اصلی خود، یعنی زیج‌های ابوالحسن علی بن عبدالکریم شروانی مشهور به فهاد، در این سیاهه آورده است. ارجاع صریح محمد بن ابوبکر (همان، گ ۵۷-ر ۵۷ پ) به ابن یونس نیز گواهی دیگر بر بهره‌گیری مستقیم یا به‌واسطهٔ او از زیج حاکمی است. یادکرد شماری از این منابع در زیج ابوالعقول نیز - چنان که یاد شد - به دلیل بهره‌گیری او از زیج حاکمی و گاه نقل واژه‌به‌واژه از آن (ابوالعقول: گ ۲۳ ر، ۶۸ ر، ۹۱-ر ۹۳ ر، و جای‌های دیگر) است.

ابن یونس گزارشی یگانه از «رصدهای دوگانهٔ ایرانیان پس از بطلمیوس» آورده است که در آن‌ها اوج خورشید در $17:55^\circ$ و $20:00^\circ$ از جوزا (طول دایره البروجی $77:55^\circ$ و $80:00^\circ$) یافته شد و این را بر افزایش طول دایره البروجی جایگاه اوج خورشید گواه گرفته است. او فاصلهٔ میان رصد دوم و رصد ممتحن را ۲۰۰ سال و فاصلهٔ

میان دو رصد ایرانی را ۱۶۰ سال (گ ۶۳-ر ۶۳-پ؛ نیز تکرار آن توسط ابوالعقول: گ ۲۳-پ ۲۴-ر) و در نتیجه تاریخ این رصدها را حدود ۴۷۰ و ۶۳۰م. دانسته است. کندی و وان در وردن (Kennedy & van der Waerden, 1963: 323, 325) رصدهای یادشده در گزارش زیج حاکمی را نشانه تأثیر نجوم ساسانی بر نجوم هندی انگاشته‌اند. اما پینگری (Pingree, 1965: 334-335, id., 1964-1965: 120-121, id., 1973: 36-37) نیز نک: Panaino, 2009: 76) در قامت مدافع نجوم هندی، بی‌مراجعه به زیج حاکمی و با تکیه بر گمان‌هایی نالستوار و البته بی‌توجهی شگرف به برخی نکات پیش‌پافتاده منطقی و ریاضی، کوشیده است تا مقادیر منتسب به رصدهای ایرانی را حاصل محاسبه بر پایه نجوم هندی انگارد (کرامتی، ۱۴۰۲: ۱۷۱-۱۷۵).

ابن یونس درباره احمد نهاوندی آورده است: «من هیچ رصدی میان رصد بطلمیوس و رصد اصحاب ممتحن نمی‌شناسم مگر رصد احمد بن محمد نهاوندی حاسب در جندی شاپور و به روزگار یحیی بن خالد بن برمک» (ابن یونس: گ ۵۳-پ) و قاعدتاً مقصودش در اینجا رصد برای اندازه‌گیری وسط الشمس بوده است؛ اما اخترشناسان دیگر هیچ رصدی در این بازه نمی‌شناختند (بیرونی، ۱۹۶۲: ۸۹-۹۰؛ و به پیروی از او: خازمی: گ ۴-ر؛ صاعد اندلسی، ۱۳۷۶: ۲۱۸؛ نیز نک. نامه ثابت بن قره به اسحاق بن حنین به روایت ابن یونس: گ ۵۰-ر). ابن یونس بار دیگر هنگام گزارش رصدهای میل اعظم آورده است: «من هیچ رصدی میان رصد بطلمیوس و رصد اصحاب ممتحن برای یافتن میل [اعظم] نمی‌شناسم مگر رصدی در سال ۱۶۰ و اندی پس از هجرت. و "رصدگر آن" آورده است که...»^۲ (همان، ۱۱۲-ر) که پیداست باز هم به احمد نهاوندی اشاره دارد. اما دهه ۱۶۰ق. با رویدادهای روزگار یحیی بن خالد سازگار نیست و چه‌بسا در عبارت «نیف و ستین و مائة للهجرة»، سبعین (۷۰) به اشتباه ستین (۶۰) یا «یزدجرد» به اشتباه «هجرة» آمده و روزگار رصدها دهه ۱۶۰ یزدگردی / ۱۷۰ق. باشد (برای تفصیل نک. کرامتی، ۱۴۰۲: ۱۷۹-۱۸۲).

رواج در دوره اسلامی

کهن‌ترین گزارش درباره رواج زیج حاکمی از آن صاعد اندلسی (۱۳۷۶: ۲۳۱؛ نیز نک. تکرار همین عبارت توسط ابن خلکان، ۱۹۷۲: ۳ / ۴۳۰) است که بی‌یادکرد نام زیج ابن یونس بر آن است که «امروزه مردم مصر بر تصحیح او از زیج یحیی بن ابی منصور اعتماد دارند». ابن کثیر (۲۰۱۰م. / ۱۴۳۱ق.:: ۱۲ / ۲۰۱) نیز هنگام یادکرد ابوسعید عبدالرحمان بن یونس (پدر ابن یونس اخترشناس) آورده است که پسر زیجی سودمند

۱. «و لا اعلم بین رصد بطلمیوس و بین رصد اصحاب الممتحن رسداً الا رصد احمد بن محمد النهاوندی الحاسب بمدينة جندی سابور فی ایام یحیی بن خالد بن برمک».

۲. «و لا اعلم رسداً بین بطلمیوس و اصحاب الممتحن للمیل الا الرصد الذی کان فی سنة نیف و ستین و مائة للهجرة فإن راصده ذکر...».

داشت که اصحاب این فن بدان رجوع می‌کردند؛ همچنان که سخنان پدر مرجع محدثان بود. مقریزی به نقل از اثر *گمشده عمل الرصد* (از نگارنده‌ای ناشناس) آورده است که پیش از ۵۱۳ق. به پیروی از سنت دیرین، شماری چشمگیر تقویم نجومی از مصر و شام نزد ابوالقاسم شاهنشاه افضل بن بدر جمالی، وزیر پرآوازه فاطمی آوردند در حالی که اخترشناسان بارگاه او نیز هریک تقویمی تنظیم کرده و همراه خود آورده بودند. افضل که از سال‌ها پیش از اختلاف‌های چشمگیر میان این تقویم‌ها ناخشنود بود، سبب را پرسید و اخترشناسان گفتند که مردم شام بر اساس «زیج ممتحن (در بعضی نسخه‌ها: مهجور) مأمونی» و مردم مصر بر اساس زیج تازه‌تر حاکمی عمل می‌کنند و اهل فن در برتری زیج تازه بر کهنه هم‌داستان‌اند. پس افضل بر آن شد تا رصدی تازه برپا کند (مقریزی، ۱۹۹۸م./۱۴۱۸ق.؛ ۳۳۶/۱؛ نیز نک. ابن‌زبیل منجم محلی: گ ۱۰۲-۱۰۳ پ).

ابن خلکان - که دست‌نویس زیج حاکمی را در ۴ مجلد دیده بود - آورده است که «من در میان زیج‌ها، به‌رغم پرشماری، مفصل‌تر از این ندیده‌ام» و گمان داشت که ابن‌یونس در این زیج «قول و عمل» را به‌تفصیل یاد کرده و در نگارش آن هیچ کوتاهی نکرده است (ابن‌خلکان، ۱۹۷۲: ۳/۴۲۹؛ شم ۴۸۸؛ نیز به نقل از او: ابوالفدا، ۱۳۲۵ق.؛ ۲/۱۳۸؛ ذهبی، ۲۰۰۳م./۱۴۲۴ق.؛ ۸/۸۰۴، همو، ۱۹۸۱م./۱۴۰۱ق.؛ ۱۷/۱۰۹؛ ابن‌الوردی، ۱۹۹۶م./۱۴۱۷ق.؛ ۱/۳۱۰؛ صفدی، ۱۹۶۲-۲۰۱۳م.؛ ۲۶/۳۹۹؛ یافعی، ۱۹۹۷م./۱۴۱۷ق.؛ ۲/۳۴۰؛ قس: ذهبی، بی‌تا: شماره ۴۲۷۲: *الزیج الکبیر*).

به گزارش جزری (۱۴۲۶: ۲/۲۶۱) جایگاه ماه هنگام تحویل سال خورشیدی در سال ۷۲۸ق. (شنبه ۲۸ ربیع‌الثانی/۱۲ مارس ۱۳۲۸) از «زیج ابن‌یونس الحاکمی» و جایگاه زهره نیز از زیج مأمونی (ممتحن) به دست آمد. بسیاری از زیج‌های مصری و یمنی، دست‌کم تا سده ۹ق. همچنان سخت تحت تأثیر یا دست‌کم بهره‌گیر از زیج حاکمی بودند؛ از جمله *الزیج المصطلح*، از پرآوازه‌ترین زیج‌های مصر در سده‌های ۷-۹ق.، (برای نمونه نک. گ ۱۴ پ، ۱۸ پ) و *الزیج المختار ابوالعقول* (نگاشته حدود ۷۰۰ق. در یمن). شماری از قطعات گم‌شده زیج حاکمی، از جمله نظریه رؤیت‌پذیری هلال (همان: گ ۶۰ پ؛ ابوالعقول: گ ۶۳-۶۴ ر؛ نک. King, 1988: 155-166, id., 1987: 200) به یاری این زیج‌ها بازیابی شده است (King, 1983b: 535-537, id., 1983a: 4-5, 9-11, id., 1972: 43-48 درباره تأثیر جدول جغرافیایی زیج حاکمی بر آثار دیگر، به ویژه زیج‌های یمنی، نک. پیش از این).

در سده ۱۷م. ابن‌یونس عملاً در مصر فراموش شده بود. نوشته‌های او با مجموعه‌ای از رساله‌های مملوکی و عثمانی جایگزین شد که به‌رغم شایستگی، نشانه‌ای از نبوغ ابن‌یونس در آن‌ها دیده نمی‌شد. اشارات نادر به او در این نوشته‌ها نشان می‌دهد که نویسندگان هیچ درکی از دستاوردهای او نداشتند (King, 1999: 513). در ایران، بهره‌نویس‌الدین طوسی از زیج حاکمی از آنچه خود گفته بود (گ ۳ ر، ۲۳ ر، ۵۷ پ؛ نیز نظام‌الدین اعرج نیشابوری: گ ۲۱ پ-۲۲ پ، ۱۷۲ پ) بسیار فراتر بود و زیج *ایلخانی* در عمل، نه بر پایه رصدهای ایلخانی،

که بر پایه زبج حاکمی (و نیز زبج ابن اعلیم) فراهم آمد (شمس منجم و ابکنوی: گ ۳، ر، ۲۴، پ) و این تأثیر بر همه زبج‌های فارسی نوشته شده در این مکتب آشکار بود.

این اثر حتی در میان یهودیان مصر تأثیرگذار بود. شماری از متن‌های نجومی (تقویم، زایچه و جز آن) در گنجینه جنیزه کنیسه بن عزرا در فسطاط، مشهور به جنیزه قاهره^۱، به زبان و خط عربی، یا زبان عربی و خط عبری، چه با ارجاع صریح و چه بر پایه شواهد درون‌متن، بر پایه زبج حاکمی نوشته شده‌اند (Goldstein & Pingree, 1981a: 303-318; id., 1981b: 156, 160, 177, 181).

تأثیر بر آثار جغرافیایی

مطابق سنت زبج‌ها، در بخشی از زبج حاکمی (باب ۹: تقویم الشمس و القمر و سایر الکواکب و رجوعها) جدولی برای طول و عرض جغرافیایی شهرها آمده است (ابن یونس: گ ۶۷ پ-۶۹ ر). لول^۲ در ۱۸۵۱ م. به بررسی این جدول‌ها پرداخت و افزون بر چاپ متن عربی آن، نقشه‌ای بر پایه داده‌های این جدول ترسیم کرد (Lelewel, 1852: I/43-62, 165-177, id., 1851: 3-4, Plate II). او بر بهره‌گیری بسیار ابن یونس از *صورة الارض* خوارزمی - که به پیروی از ابوالفدا آن را «رسم الربع المعمور» نامید - تأکید کرده است (id., 1852: I/44). کندی جدول ابن یونس و جغرافیای خوارزمی را در گروهی بزرگ از جدول‌های جغرافیایی - که آن‌ها را «مأمونی» نامیده - جای داده است (نیز نک: Kennedy & Kennedy, 1987: xxxvi; van Dalen, 2021b: 542, 545).

جدول جغرافیایی زبج حاکمی نیز به نوبه خود بر جدول‌های جغرافیایی این زبج‌ها یا منابع آن‌ها سخت تأثیرگذار بوده است (Kennedy & Kennedy, 1987: xix, xxvii, xxxii, xxxiv, xxxvi).

۱. *الزبج الممتحن المظفری* محمد بن ابوبکر فارسی (گ ۱۱۳ ر)، نگاشته حدود ۶۶۰ ق. احتمالاً به واسطه زبج‌های علی بن عبدالکریم شروانی مشهور به *فهاد*؛ و نیز گزیده آن به دست فردی ناشناس با نام *الزبج الممتحن العربی* (گ ۵۱ پ).

۲. *الزبج المختار من الازیاج ابوالعقول* (گ ۱۸۴ پ-۱۸۵ ر) نگاشته حدود ۷۰۰ ق.

۳. *الزبج المصطلح* (گ ۸۸ پ-۸۹ پ)، زبج پرآوازه مصری از نویسندگانی ناشناس (نک. پس از این).

۴. *زاد المسافر* (زبجی نوشته عزالدین محمد بن الواثق بالله علی بن محمد دیلمی در ح ۹۲۶ ق. / ۱۵۲۰ م. در

یمن) گویا رونویسی از *الزبج المختار* باشد.

۵. یکی از روایت‌های *زبج طلیطلی* (Toomer, 1968: 136-139; Pedersen, 2002: 775, 1509-1511, 1518).

¹. Cairo Geniza

². Lelewel

زیچ حاکمی در غرب

زیچ حاکمی، به‌رغم آوازه بسیار در شرق و نیز اشاره صاعد اندلسی، به اندلس راه نیافت. از میان دانشوران آنجا تنها ابن عزرا در ترجمه عبری شرح ابن مثنی بر زیچ خوارزمی به ابن یونس اشاره کرده است. از این‌رو زیچ حاکمی نه‌تنها در اروپای سده‌های میانه که حتی تا رسیدن دست‌نویس آن به دانشگاه لایدن در میان دانشوران اروپایی ناشناخته بود. تنها اشاره به زیچ حاکمی در منابع اروپایی پیش از این - که کونیچ^۱ آن را در جدول ستارگان یک زیچ یونانی، محاسبه‌شده برای ۱۱۶۰ م. - یافته، چنین است: «از زیچ حاکمی و زیچ کوشیار و از داده‌هایی که در مصر جستیم و آوردیم». در همین دست‌نویس، جدولی دیگر برای ستارگان «از سه زیچ» آمده است (Kunitzsch, 1970: 281-287؛ نیز نک. King, 1972: 48-49).

دست‌نویس پرآوازه زیچ حاکمی را یاکوبوس گولیوس / یاکوب وان خول^۲ (۱۵۹۶-۱۶۶۷ م.)، خاورشناس پرآوازه هلندی، هنگام مأموریت پژوهشی خود در استانبول برای دانشگاه لایدن^۳ خرید و در ۱۶۲۹ م. همراه چندین دست‌نویس ارزشمند عربی دیگر با خود به لایدن آورد و به کتابخانه دانشگاه سپرد. این دست‌نویس ارزشمند، گویا روزگاری از آن ابن ابی‌الفتح صوفی (اخترشناس مصری سده ۹-۱۰ ق.) بوده (و همو یادداشت صفحه عنوان درباره ابن یونس و رصدگاهش را نوشته، نک. تصویر ۲: نام ابن ابی‌الفتح صوفی در یادداشت بالای عنوان) و چندی بعد تقی‌الدین راصد (اخترشناس نامدار) آن را خریده و نام خود «تقی‌الدین معروف» را همچون طغرا بر صفحه عنوان آن (کناره راست صفحه در تصویر ۲) نوشته است.

گولیوس سیاهه‌ای از این گنجینه فراهم آورد و برای دوستش پی‌یر گساندی^۴ (۱۵۹۲-۱۶۵۵ م.)، فیلسوف، اخترشناس و ریاضی‌دان فرانسوی - که در همان ۱۶۲۹ م. دست‌نویس‌ها را دیده و آرزومند سیاهه آن‌ها بود - فرستاد که در ۱۶۳۰ م. و بی‌هماهنگی با گولیوس و به نام گساندی منتشر شد. این سیاهه در آشنایی اروپایی‌ها با میراث علمی دوره اسلامی و بازیابی شماری از آثار یونانی گم‌شده از طریق ترجمه‌های عربی برجای مانده، و حتی شماری از پیشرفت‌های علمی تأثیری چشمگیر داشت. روایتی کامل‌تر از این سیاهه، با یادکرد عنوان عربی آثار به خط عربی نیز پیش از ۱۶۴۰ م. منتشر شد (برای تفصیل نک. Verbeek, 2023: 327, 329-331). در سیاهه ۱۶۳۰ م.، دست‌نویس زیچ حاکمی با عبارت «شیوه گاه‌نگارانه و اخترشناسانه ابن یونس مصری، نیز دربردارنده رصدهای شرقی مختلف از اجرام آسمانی»^۵ شناسانده شده بود (Gassendi, 1630: 9). از همان سال شماری از دانشوران اروپایی در پی دستیابی به

1. Kunitzsch

2. Jacobus Golius (Jacob van Gool)

3. Leiden University

4. Pierre Gassendi

5. Methodice Chronologica, & Astronomica Aben Ionis Ægyptii, in qua etiam variæ Orientalium Observationes cœlestes.



تصویر ۲: صفحه عنوان دست نویس Or. 143 کتابخانه دانشگاه لایدن
 یادداشت درون مستطیل درباره ابن یونس، به گواهی یادداشت بالای عنوان، گویا به خط ابن ابی الفتح صوفی (اخترشناس
 مصری سده ۹-۱۰ق) باشد.
 تقی الدین راصد نام خود «تقی الدین معروف» را بر کناره راست همچون طغرا نوشته است.

این آثار و از جمله زیچ حاکمی بودند؛ اما گولیوس پس از بارها رد درخواست‌های اخترشناسان و عربی‌دانان اروپایی برای دستیابی به جزئیات رصدهای یادشده در این دست‌نویس، سرانجام گزارش رصدهای ابن‌یونس از دو خورشیدگرفت و یک ماه‌گرفت را برای ویلهلم شیکارد^۱ (۱۵۹۲-۱۶۳۵ م.)، زبان‌شناس و اخترشناس آلمانی، در توبینگن^۲ فرستاد (Toomer, 1996: 48-49؛ نیز نک. Steele, 2012: 44؛ قس: ۶۵ که گوید: سرانجام تنها به شیکارد اجازه دسترسی به دست‌نویس داده شد؛ و این با سخت‌گیری‌های گولیوس نمی‌خواند) و شیکارد آن‌ها را به لاتینی در آورد (قس: King, 1972: 12 که برگردان را از گولیوس دانسته است).

یادداشت‌های شیکارد پس از مرگش به دست آلبرتوس کورتیوس^۳ (۱۶۰۰-۱۶۷۱ م.) با نام مستعار لوکیوس بارتوس^۴، اخترشناس آلمانی، رسید و او گزارش این سه رصد را همراه با سیاهه‌ای از گزارش‌هایی از رصدهای نجومی شناخته‌شده از دوران باستان تا روزگار تیکو براهه^۵، در مقدمه درازدامن خود بر ویراست جدول‌های نجومی تیکو براهه نامور به *تاریخچه آسمان*^۶ گنجاند (Curtius, 1666: xxxiv). اروپایی‌ها از دیرباز رصدهای بتانی را به واسطه ترجمه لاتین زیچ او می‌شناختند و یادکرد این سه رصد تنها برتری چشمگیر سیاهه کورتیوس نسبت به سیاهه پیش‌تر منتشرشده جوانی باتیستا ریچولی^۷ در محسوطی نوین^۸ بود (Steele, 2012: 44, 65, 66, 87-88, 102, 107). همین قطعه در میانه سده ۱۸ م.، مهم‌ترین مأخذ اخترشناسان اروپایی برای محاسبه شتاب سدگانی ماه (نک. پس از این) به شمار آمد.

در ۱۶۸۴ م. ادوارد برنارد (Bernard, 1684: 571) جدول مشخصات ثوابت زیچ حاکمی را (که در بخش‌های موجود دست‌نویس‌های زیچ حاکمی دیده نمی‌شود) به واسطه زیچ *ایلیخانی* (نصیرالدین طوسی؛ گ ۵۷ پ) در کنار رصدهای اخترشناسان نامدار دیگر یاد کرد.

میکل آنژ آندره لو رو دشاتری^۹، خاورشناس و استاد کرسی زبان عربی کولژ دو فرانس^{۱۰}، پیش از ۱۷۵۸ م.، بخشی از دست‌نویس لایدن، گویا سراسر باب چهارم یا دست‌کم گزارش‌های گرفت‌ها، را به فرانسوی ترجمه کرده بود (Goujet, 1758: III/364-365؛ نیز نک: L. P. E. A. Sédillot, 1847: lxiv-lxv؛ L. P. E. A. Sédillot, 1923a: 366)؛ اما سرنوشت آن معلوم نیست و این گمان سدیو (L. P. E. A. Sédillot,)

1. Wilhelm Schickard

2. Tübingen

3. Albertus Curtius/ Albert Curtz

4. Lucius Barretus

5. Tycho Brahe

6. Historia Coelestis

7. Giovanni Battista Riccioli

8. Almagestum Novum, Bologna, 1651

9. Michel-Ange-André Le Roux Deshauterayes

10. Collège de France

lxv: 1847؛ نیز نک. Charette, 1995: 91) را - که این ترجمه را همان «ترجمه رسیده به دست ژوزف نیکولا دولیل^۱ (۱۶۸۸-۱۷۶۸)»، اخترشناس و نقشه‌کش فرانسوی انگاشته است - می‌توان کنار گذاشت؛ زیرا لالاند (Lalande, 1757 (published: 1762): 427؛ نیز نک. Steele, 2012: 128) تنها از دستیابی دولیل به بخشی از متن عربی و امیدواری خود برای ترجمه آن به عربی سخن گفته است. تا آغاز سده ۱۹م، اخترشناسان همچنان آرزومند بودند تا بدانند گزارش‌های ابن‌یونس بر پایه رصد است یا تنها حاصل محاسبه (Delambre, 1819: 76). در نتیجه دولت فرانسه دو اخترشناس و ریاضی‌دان نامدار، پی‌یر سیمون لاپلاس^۲ (۱۷۴۹-۱۸۲۷م) و ژان باتیست ژوزف دالامبر^۳ (۱۷۴۹-۱۸۲۲م) را مأمور کرد تا دست‌نویس لایدن را از سفیر هلند تحویل بگیرند و برای پژوهش به اهل فن بسپارند. آن‌ها نسخه را به ژان ژاک آنتوان کوسن دو پرسوال^۴ (۱۷۵۹-۱۸۳۵)، استاد زبان عربی کولژ دو فرانس سپردند (ibid.) و او در ۱۸۰۴م. متن عربی مقدمه طولانی ابن‌یونس، مگر مطالب منقول از آیات و روایات، و باب‌های ۴-۶ زیچ حاکمی را همراه با ترجمه فرانسوی در شماره هفتم «گزارش‌ها و گزیده‌های دست‌نویس‌های کتابخانه ملی [فرانسه] و دیگر کتابخانه‌ها»^۵ منتشر کرد که در همان سال به صورت جداگانه و با صفحه‌شمار نو (کاستن ۱۶ یا ۱۵ از صفحه‌شمار چاپ اصلی) بازچاپ شد.^۶ شماری از پژوهشگران نام‌ویراستار این متن را با نام فرزندش آرمان پی‌یر^۷ (۱۷۹۵-۱۸۷۱م) خلط کرده‌اند (از جمله: King, 1976: 575, 576, id., 1999: 2336, id., 2016: 514) در حالی که او در سال انتشار ۹ ساله بود.

در ۱۸۱۷م. ژان ژاک سدیو، متن زیچ را از آغاز تا باب ۲۲ از دست‌نویس لایدن و ۲۸ باب (باب‌های ۲۳، ۲۴، ۲۶، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۳۸، ۳۹-۴۴، ۴۶-۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۴-۵۷ و ۷۷-۸۱) را نیز از دست‌نویس گزیده این زیچ - که خود در کتابخانه ملی فرانسه یافته بود -^۸ به فرانسوی برگرداند (Delambre, 1819: 95). L. Schoy, 1923a: 366؛ نیز نک. P. E. A. Sédillot, 1834: 3, id., 1847: lxv؛ دالامبر در ۱۸۱۹م.، چکیده باب‌های ۴-۶ را از روی ترجمه کوسن دو پرسوال و چکیده دیگر باب‌ها را از روی دست‌نویس ترجمه سدیو در کتاب پرآوازه خود، تاریخ/اخترشناسی در سده‌های میانه، منتشر کرد (Delambre, 1819: 76-95, 95-156)، اما دست‌نویس ترجمه سدیو پیش از انتشار گم شد (L. P. E. A. Sédillot, 1847: 76-95, 95-156).

^۱. Joseph-Nicolas Delisle/ de l'Isle

^۲. Pierre-Simon Laplace

^۳. Jean Baptiste Joseph Delambre

^۴. Jean-Jacques-Antoine Caussin de Perceval

^۵. Notices et extraits des manuscrits de la bibliothèque nationale et autres bibliothèques

^۶. این شماره‌های دوگانه، مایه سردرگمی پژوهشگران است (برای نمونه نک. R. R. Newton, 1970: 31).

^۷. Armand-Pierre

^۸. دست‌نویس شماره 2496.2 arabe (گ ۱۰-ر ۱۰۷ پ)، کتابخانه ملی فرانسه.

lxv؛ نیز نک. (Schoy, 1923a: 366). هارتنر (Hartner, 1980: 152) با اشتباهی شگفت، گمان برده است که دالامبر بخش دوم را نیز از روی ترجمه‌ای «از آن کوسن دو پرسوال و امروزه گم‌شده» خلاصه کرده و خود را آرزومند پیدا شدن ترجمه‌های هردو دانسته و پیداست که بر اثر شتاب بسیار، سخن روشن دالامبر (Delambre, 1819: 95-96) درباره ترجمه بخش دوم از روی دست‌نویس سدییو را ندیده است. گویا لویی پیر اوژن آملی سدییو (۱۸۰۸-۱۸۷۵م.)، فرزند ژان ژاک، بر آن بوده است تا متن عربی زیج حاکمی (قاعدتاً بخش موجود در لایدن) را منتشر کند (Dugat, 1868: 140)، اما از این کار نیز نشانی در دست نیست (Schoy, 1923a: 366).

از ۱۹۱۱م. کارل شوی^۱ پس از پژوهش‌هایی مختصر درباره ابن‌یونس، به واسطه منابع فرانسوی، از جمله ترجمه و شرح آلمانی باب بسیار کوتاه ۱۶ (Schoy, 1915a: 212-214)؛ از روی ترجمه فرانسوی J. J. E. Sédillot, 1834: 298-299؛ نیز نک. Schoy, 1917: 433-435, 438-440, 445. درباره باب دوم، افزون بر ترجمه و شرح متن کامل باب‌های ۲۰، ۱۲، ۱۰ و ۳۵ (Schoy, 1920: 97-111, id.,)، بیشتر باب مفصل و بسیار مهم ۱۱ و نیز بخش‌هایی از باب‌های ۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۵ تا ۲۸ را به آلمانی ترجمه کرد (Schoy, 1924: 265-267, id., 1923b: 11-16, 30-32, 36-42, 59-67, 78-81, 88-90, id., 1921: 124-128, 269-270, id., 1922a: 269-270, id., 1922b: 8-20, 1923c: 23-29, id., 1922b: 131-133, id.) و آثار او درباره ساعت‌های آفتابی و شاخص‌ها در دوره اسلامی، برپایه زیج حاکمی نوشته شد.

در ۱۹۷۲م. کینگ، از رساله خود با عنوان *آثار نجومی ابن‌یونس*^۲، با تمرکز بر نجوم کروی در زیج حاکمی دفاع کرد که البته هنوز منتشر نشده است؛ اما وی در بسیاری از آثار بعدی به زیج حاکمی پرداخته است.

وان دالن نیز هنگام نقد و بررسی *الزیج الجامع کوشیار پیوسته مواضع مختلف آن* (van Dalen, 2021a: 8, etc.)، به‌ویژه در موضوع جدول‌های جغرافیایی (ibid, 509-510, id., 2021b: 552-556) را با زیج ابن‌یونس و چند زیج دیگر مقایسه کرده است.

زیج حاکمی و پدیده «شتاب سدگانی»^۳ ماه

مقصود از «شتاب سدگانی» افزایش هرچند بسیار اندک سرعت گردش جرم آسمانی طی سده‌های پیاپی

¹. Carl/ Karl Schoy

². *The Astronomical Works of Ibn Yūnus*

³. secular acceleration

است. نیوتن^۱ در ویراست دوم پرنیپیا^۲ آورده است که ادموند هالی^۳ با مقایسه رصدهای بابلی گرفت‌ها، رصدهای بتانی و رصدهای روزگار خود، برای نخستین بار به شتاب سدگانی ماه پی برد (I. Newton, 1713: 481). این کشف باید در نیمه نخست دهه ۱۶۹۰م. رخ داده باشد (Steele, 2012: 11-22). در ۱۷۴۹م.، پی‌یر شارل لو مونیه^۴ (۱۷۱۵-۱۷۹۹م.)، اخترشناس فرانسوی، در نامه‌ای به لئونارد اویلر^۵ (۱۷۰۷-۱۷۸۳م.)، ریاضی‌دان نامدار سوئیسی، او را از وجود دست‌نویس زیج حاکی در لایدن، دربردارنده تاریخچه رصدهای نجومی، آگاه کرد و خود را سخت آرزومند انتشار ترجمه‌ای نیکو از آن دانست. اویلر نیز در نامه‌ای در ژوئن ۱۷۴۹ به کاسپار وتشتاین^۶، نوشت:

از آنجا که اثری این‌چنین به پیشرفت اخترشناسی بسیار کمک می‌کند، من باید از انتشار آن شادمان شوم. من بسیار بی‌صبرانه آرزومند دیدن اثری این‌چنین هستم که شامل رصدهایی باشد که به قدمت رصدهای ثبت شده توسط بطلمیوس نیستند» (Euler, 1749a: 203-204).

اوایلر رصدهای باستانی یادشده در مجسطی بطلمیوس را به گمان اینکه هنگام تبدیل آن‌ها به گاه‌شماری یولیانی خطر ۱ تا ۲ روز خطا وجود دارد. شایسته اعتماد نمی‌دانست و امید داشت رصدهای دوره اسلامی (رصدهای یادشده در زیج حاکی و نیز *الزیج الصابی* بتانی)، با توجه به به‌کارگیری پیوسته تقویم یولیانی در ۱۲ سده گذشته، کارگشا باشد (برای تفصیل نک. Euler, 1749b: 357؛ نیز نک. Steele, 2012: 40, 66).

تا سال‌های پایانی دهه ۱۷۴۰م. بسیاری از اخترشناسان نامدار دعوی هالی درباره وجود شتاب سدگانی را پذیرفته بودند، اما تا آن هنگام هیچ‌کس وجود آن را با داده‌های عملی اثبات و مقداری برای آن مشخص نکرده بود (id., 73). سرانجام در همان سال ۱۷۴۹م. - که اویلر آرزومند نتایج رصدهای یادشده در زیج حاکی بود- ریچارد دانتورن^۷ (۱۷۱۱-۱۷۷۵م.) با بهره‌گیری از همان سه گرفت یادشده در مقدمه کورتیوس، و مقایسه آن‌ها با رصدهای بتانی، تیکو براهه، رگیومونتانوس و دیگران، با در پیش گرفتن روشی نوآورانه نشان داد که ماه، «شتاب سدگانی» دارد و مقدار آن را نیز محاسبه کرد (نک. Dunthorne, 1749: 164-165, 162-163, 166-171؛ نیز نک. Steele, 2012: 84-91). دانتورن داده‌های رصدهای ابن‌یونس و تئون را مهم‌تر از دیگر داده‌ها می‌انگاشت (Dunthorne, 1749: 164).

1. Newton

2. Principia

3. Edmond Halley

4. Pierre-Charles Le Monnier/ Lemonnier

5. Leonhard Euler

6. Caspar Wetstein

7. Richard Dunthorne

در ۱۷۵۳ م. تویاس مایر^۱ (۱۷۲۳-۱۷۶۲ م.)، اخترشناس آلمانی، برای نخستین بار جدول‌هایی برای ماه تنظیم کرد که در آن شتاب سدگانی را دخالت داده بود. او نیز همچون دانتورن برای محاسبه شتاب از داده‌های این سه رصد بهره برد (Bernoulli, 1784b: 305-321; Steele, 2012: 95, 99, 102-103). او رصدهای ابن‌یونس را در اندازه‌گیری شتاب سدگانی بسیار مهم (id. 106-107) و حتی «گران‌بهاتر از زر و سیم» (id. 102) و رصدهای بطلمیوس را در برابر آن‌ها بسیار کم‌اهمیت می‌شمرد، زیرا گمان داشت بطلمیوس در نتایج خورشیدگرفت‌ها دست برده است (id., 113, 118).

پس از این‌دو، ژوزف ژروم لالاند^۲ (۱۷۳۲-۱۸۰۷ م.)، اخترشناس فرانسوی، محاسباتی مستدل‌تر و دقیق‌تر عرضه کرد. او نیز دو رصد خورشیدگرفت ابن‌یونس را «بسیار تعیین‌کننده» و تنها رصدهای باستانی می‌انگاشت که زمان آن‌ها بسیار دقیق است (Lalande, 1757 (published: 1762): 427, id., 1764: 584; Steele, 2012: 128-130, 133-134). نیز نک. (Costard, 1777: 234, 235-236). برای نمونه‌ای از ترجمه‌ای از دست‌نویس لایدن را نزد جان بیویس^۴ (۱۶۹۵-۱۷۷۱ م.) دید که آلبرت اسخولتنس^۵، استاد هلندی زبان عربی در لایدن، در ۱۷۴۹ م. به سفارش گریشوف^۶ فراهم آورده بود و «برگردانی درست‌تر از رصدها را در بر داشت» (Lalande, 1764: 584; Montucla, 1758: I/ 349-350). نیز نک. Costard, 1777: 234-238 که ترجمه را نپسندیده است). بیویس بر پایه این ترجمه، گمان داشت داده‌های آن سه گرفت، نه بر پایه رصد، که بر پایه محاسبه است. لالاند که سخت‌نگران اعتبار این داده‌ها بود (زیرا محاسباتش بر آن‌ها بنا شده بود) در ۱۷۶۴ م. به این احتمال نیز اشاره کرد (Lalande, 1764: 584). هرچند در آغاز همین کتاب نیز رصدهای ابن‌یونس را بسیار دقیق و «تنها رصدهای عربی شایان اعتماد در محاسبه شتاب سدگانی» دانست (id., 108; Steele, 2012: 135). ترجمه اسخولتنس در ۱۷۷۶ م. به انجمن سلطنتی انگلستان فرستاده شد و کوستارد (Costard, 1777: 232, 234-238) و دیگران بدان دست یافتند (Steele, 2012: 133). در ۱۷۷۷ م. نیز کوستارد (Costard, 1777: 231-243) نیز نک. بررسی کار او توسط Bernoulli (1784a: 293-304) یک بار دیگر گزارش همین سه رصد را از روی متن عربی لایدن به لاتینی ترجمه و به انگلیسی شرح کرد.

در ۱۸۷۸ م. نیوکام (Newcomb, 1878: 44-54) با استفاده از ترجمه کوسن دو پرسوال، نتایج

1. Tobias Mayer

2. Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande

3. Astronomie

4. John Bevis

5. Albert Schultens

6. Grischov

۲۵ رصدگرفت از گرفت‌های سی‌گانه یادشده در زیج حاکمی را برای محاسبه شتاب سدگانی ماه به کار برد و ۵ گزارش دیگر (از جمله گزارش یکی از رصدهای خود ابن‌یونس) را به دلیل ناکافی بودن اطلاعات کنار گذاشت. سرانجام رابرت نیوتن در محاسبه شتاب ماه و زمین از همه رصدهای یادشده در زیج حاکمی، مگر اندکی (البته به واسطه ترجمه فرانسوی کوسن دو پرسوال)، بهره برد (-145, 145-34, 25-34, 1970: R. R. Newton, 164-174, 156). کینگ این بهره‌گیری را «با کمی بی‌توجهی»، اما بهره‌گیری استیونسن^۱ و همکارانش (نک. پس از این) را «با احترام بسیار بیشتر به منابع» انگاشته است (King, 1999: 502). سهل‌انگاری نیوتن، به‌ویژه در به دست آوردن روز و لحظه دقیق رصد و البته یادکرد نام رصدگران، به چشم می‌آید. او در اثر بعدی خود^۲ (R. R. Newton, 1976: 254) از ناآگاهی از گاه‌شماری یزدگردی هنگام نگارش کتاب نخست سخن گفته است (البته همچون کوسن دو پرسوال)؛ در حالی که بی‌دانستن این گاه‌شماری نمی‌توان با داده‌های نجومی دوره اسلامی کار کرد. او در این اثر دوم، بیشتر رصدهای یادشده در زیج حاکمی را با تفصیل بیشتر بررسی کرده است (-721, 495-499, 297-312, 246-277, 1976: R. R. Newton, 723, etc) که البته باز هم بی‌اشکال نیست.

در سه دهه اخیر فرانسیس ریچارد استیونسن و همکارانش پژوهشی گسترده درباره داده‌های رصدی کهن به انجام رسانده‌اند که در این میان رصدهای زیج حاکمی جایگاهی ویژه دارد. این پژوهش‌ها، برخلاف بیشتر پژوهش‌های پیشین، با بهره‌گیری از متن عربی (و نه ترجمه کوسن دو پرسوال و گزیده دالامبر) انجام شده است. در این جستارها دقت اندازه‌گیری‌ها (Stephenson & Said, 1991: 195-207؛ Said & Stephenson, 1995: 117-132)، مقایسه نتایج با محاسبات مدرن و دقت رصدگران در ثبت روز و لحظه گرفت‌ها (Stephenson, Said & Stephenson, 1996: 259-269, id., 1997: 29-43, 47)، Stephenson & Morrison, 2000: 68-70؛ Stephenson & Morrison, 1997: 456-488, 496-500) یا بهره‌گیری از داده‌های زیج حاکمی در اندازه‌گیری تغییرات سرعت چرخش زمین گرد خود در درازمدت (Stephenson & Morrison, 1995: 182-183, 186؛ Stephenson et al., 2016: 6, 8, Table S8-S9) در نظر بوده است. بررسی استیل (Steele, 2000: 111-124) –همچنان که خود گوید (id., 107)– چیزی فراتر از مرور پژوهش‌های پیشین نبوده است.

¹. Stephenson

². Ancient Planetary Observations...

جمع‌بندی: زیج حاکمی و سرنوشت داده‌های رصدی آن در اخترشناسی جدید

برای روشن‌تر شدن روند بحث و تبیین پیوستگی تاریخی مباحث طرح‌شده، خلاصه‌ای گاه‌شمارانه از مهم‌ترین مراحل انتقال و کاربرست داده‌های رصدی زیج حاکمی در اینجا آمده است.

- ۳۹۸-۳۹۹ ق. / ۱۰۰۷-۱۰۰۹ م.: ابن یونس زیج حاکمی کبیر را در قاهره تألیف می‌کند؛ مجموعه‌ای کم‌نظیر از رصدهای مستقیم و داده‌های کهن گردآوری‌شده، ایرانی، یونانی، و دوره اسلامی.
- سده‌های ۵-۹ ق. / ۱۱-۱۵ م.: رواج زیج حاکمی در جهان اسلام؛ زیج حاکمی مرجع اصلی محاسبات نجومی در مصر، شام، ایران و یمن می‌شود؛ به‌رغم تأثیر شگرف بر زیج‌های بعدی (به‌ویژه زیج *ایخانی*)، به اندلس راه نمی‌یابد و بنابراین به اروپای سده‌های میانه منتقل نمی‌شود.
- ۱۶۲۹ م. (نقطه عطف انتقال به غرب): یاکوبوس گولیوس دست‌نویس زیج حاکمی را از استانبول به دانشگاه لایدن می‌برد؛ نخستین دسترسی مستقیم اروپاییان به داده‌های رصدی ابن یونس.
- ۱۶۳۰-۱۶۶۶ م.: گزارش دو خورشیدگرفت و یک ماه‌گرفت ابن یونس (از طریق شیکارد و سپس کورتیوس) به لاتین منتشر می‌شود؛ این داده‌ها وارد تاریخچه‌های رصدی نجومی اروپا می‌شوند؛
- دهه ۱۶۹۰ م. (پیش‌زمینه نظری): ادموند هالی ایده شتاب سدگانی ماه را با مقایسه رصدهای کهن مطرح می‌کند، اما هنوز اندازه‌گیری عددی معتبری در دست نیست.
- ۱۷۴۹ م. (نقطه عطف علمی): ریچارد دانتورن با اتکا به همان رصدهای ابن یونس، برای نخستین بار شتاب سدگانی ماه را به‌طور کمی محاسبه می‌کند.
- ۱۷۵۳-۱۷۶۰ م.: تویباس مایر و سپس لالاند، با تأکید بر دقت شگرف رصدهای ابن یونس، شتاب سدگانی را وارد جدول‌های استاندارد حرکت ماه می‌کنند.
- سده ۱۹ م.: ترجمه‌های فرانسوی (کوسن دو پرسوال، سدیو) بخش‌هایی از زیج حاکمی؛ استفاده نظام‌مند از زیج حاکمی در تاریخ‌نگاری و اخترشناسی ریاضی.
- ۱۸۷۸ م. به بعد (اخترشناسی مدرن): نیوکام، سپس رابرت نیوتن، و در نهایت استیونسون و همکاران در اندازه‌گیری شتاب سدگانی ماه و حتی بررسی تغییرات بلندمدت سرعت چرخش زمین، از رصدهای زیج حاکمی بهره بسیار می‌برند.

منابع

- ابن الوردي، عمر بن مظفر (١٩٩٦م. / ١٤١٧ق.). تاريخ، بيروت: دار الكتب العلمية.
- ابن خلكان، ابوالعباس شمس الدين احمد بن محمد بن ابى بكر (١٩٧٢م.). *وفيات الاعيان و انباء ابناء الزمان*. ویراسته احسان عباس. بيروت: دار صادر.
- ابن زنبيل منجم محلّي، نورالدين احمد بن على بن احمد، *القانون فى الدنيا*، كزیده فردی ناشناس، دستنویس شماره Petermann I 668 (٥٨٨٩ فهرست آوارت)، کتابخانه دولتی برلین.
- ابن كثير، ابوالفدا اسماعيل (٢٠١٠م. / ١٤٣١ق.). *البدایه و النهایه*. ویراسته گروهی از پژوهشگران، زیر نظر عبدالقادر ارناؤوط و بشار عواد معروف. دمشق-بیروت: دار ابن کثیر.
- ابن یونس، ابوالحسن علی بن عبدالرحمان، *الزيج الحاکمی الكبير*. دستنویس شماره Or. 143 (١٠٥٧ قديم)، کتابخانه دانشگاه لایدن.
- ابوالعقول، محمد بن احمد، *الزيج المختار من الازياج*. دستنویس شماره Or. 3624. کتابخانه بریتانیا.
- ابوالفدا، عمادالدين اسماعيل بن على (١٣٢٥ ق.). *المختصر فى اخبار البشر*. قاهره: المطبعة الحسينية المصرية.
- الزيج المصطلح*. دستنویس شماره ٢٥١٣. کتابخانه ملی فرانسه.
- الزيج الممتحن العربی* (کزیده فردی ناشناس از *الزيج الممتحن المظفری / خزائنی محمد بن ابى بكر فارسى*). دستنویس شماره Gg.3.27.1 (گ ٢-٥٣ ر)، کتابخانه دانشگاه کمبریج.
- بیرونی، ابوریحان محمد بن احمد (١٩٣٦م.). *فهرست کتب محمد بن زکریاء الرازی*. ویراسته پاول کراوس. پاریس: مطبعة القلم.
- بیرونی، ابوریحان محمد بن احمد (١٩٦٢م.). *تحديد نهايات الاماكن لتصحيح مسافات المساکن*. ویراسته پاول بولگاکف (به عنوان جلد ٨ مجله *معهد المخطوطات العربية*). قاهره: معهد المخطوطات العربية.
- جزری، ابو عبدالله محمد بن ابراهيم (١٤٢٦ق.). *تاريخ حوادث الزمان و انبائه و وفیات الاکابر و الاعیان من انبائه*. ویراسته عمر عبدالسلام تدمری. صیدا-بیروت: المكتبة العصرية.
- خازمی، ابو عبدالله محمد بن احمد سعیدی، *المجسطی [ملتقطات]*. دستنویس شماره ٣١٤٠١ عربی (گ ١ پ-٤٨ ر). کتابخانه دانشگاه استانبول.
- ذهبی، شمس الدين ابو عبدالله محمد بن احمد بن عثمان (١٩٨١م. / ١٤٠١ق.). *سير اعلام النبلاء*. ویراسته گروهی از پژوهشگران زیر نظر شعیب ارناؤوط. بیروت: مؤسسة الرسالة.
- ذهبی، شمس الدين ابو عبدالله محمد بن احمد بن عثمان (٢٠٠٣م. / ١٤٢٤ق.). *تاريخ الاسلام و وفیات المشاهير و الاعلام*. ویراسته بشار عواد معروف. بیروت: دار الغرب الاسلامی.
- ذهبی، شمس الدين ابو عبدالله محمد بن احمد بن عثمان (بی تا). *المعنى فى الضعفاء*. ویراسته نورالدين عتر. قطر.
- شمس منجم و ابکنوی، محمد بن علی. *زیج محقق سلطانی على اصول الرصد ایلخانی*. دستنویس شماره ٢٦٩٤. کتابخانه ایاصوفیا.

- صاعد اندلسی، ابوالقاسم بن احمد بن صاعد (۱۳۷۶ ش.). *التعریف بطبقات الأمام*. ویراسته غلامرضا جمشیدنژاد اول. تهران: میراث مکتوب.
- صفدی، خلیل بن ایبک (۱۹۶۲-۲۰۱۳ م.). *الوافی بالوفیات*. ویراسته هلموت ریتز و سون ددرینگ. اشتوتگارت و ویسبادن: فرانتس اشتاینر.
- کرامتی، یونس (۱۴۰۲ الف). *رصد در دائرةالمعارف بزرگ اسلامی*. ج ۲۵. ۱۰۴-۱۶۰. تهران: مرکز دائرةالمعارف بزرگ اسلامی.
- کرامتی، یونس (۱۴۰۲ ب). *تاریخ رصدگری در ایران و جهان اسلام تا رصدهای ممتحن (۲۱۳ قمری / ۸۲۸ میلادی)*. *تاریخ علم*، ۲۱(۲)، ۱۶۹-۱۸۶. <https://doi.org/10.22059/jihs.2024.356657.371782>
- کرامتی، یونس (۱۴۰۴ الف). *اندازه‌گیری میل اعظم (میل دایره البروج) با رصد انقلابین در دوره اسلامی*. *تاریخ علم*، ۲۳(۱)، ۱۷۳-۲۰۲. <https://doi.org/10.22059/jihs.2025.392094.371822>
- کرامتی، یونس (۱۴۰۴ ب). *تاریخ رصدگری تا سده ۴ قمری به روایت زیج حاکمی و متون موازی آن*. *تاریخ علم*، ۲۳(۲)، ۱۶۳-۱۹۸. <https://doi.org/10.22059/jihs.2026.410032.371873>
- کرامتی، یونس (۱۴۰۵). *الزیج الکبیر الحاکمی، در دائرةالمعارف بزرگ اسلامی*. ج ۲۷. تهران: مرکز دائرةالمعارف بزرگ اسلامی.
- محمد بن ابی بکر فارسی. *الزیج الممتحن المظفری / خزائن*. دست‌نویس شماره Gg.3.27.2 (گ ۵۷ ر- ۱۲۰ پ). کتابخانه دانشگاه کمبریج.
- مقریزی، احمد بن علی (۱۹۹۸ م. / ۱۴۱۸ ق.). *المواعظ و الاعتبار بذکر الخطط والآثار*. ویراسته خلیل المنصور. بیروت: دار الکتب العلمیه.
- نصیرالدین طوسی، ابوجعفر محمد بن محمد بن حسن. *زیج ایخانی*. دست‌نویس شماره Persan 163. کتابخانه ملی فرانسه.
- نظام‌الدین اعرج نیشابوری، حسن بن محمد بن حسین. *کشف حقایق زیج ایخانی*. دست‌نویس شماره ۳۵۷۹. کتابخانه مجلس شورای اسلامی.
- یافعی، ابومحمد عبدالله بن اسعد (۱۹۹۷ م. / ۱۴۱۷ ق.). *مرآة الجنان و عبرة یقظان فی معرفة ما یتبر من حوادث الزمان*. ویراسته خلیل منصور. دار الکتب العلمیه.

Bernard, E. (1684). The Longitudes, Latitudes, Right Ascensions, and Declinations of the Chiefest Fixt Stars according to the Best Observers. *Philosophical Transactions (1683-1775)*, 14, 567-576.

Bernoulli, J. (1784a). Examen des remarques de M. Costard sur les éclipses d'Ibn-Jounes. In *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres (Berlin) 1782*, 293-304.

- Bernoulli, J. (1784b). Recherches sur une éclipse de Lune observée au Caire en 979 et comparée avec les Tables de Mayer. In *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres (Berlin) 1782*, 305-321.
- Charette, F. (1995). *Orientalisme et histoire des sciences: L'historiographie européenne des sciences islamiques et hindoues, 1784-1900*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2377.3041>
- Costard, G. (1777). Translation of a Passage in Ebn Younes; With Some Remarks Thereon: In a Letter from the Rev. George Costard, M. A. Vicar of Twickenham, to the Rev. Samuel Horsley, LL.D. Sec. R. S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 67, 231-243.
- Curtius, A. (1666). Introduction to *Historia coelestis*. Simon Utzschneider.
- Delambre, J. B. J. (1819). *Histoire de l'astronomie du Moyen Âge*. mme ve Courcier, imprimeur-libraire pour les sciences.
- Dugat, G. (1868). *Histoire des orientalistes de l'Europe du XIIe au XIXe siècle: précédée d'une esquisse historique des études orientales*. Maisonneuve.
- Dunthorne, R. (1749). A Letter from the Rev. Mr. Richard Dunthorne to the Reverend Mr. Richard Mason F. R. S. and Keeper of the Wood-Wardian Museum at Cambridge, concerning the Acceleration of the Moon. *Philosophical Transactions (1683-1775)*, 46, 162-172.
- Euler, L. (1749a). Part of a Letter from Leonard Euler, Prof. Math. at Berlin, and F. R. S. to the Rev. Mr. Caspar Wetstein, Chaplain to His Royal Highness the Prince of Wales, concerning the Gradual Approach of the Earth to the Sun. Translated from the French, by S. T. M. D. F. R. S. *Philosophical Transactions (1683-1775)*, 46, 203-205.
- Euler, L. (1749b). Part of a Letter from Mr. Professor Euler to the Reverend Mr. Wetstein, Chaplain to His Royal Highness the Prince, concerning the Contraction of the Orbits of the Planets. Translated from the French by T. S. M. D. and F. R. S. *Philosophical Transactions (1683-1775)*, 46, 356-359.
- Gassendi, P. (1630). *Catalogus rarorum librorum, quos ex Oriente nuper advexit, et in publica bibliotheca inclytæ Leydensis Academiae deposuit Clariss. et de bonis artibus meritiss. vir Jacobus Golius, in illa eadem Academia, et Linguarum orientalium, et matheseos Professor insignis*. Antonius Vitray.
- Goldstein, B. R. (1996). The heritage of Arabic science in Hebrew. In R. Rashed & R. Morelon (Eds.), *Encyclopedia of the History of Arabic Science* (pp. 279-286). Routledge.
- Goldstein, B. R., & Pingree, D. E. (1981a). Astronomical Computations for 1299 from the Cairo Geniza. *Centaurus*, 25(3), 303-318. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0498.1981.tb00649.x>
- Goldstein, B. R., & Pingree, D. E. (1981b). More Horoscopes from the Cairo Geniza. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 125(3), 155-189.
- Goujet, C.-P. (1758). *Mémoire historique et littéraire sur le Collège royal de France*. Chez Augustin-Martin Lottin.

- Harter, W. (1980). An Unusual Value for the Length of the Meridian Degree: 66 1/2 Miles, in Ibn Yūnus' Hākimitic Zij. *Centaurus*, 24(1), 148-152. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0498.1980.tb00371.x>
- Kennedy, E. S., & Kennedy, M. H. (1987). *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*. Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften.
- Kennedy, E. S., & van der Waerden, B. L. (1963). The World-Year of the Persians. *Journal of the American Oriental Society*, 83(3), Article 3. <https://doi.org/10.2307/598071>
- King, D. A. (1972). *The Astronomical Works of Ibn Yūnus* [PhD dissertation]. Yale University.
- King, D. A. (1976). Ibn Yūnus, Abu'l-Ḥasan 'Alī Ibn 'Abd al-Raḥmān Ibn Aḥmad Ibn Yūnus al-Ṣadafī. In C. C. Gillispie (Ed.), *Dictionary of Scientific Biography* (Vol. 14, pp. 574-580). Scribner.
- King, D. A. (1983a). *Mathematical Astronomy in Medieval Yemen: A Biobibliographical Survey*. Undena Publications.
- King, D. A. (1983b). The Astronomy of the Mamluks. *Isis*, 74(4), 531-555. *Islamic Mathematical Astronomy*, London: Variorum, 1986 (Second edition: Aldershot - Brookfield: Ashgate, 1993) (III).
- King, D. A. (1987). Some Early Islamic Tables for Determining Lunar Crescent Visibility. In D. A. King & G. A. Saliba (Eds.), *From Deferent to Equant: A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E.S. Kennedy (Annals of the New York Academy of Sciences, Volume 500)*, 185-225
- King, D. A. (1988). Ibn Yūnus on Lunar Crescent Visibility. *Journal for the History of Astronomy*, 19(3), 155-168. *Astronomy in the Service of Islam*, Aldershot - Brookfield: Ashgate, 1993 (III). <https://doi.org/10.1177/002182868801900301>
- King, D. A. (1999). Aspects of Fatimid Astronomy: From Hard-Core Mathematical Astronomy to Architectural Orientations in Cairo. In M. Barrucand (Ed.), *L'Égypte Fatimide: son art et son histoire - Actes du colloque organisé a Paris les 28, 29 et 30 mai 1998* (pp. 497-517). Presses de l'Université de Paris-Sorbonne. *Islamic Astronomy and Geography*, Farnham - Burlington: Ashgate, 2012 (IV). <https://www.academia.edu/34682297/>
- King, D. A. (2010). An Illustration of the Caliph Al-Ḥākim Together with His Astronomer / Astrologer Ibn Yūnus. In B. D. Craig (Ed.), *Studies Paul E. Walker* (pp. 151-159). University of Chicago Press. <https://www.academia.edu/38550016>
- King, D. A. (2016). Ibn Yūnus. In H. Selin (Ed.), *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures* (3rd ed., pp. 2335-2336). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7747-7_9247
- Kunitzsch, P. (1970). Die arabische Herkunft von zwei Sternverzeichnissen in cod. Vat. gr. 1056. *Zeitschrift Der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft*, 120, 281-287. (III).

- Lalande, J. J. L. de. (1757 (published: 1762)). Mémoire sur les équations séculaires, et sur les moyens mouvements du Soleil, de la Lune, de Saturne, de Jupiter & de Mars, avec les observations de Tycho-Brahé, faites sur mars en 1593, tirées des manuscrits de cet auteur. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 411-470.
- Lalande, J. J. L. de. (1764). *Astronomie*. Desaint & Saillant.
- Lelewel, J. (1852). *Géographie du Moyen Âge*. V^e et J. Pillet.
- Lelewel, J. (1786-1861). (1851). *Géographie du Moyen Âge: Atlas*. Sigismund Schletter.
- Mercier, R. P. (1987). Astronomical Tables in the Twelfth Century. In C. S. F. Burnett (Ed.), *Adelard of Bath: An English Scientist and Arabist of the Early Twelfth Century* (pp. 87-118). Warburg Institute, University of London. *Studies on the Transmission of Medieval Mathematical Astronomy*, Aldershot - Burlington: Ashgate, 2004 (VII).
- Mercier, R. P. (2004). The Lost Zīj of Al-Ṣūfi in the Twelfth Century Tables for London and Pisa. In *Studies on the Transmission of Medieval Mathematical Astronomy* (pp. 1-31). Ashgate. *Studies on the Transmission of Medieval Mathematical Astronomy*, Aldershot - Burlington: Ashgate, 2004 (VIII).
- Montucla, J. É. (1758). *Histoire des mathématiques*. Charles-Antoine Jombert.
- Newcomb, S. (1878). *Researches on the Motion of the Moon, Made at the United States Naval Observatory, Washington, Part I: Reduction and Discussion of Observations of the Moon Before 1750*. Government Printing Office.
- Newton, I. (1713). *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. Cornelius Crownfield.
- Newton, R. R. (1970). *Ancient Astronomical Observations and the Accelerations of the Earth and Moon*. The Johns Hopkins University Press.
- Newton, R. R. (1976). *Ancient Planetary Observations and the Validity of Ephemeris Time*. Johns Hopkins University Press.
- Panaino, A. (2009). Sasanian Astronomy and Astrology in the Contribution of David Pingree. In G. Gnoli & A. Panaino (Eds.), *Kayd: Studies in History of Mathematics, Astronomy and Astrology in Memory of David Pingree* (pp. 73-103). Istituto Italiano per l'Africa e l'Oriente.
- Pedersen, F. S. (2002). *The Toledan Tables: A Review of the Manuscripts and the Textual Versions with an Edition*. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
- Pingree, D. E. (1964-1965). Indian Influence on Sasanian and Early Islamic Astronomy and Astrology. *Journal of Oriental Research*, 34-35, 118-126.
- Pingree, D. E. (1965). The Persian "Observation" of the Solar Apogee in CA. A. D. 450. *Journal of Near Eastern Studies*, 24(4), Article 4.
- Pingree, D. E. (1973). The Greek Influence on Early Islamic Mathematical Astronomy. *Journal of the American Oriental Society*, 93(1), Article 1. <https://doi.org/10.2307/600515>
- Said, S. S., & Stephenson, F. R. (1995). Precision of Medieval Islamic Measurements of Solar Altitudes and Equinox Times. *Journal for the History of Astronomy*, 26(2), 117-132. <https://doi.org/10.1177/002182869502600202>

- Said, S. S., & Stephenson, F. R. (1996). Solar and Lunar Eclipse Measurements by Medieval Muslim Astronomers, I: Background. *Journal for the History of Astronomy*, 27(3), Article 3. <https://doi.org/10.1177/002182869602700303>
- Said, S. S., & Stephenson, F. R. (1997). Solar and Lunar Eclipse Measurements by Medieval Muslim Astronomers, II: Observations. *Journal for the History of Astronomy*, 28(1), Article 1. <https://doi.org/10.1177/002182869702800103>
- Schoy, C. (1911). *Die geschichtliche Entwicklung der Polhöhenbestimmung bei den älteren Völkern*.
- Schoy, C. (1913). *Arabische Gnomonik*. Hammerich & Lesser.
- Schoy, C. (1915a). Geschichtlich-astronomische Studien über die Dämmerung. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, 14(14), 209-214.
- Schoy, C. (1915b). Längenbestimmung und Zentralmeridian bei den älteren Völkern. *Mitteilungen der k.k. Geographischen Gesellschaft in Wien*, 58(12), 27-62.
- Schoy, C. (1917). Erdmessungen bei den Arabern. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, (7-8), 431-445.
- Schoy, C. (1920). Das 20. Kapitel der großen Hâkemitischen Tafeln des Ibn Júnis: "Über die Berechnung des Azimuts aus der Höhe und der Höhe aus dem Azimut". *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 48, 97-111.
- Schoy, C. (1921). Über eine arabische Methode, die geographische Breite aus der Höhe der Sonne im 1. Vertikal („Höhe ohne Azimut“) zu bestimmen. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 49, 124-133.
- Schoy, C. (1922a). Abhandlung über die Ziehung der Mittagslinie, dem Buche über das Analemma entnommen, samt dem Beweis dazu von Abû Sa'îd ad-Darîr. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 50, 265-271.
- Schoy, C. (1922b). Die Bestimmung der geographischen Breite eines Ortes durch Beobachtung der Meridianhöhe der Sonne oder mittels der Kenntnis zweier anderen Sonnenhöhen und den zugehörigen Azimuten nach dem arabischen Text der Hâkimitischen Tafeln des ibn Yûnus. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 50, 3-20.
- Schoy, C. (1923a). Beiträge zur arabischen Trigonometrie (Originalstudien nach unedierten arabisch-astronomischen Manuscripten). *Isis*, 5(2), 364-399.
- Schoy, C. (1923b). Die Gnomonik der Araber. De Gruyter.
- Schoy, C. (1923c). *Über den Gnomonschatten und die Schattentafeln der arabischen Astronomie: Ein Beitrag zur arabischen Trigonometrie nach unedierten arabischen Handschriften*. Heinz Lafaire.
- Schoy, C. (1924). The Geography of the Moslems of the Middle Ages. *Geographical Review*, 14(2), 257-269. <https://doi.org/10.2307/208101>
- Sédillot, J. J. E. (1834). *Traité des instruments astronomiques des arabes, composé au treizième siècle par Aboul Hhassan Ali, de Maroc, intitulé Jami' al-mabadi'*

- wa-al-ghaat (collection des commencements et des fins)* (L. P. E. A. Sédillot, Ed.). Paris L'Imprimerie royale.
- Sédillot, L. P. E. A. (1834). Introduction to *Traité des instruments astronomiques des arabes, composé au treizième siècle par Aboul Hhassan Ali, de Maroc, intitulé Jami' al-mabadi' wa-al-ghaat (collection des commencements et des fins)*. Paris L'Imprimerie royale.
- Sédillot, L. P. E. A. (1847). *Prolégomènes des Tables astronomiques d'Oloug-Beg*. Typographie de Firmin didot Frères.
- Steele, J. M. (2000). *Observations and Predictions of Eclipse Times by Early Astronomers*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9528-5>
- Steele, J. M. (2012). *Ancient Astronomical Observations and the Study of the Moon's Motion (1691-1757)*. Springer.
- Stephenson, F. R. (1997). *Historical Eclipses and Earth's Rotation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511525186>
- Stephenson, F. R., & Morrison, L. V. (1995). Long-Term Fluctuations in the Earth's Rotation: 700 BC to AD 1990. *Philosophical Transactions: Physical Sciences and Engineering*, 351, 165-202.
- Stephenson, F. R., & Morrison, L. V. (2000). Historical Eclipses and the Earth's Rotation. *Science Progress (1933-)*, 83(1), Article 1.
- Stephenson, F. R., Morrison, L. V., & Hohenkerk, C. Y. (2016). Measurement of the Earth's Rotation: 720 BC to AD 2015. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 472, 1-26. <https://doi.org/10.1098/rspa.2016.0404>
- Stephenson, F. R., & Said, S. S. (1991). Precision of Medieval Islamic Eclipse Measurements. *Journal for the History of Astronomy*, 22(3), 195-207. <https://doi.org/10.1177/002182869102200301>
- Toomer, G. J. (1968). A Survey of the Toledan Tables. *Osiris*, 15, 5-174.
- Toomer, G. J. (1996). *Eastern Wisdom and Learning: The Study of Arabic in Seventeenth-Century England*. Oxford University Press.
- van Dalen, B. (2021a). *Ptolemaic Tradition and Islamic Innovation: The Astronomical Tables of Kūshyār Ibn Labbān Jīlī*. Brepols.
- van Dalen, B. (2021b). The Geographical Table in the *Shāmil Zīj*: Tackling a Thirteenth-Century Arabic Source with the Aid of a Computer Database. In M. Husson, C. Montelle, & B. van Dalen (Eds.), *Editing and Analysing Numerical Tables: Towards a Digital Information System for the History of Astral Sciences* (pp. 511-566). Brepols. <https://doi.org/10.1484/M.PALS-EB.5.127706>
- Verbeek, T. (2023). *Gassendi and the Dutch: From the Parhelia Affair to the Reception of the Disquisitio metaphysica*. <https://doi.org/10.1163/24055069-08040002>

Transliteration

Abū al-'Uqūl, Muḥammad b. Aḥmad. *al-Zīj al-mukhtār min al-azyāj* (MS Or. 3624). British Library.

- Abū al-Fidā', 'Imād al-Dīn Ismā'īl b. 'Alī. (1325 AH). *al-Mukhtaṣar fī akhbār al-bashar*. al-Maṭba'at al-Husayniyya al-Miṣriyya.
- al-Bīrūnī, Abū Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad. (1936). *Fihrist kutub Muḥammad b. Zakariyyā' al-Rāzī* (Ed. P. Kraus). Maṭba'at al-Qalam.
- al-Bīrūnī, Abū Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad. (1962). *Tahdīd nihāyāt al-amākin li-taṣḥīḥ masāfāt al-masākin* (Ed. P. Bulgakov). Maḡallat Ma'had al-Makḥūṭāt al-'Arabiyya, 8.
- al-Dhahabī, Shams al-Dīn Abū 'Abd Allāh Muḥammad b. Aḥmad b. 'Uthmān. (n.d.). *al-Mughnī fī al-ḍu'afā'* (Ed. N. 'Itr).
- al-Dhahabī, Shams al-Dīn Abū 'Abd Allāh Muḥammad b. Aḥmad b. 'Uthmān. (1981). *Siyar al-lām al-nubalā'* (Ed. Shu'ayb al-Arna'ūt et al.). Mu'assasat al-Risāla.
- al-Dhahabī, Shams al-Dīn Abū 'Abd Allāh Muḥammad b. Aḥmad b. 'Uthmān. (2003). *Tārīkh al-islām wa-wafayāt al-mashāhīr wa-l-a'lām* (Ed. Bashshār 'Awwād Ma'rūf). Dār al-Gharb al-Islāmī.
- al-Jazarī, Abū 'Abd Allāh Muḥammad b. Ibrāhīm. (1426 AH). *Tārīkh ḥawādith al-zamān wa-anbā'ihī wa-wafayāt al-akābir wa-l-a'yān min abnā'ihī* (Ed. 'Umar 'Abd al-Salām Tadmurī). al-Maktaba al-'Asriyya.
- al-Khāzinī, Abū 'Abd Allāh Muḥammad b. Aḥmad al-Sa'īdī. *al-Majisī* [excerpta] (MS Arab. 314.1). Istanbul University Library.
- al-Maqrīzī, Aḥmad b. 'Alī. (1998). *al-Mawā'iz wa-l-i'tibār bi-dhikr al-khiṭaṭ wa-l-āthār* (Ed. Khalīl al-Manṣūr). Dār al-Kutub al-'Ilmiyya.
- al-Ṣafādī, Khalīl b. Aybak. (1962–2013). *al-Wāfi bi-l-wafayāt* (Eds. H. Ritter & S. Dederling). Franz Steiner.
- al-Ṣā'id al-Andalusī, Abū al-Qāsim b. Aḥmad b. Ṣā'id. (1376 SH). *al-Ta'rīf bi-tabaqāt al-umam* (Ed. G. Jamshīdnejād Awwal). Mīrāth-i Maktūb.
- al-Yāfī'ī, Abū Muḥammad 'Abd Allāh b. As'ad. (1997). *Mir'āt al-janān wa-'ibrat al-yaqzān fī ma'rīfat mā yu'tabar min ḥawādith al-zamān* (Ed. Khalīl Manṣūr). Dār al-Kutub al-'Ilmiyya.
- Ibn al-Wardī, 'Umar b. Muẓaffar. (1996). *Tārīkh*. Dār al-Kutub al-'Ilmiyya.
- Ibn Khallikān, Abū al-'Abbās Shams al-Dīn Aḥmad b. Muḥammad b. Abī Bakr. (1972). *Wafayāt al-a'yān wa-anbā' abnā' al-zamān* (Ed. 'Abbās). Dār Ṣādir.
- Ibn Kathīr, Abū al-Fidā' Ismā'īl. (2010). *al-Bidāya wa-l-nihāya* (Eds. 'Abd al-Qādir al-Arna'ūt & Bashshār 'Awwād Ma'rūf). Dār Ibn Kathīr.
- Ibn Yunus, Abū al-Ḥasan 'Alī b. 'Abd al-Raḥmān. *al-Zīj al-Ḥākīmī al-kabīr* (MS Or. 143). Leiden University Library.
- Karamati, Y. (2023). Raṣad. In *Dā'irat al-Ma'ārif-i Buzurg-i Islāmī* (Vol. 25, pp. 104–160). Markaz-i Dā'irat al-Ma'ārif-i Buzurg-i Islāmī.
- Karamati, Y. (2024). An Observational History of Persia and the Islamic World until the "Mumtaḥan (Examined) Observations" (213 AH / 828 AD). *Journal for the History of Science*, 21(2), 169-186. <https://doi.org/10.22059/jihs.2024.356657.371782>

- Karamati, Y. (2025). Determination of Obliquity of the Ecliptic by Observing Solstices in Medieval Islam. *Journal for the History of Science*, 23(1), 173-202. <https://doi.org/10.22059/jihs.2025.392094.371822>
- Karamati, Y. (2026). An Observational History up to the 10th Century AD as Reflected in the *Great Hakimi Zij* and Its Parallel Texts. *Journal for the History of Science*, 23(2), 163-198. <https://doi.org/10.22059/jihs.2026.410032.371873>
- Karamati, Y. (2026). al-Zīj al-Ḥākīmī al-Kabīr. In *Dā'irat al-Ma'ārif-i Buzurg-i Islāmī* (Vol. 26). Markaz-i Dā'irat al-Ma'ārif-i Buzurg-i Islāmī.
- Muḥammad b. Abī Bakr al-Fārisī (al-Khazā'inī). *al-Zīj al-Mumtaḥan al-Muẓaffarī* (MS Gg.3.27.2). Cambridge University Library.
- Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, Abū Ja'far Muḥammad b. Muḥammad b. Ḥasan. *Zīj-i Ṫlkhānī* (MS Persan 163). Bibliothèque nationale de France.
- Nizām al-Dīn al-A'raj al-Nīsābūrī, Ḥasan b. Muḥammad b. Ḥusayn. *Kashf ḥaqā'iq Zīj-i Ṫlkhānī* (MS 3579). Majlis Library, Tehran.
- Shams Munajjim Wābaknawī, Muḥammad b. 'Alī. *Zīj-i Muḥaqqaq Sulṭānī 'alā uṣūl al-raṣad al-Ṫlkhānī* (MS 2694). Ayasofya Library.
- al-Zīj al-Muṣṭalaḥ. MS 2513. Bibliothèque nationale de France.
- al-Zīj al-Mumtaḥan al-'Arabī (excerpt). MS Gg.3.27.1. Cambridge University Library.