Journal of Research on Archaeometry 2024; 10 (1); 69-99

Journal of Reserarch on Archaeometry

DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jra.10.1.391

Original Paper Open Access

Chronological Dating of Ancient Cities Using Astronomical Dating: A Case Study on the Dating of the Construction of the Sasanian City of Gūr

Yaghesh Kazemi[1], GholamReza Kiani-DehKiani[2*], Iraj Safaei[3]

1 Ph.D. Candidate, Department of Conservation, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran
2 Assistant Professor, Department of Conservation, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran
3 Head of the Observatory, Kashan University, Kashan, Iran

Received: 2023/12/24 Accepted: 2024/03/13

Abstract

In some archaeological studies of ancient cities, sufficient materials and data are not available for accurate dating, leading to uncertainties and estimates in the chronology or foundation time of these cities. The current article aims to determine the exact construction date of the ancient city of Gūr for the first time using the astronomical dating method. Gūr is one of the cities of the Sasanian period in Fars province of Iran, whose exact construction date has remained unknown to this day. This city had a circular wall and four gates named after Mihr (sun), Bahram (mars), and Hormuz (Jupiter).

The research question is how to determine the construction date of Gūr by assuming a correlation between the orientation of the gates and the positions of their namesake sun and planets.

To this end, the positions of the city's four gates were first determined according to archaeological reports and based on field measurements. Subsequently, within a historical timeframe, the orientation of the axis of the gates with the direction of the sun and planets was quantitatively measured using a sky simulator astronomical software and subjected to causal analysis.

The results of this research indicate that the design of the city of Gūr was carried out on December 21, 224 AD, coinciding with the winter solstice. Astrological studies also confirm the observational data for the mentioned year of construction and confirm that the location of the city's four gates was determined based on a unique planetary configuration at the end of the autumn of that year and based on the azimuth angles of Sun, Mars and Jupiter; and also based on their ecliptic longitudes in zodiac.

Keywords:

Astronomical Dating, Chronology, Ardashir-Khwarrah Gūr city, Sasanian Circular Cities, Archaeoastronomy

* Corresponding Author: gh.kiani@aui.ac.ir

©2024 by the Authours.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

پژوهه باستان‌سنجی ۱۴۰۳؛ ۱۰(۱): ۹۹-۶۹

پژوهه باستان‌سنجی

DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jra.10.1.391

دانشگاه هنر اسلامی تبریز ۱۳۷۸

مقاله پژوهشی

گاه‌نگاری شهرهای کهن با استفاده از سال‌یابی نجومی مطالعه موردی: تاریخ بنای شهر ساسانیِ گور

یاغش کاظمی[۱]، غلامرضا کیانی ده‌کیانی[۲*]، ایرج صفایی[۳]

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استادیار، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

۳. مربی، سرپرست رصدخانه دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

چکیده

در مواردی از بررسی‌های باستان‌شناسانه شهرهای کهن، مواد و داده‌های کافی برای یک تاریخ‌گذاری دقیق به دست نمی‌آید و گاه‌نگاری یا زمان بنیاد این شهرها با تردید و تخمین همراه می‌گردد. روش «سال‌یابی نجومی» برای تفسیر و تکمیل داده‌های باستان‌شناختی و تحلیل‌های هندسی و یافتن توالی ساخت‌وسازها در مجموعه‌های باستانی در سطح جهان چند دهه‌ای هست که مورد توجه قرار گرفته و آن را به کار بسته‌اند؛ در حالی‌که این شیوه گاه‌نگاری در ایران هنوز در آغاز راهِ خود است. هدف مقاله حاضر آن است که برای نخستین بار با استفاده از روش سال‌یابی نجومی، تاریخ دقیق ساختِ یکی از شهرهای کهن ایرانی یعنی شهر «گور» را معین نماید. شهر باستانی «گـور» از شهرهای دوره ساسانی است که تا امروز، تاریخ دقیق بنای آن مجهول مانده است. این شهر، بارویی مدوّر و چهار دروازه داشته است که دروازه‌های آن به نام ستارگان نام‌گذاری شده بودند. پرسش پیش رو این است که چگونه می‌توان با فرضِ مرتبط بودن سَمتِ محور دروازه‌ها با موقعیت ستاره‌های همنام خود، به تاریخ بنای شهر گور دست یافت؟ این تحقیق علاوه بر آن‌که می‌تواند به موضوع سال‌یابی نجومی در باستان‌شناسی ایران غنا بخشد، از آن جهت که نظریه جدیدی در مورد شیوه طرح‌اندازی شهرهای ساسانی ارائه می‌دهد نیز دارای اهمیت است. همچنین برای حفاظتِ بهتر از شهرهای کهن، شناخت و آگاهی از میراث علمی تجربه‌شده در طراحی آن‌ها ضرورت پیدا می‌کند. بدین‌منظور ابتدا موقعیت چهار دروازه شهر طبق گزارش‌های باستان‌شناسی و بر مبنای اندازه‌گیری‌های میدانی مشخص گردید، سپس در یک محدود تاریخی، جهت‌گیریِ محور دروازه‌ها با سَمتِ ستارگان به صورتِ کمّی به کمک نرم‌افزار نجومیِ شبیه‌سازِ آسمان سنجیده شده و مورد تحلیل علّی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که طرح‌اندازی شهر گور در روز ۲۱ دسامبر سال ۲۲۴ میلادی، هم‌زمان با انقلاب زمستانی انجام گرفته است. بررسی‌های تنجیمی نیز، داده‌های رصدی را برای سال ساختِ یادشده تثبیت می‌کند و مؤید آن است که جانمایی چهار دروازه شهر، بر اساس پیکربندی سیاره‌ای منحصربه‌فردی که در پایان پاییزِ این سال برقرار بوده و بر اساس زوایایِ سَمتِ خورشید و بهرام (مریخ) و هرمزد (مشتری) و همچنین طول دایره‌البروجی این اجرام آسمانی انجام شده است.

واژگان کلیدی: سال‌یابی نجومی، گاه‌نگاری، شهر گور اردشیرخوره، شهرهای مدور ساسانی، باستان اخترشناسی.

*مسئول مکاتبات: gh.kiani@aui.ac.ir

©2024 by the Authours.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

۱. مقدمه

آسمان و اجرام آسـمانی بخشی جدایی‌ناپذیر از باورهای جوامع انسانی را تشکیل می‌دهد. به طور کلی مردم در گذشته سعی می‌کردند تا اعمال خود را در هماهنگی با آسمان، آغاز و به انجام برسانند؛ به همین دلیل ممکن است بسیاری از بناهای باستانی از روی عمد با اهدافی در چشم‌اندازِ آسمانی، هم‌سـو و هم‌تراز شده باشند. شناخت این هم‌ترازی‌ها می‌تواند برای درک بهتر بخشی از جهان‌بینی‌های به وجود آورنده آن‌ها مفید واقع شـود. این‌که چرا سازندگان بناهای باستانی، آثار معماری شهری را با ملاحظاتِ نجومی طرح‌اندازی می‌کردند، شاید به دلیل اهمیت مذهبی یا اسطوره‌ای بعضی ستارگان و یا به منظور پیش‌بینی بعضی رویدادهای اکولوژیکی اقلیمی بوده باشد. امروزه «نجوم فرهنگی» (Cultural Astronomy) و «باستان‌اخترشناسی» (Archaeoastronomy) دانش‌هایی از نجوم، انسان‌شناسی، باستان‌شناسی و تاریخ را به یکدیگر می‌پیوندد و خوانشی نوین از حکایات و رویدادهای دیرین در اختیار می‌گذارد. مزیّتی که آسمان برای نیل به این منظور دارد آن است که برخلاف چشم‌اندازهای زمینی که اغلب گذرا و در معرض تغییر هستند و مشکل بتوان گذشته آن‌ها را بازسازی کرد؛ اما منظرهای آسمانی دارای چرخه‌های منظم و قابل اعتمادی هستند که اکنون می‌توان آن‌ها را در هر مکان و زمانی در گذشته به کمک دانش نجومِ نوین و نرم‌افزارهای شبیه‌سازِ آسمان بازسازی کرد و تجسّم‌شان را بر صفحه نمایش کامپیوتر و یا در آسمان‌نما مشاهده نمود. این قابلیت، به ویژه برای بررسی رابطه آثار معماریِ باستانی با ستارگان و تشخیص هم‌ترازی‌های نجومی، بسیار ارزشمند است.

۱-۱. بیان مسئله

امروزه سال‌یابی نجومی در یک بنا یا مجموعه باستانی به عنوان یک روش گاه‌نگاری جایگزین مورد توجه قرار گرفته است. به عبارتی، سال‌یابی نجومی می‌تواند برای تأیید و صحه‌گذاری نتایج حاصل از تکنیک‌های سال‌یابی باستان‌شناختی مورد استفاده قرار بگیرد. در سال‌یابی نجومی، چارچوب زمانی‌ای که بالاترین درجه همبستگی را بین راستا یا زاویه سمتِ عناصر معماری با موقعیت اجرام آسمانی نشان می‌دهد، به عنوان تاریخی پیشنهاد می‌شود که بنا (با فرض داشتن هم‌ترازی نجومی) در آن هنگام ساخته شده است (Aveni & Mizrachi, 1998). با این وجود، این روش چندان در ایران برای گاه‌نگاری بناها و محوطه‌های باستانی مورد استفاده قرار نگرفته است.

یکی از شهرهای باستانی ایران که تاریخ ساخت نامشخصی دارد، اردشیرخوره است که به نام‌های «فیروزآباد»، «گور» و معرّبِ آن «جور» نیز خوانده می‌شده است. اکنون آثار ویرانه‌های این شهر در جنوب‌غربی استان فارس، در ۴ کیلومتری شمال‌غربی شهر کنونی فیروزآباد و ۱۲۵ کیلومتری جنوب شیراز قرار دارد. این شهر، بارویی دایره‌ای‌شکل با چهار دروازه دارد که سه دروازه موسوم به اسامی ستارگان است. بر اساس گزارش‌های تاریخی، شهر گـور را اردشیر بابکان، مؤسس سلسله ساسانی، در آغاز کار خود بنا نهاده بود؛ ولی تاریخ دقیق ساختِ آن نامشخص است.

از بعضی متون ادبی مانند «کارنامه اردشیر بابـکان» و به تبع آن «شاهنامه» و نیز بعضی جغرافی‌نگاری‌های سـدهٔ چهارم هجری‌قمری مانند «اشکال العالم» چنین برمی‌آید که اردشیر، شهر را پس از پیروزی بر اردوان پنجم اشـکانی بنیان نهاده بود (Mashkur, 1950; Jayhānī, 1989). با این‌حال تاریخ‌نگارانی نظیر طبری و به تبعِ او ابن‌اثیر، بنای این شهر را پیش از نبرد نهاییِ اردشیر و اردوان عنوان کرده‌اند (Tabari, 1992; Ibn Athir, 1992).

بین پژوهندگان غربی، هر دو گزاره بالا برای تاریخ بنای شـــهر، طرفدارانی دارد. در حالی‌که «دیتریش هوف» هم‌رأی با روایتِ طبری اســـت (Huff, 1986; Huff, 1987)؛ اما کلیفورد ادموند باســـورث موافق با گزارشِ جیهانی اســـت (Bosworth,2017).

با توجه به این‌که عموم پژوهندگان، بر انتسابِ بنا نهادن شهر مدور گـور به دست اردشیر بابکان اتفاق نظر دارند و از آن‌جایی‌که تاریخ نبرد سرنوشت‌ساز اردشیر و اردوان را ۲۸ آوریل (اردیبهشت‌ماه) سال ۲۲۴ میلادی تعیین کرده‌اند (Christensen, 1999; Labbaf-Khaniki, 2021)، نگارندگان نیز در فرضیه این مقاله قائل به تاریخی در همین حدود برای بنای شهر دایره‌ای‌شکلِ گور بوده‌اند. مسئله این است که چنان‌چه فرض شود هنگام بنای شهر گور و جانمایی دروازه‌ها در باروی مدورش، یک نظام و سامان نجومی مورد نظر بوده باشد ـآن‌سان که از نام‌گذاری دروازه‌ها برمی‌آیدـ چگونه می توان با شناخت آن نظام و با استفاده از روش سال‌یابی نجومی، تاریخ بنای شهر را تعیین نمود؟ به عبارتی، هدف اصلیِ این پژوهش، تعیین تاریخ دقیق بنای شهر گـور به شیوه سال‌یابی نجومی است.

این تحقیق از آن جهت که در موضوع سال‌یابی نجومی در پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران پیشـگام است و بدان غنا می بخشد و هم از آن‌رو که نظریه جدیدی در مورد شیوه طرح‌اندازی شهرهای دوره ساسانی و ارزش آن‌ها به عنوان یک میراث علمی نجومی ارائه می‌دهد اهمیت دارد. شناخت این ارزش و نظامِ مهندسی در شهر گـور، با توجه به ثبت شدن «محور ساسانی فیروزآباد» در فهرست میراث جهانی، برای حفاظتِ جامع آن ضرورت دارد.

۲-۱. روش‌شناسی

در این بخش، ابتدا بعضی مفاهیم پایـه و تخصصی که در «روش سال‌یابی نجومی» مورد تأکید و تکرار است تعریف می‌شود و سپس متدلوژی و چگونگی انجام روش سال‌یابی نجومی با آوردنِ مثال توضیح داده می‌شود.

۲-۱-۱. تعریف سال‌یابی نجومی (Astronomical Dating)

سال‌یابی نجومی یا تاریخ‌گذاری نجومی، یک روش فنی برای تاریخ‌گذاری رویدادها یا مصنوعاتی است که با پدیده‌های نجومی مرتبط هستند. آثار هنری که پیکربندی ستارگان و سیارات را در یک زمان خاص نشان می‌دهند و ساختمان‌هایی که نسبت به محل طلوع و غروب اجرام آسمانی در یک زمان خاص، جهت‌گیری یا سویابی شده‌اند، همه از طریق محاسبات نجومی امکان سال‌یابی را فراهم می‌سازند. ابزارهای این روش، یک دوربین زاویه‌یاب نقشه‌برداری با سنجه‌های عمودی و افقی، یک زمان‌سنج دقیق و برنامه‌های رایانه‌ای شبیه‌ساز آسمان است که با وارد کردن طول و عرض جغرافیایی مکان، موقعیت ستارگان و سیاره‌ها را در هر تاریخی، در آسمانِ محل نشان می‌دهد (Aveni & Mizrachi, 1998).

فرض اصلی در سال‌یابی نجومی، یافتن تاریخی منحصربه‌فرد است که در آن مجموعه‌ای از داده‌های نجومیِ تاریخی با محاسبات مدرن و گذشته‌نگر از موقعیت اجرام آسمانی مطابقت داشته باشد؛ به عبارتی استفاده از اخترشناسی نوین برای محاسبه موقعیتِ ستاره یا هدفِ نجومی مورد نظر در زمان‌های خاصی در گذشته است. اولین مرحله در این فرآیند، ایجاد یک محدوده زمانی قابل قبول برای داده‌های منبع است. تعیین این محدوده، ضروری است زیرا در یک مقیاس زمانی طولانی، عملاً همه پیکربندی‌های آسمانی تکرار خواهند شد. رایج‌ترین و مفیدترین داده‌های مورد استفاده در سال‌یابی نجومی، موقعیت سیارات و تا حدی ماه و خورشید است. سال‌یابی نجومی می‌تواند ابزار قدرتمندی برای ارائه سال‌یابی مطلق باشد؛ اما باید محافظه‌کارانه استفاده شود زیرا به راحتی می‌تواند نتایج دقیق و چشمگیر بر اساس مفروضات نامعتبر به دست دهد (Steele, 2003).

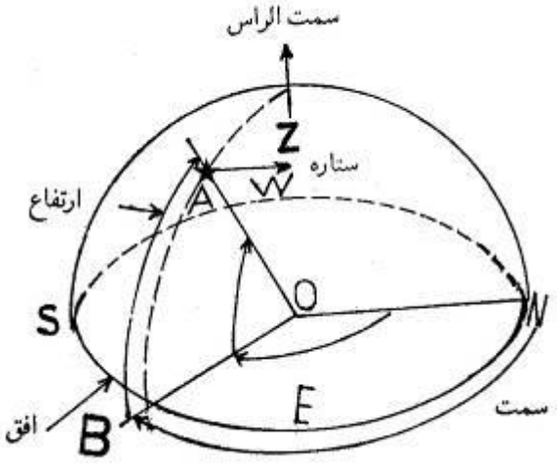
۲-۲-۱. هم‌ترازی نجومی (Astronomical Alignment)

ابنیه و اماکن باستانی و تاریخی، ممکن است دارای ارتباطات و پیوندهایی با آسمان باشند که در برخی ویژگی‌های‌شان مانند سـو یا جهت‌گیری نمود می‌یابد. برخی از یادمان‌های معماری، به عنوان سازه تقویمی آیینی عمل می‌کنند و محور

آن‌ها به طور سنجیده‌ای نسبت به محل طلوع و غروب خورشید و ستارگان یا محل رؤیت یک پدیده نجومی در ایام خاص سال سویابی شده است. این سویابی، تعبیر به هم‌راستایی یا هم‌ترازی نجومی می‌شود (Ruggles & Cotte, 2017).

۳-۲-۱. زاویه سمت و زاویه ارتفاع

زاویه سمت، کمانی است از دایره افق که از سمت شمال به سمت شرق از صفر تا ۳۶۰ درجه افزایش می‌یابد. زاویه ارتفاع، کمانی است بر بالای دایره سمت که از دایره افق تا سَرسوی (سمت‌الرأس) یا پاسوی (سمت‌القدم) به ترتیب از صفر تا ۹۰+ درجه یا ۹۰- درجه تغییر می‌کند (Nabaei, 1992) (شکل ۱).



شکل ۱: اگر نقطه O مرکز زمین فرض شود، چهار جهت اصلی با N-S-E-W مشخص می‌شود. ZB نصف‌النهار ستاره‌ای مانند A است. نقطه Z سمت‌الرأس است؛ کمان NB روی دایره افق، سَمت را نشان می‌دهد؛ و کمان BA ارتفاع ستاره است (Nabaei, 1992).

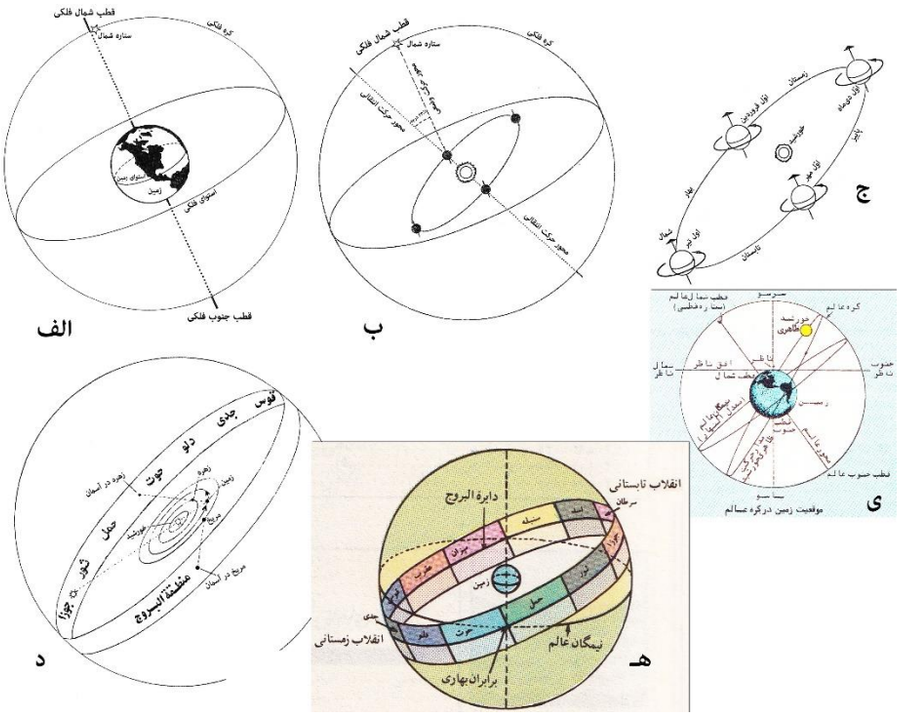
٤-۲-۱. دایره‌البروج و منطقهٔ‌البروج

دایره‌البروج، دایره عظیمه‌ای است از کُره فلکی که خورشید در حرکت ظاهری سالانه خود می‌پیماید (مدار حرکت ظاهری خورشید) و آن را به نام‌های فلک‌البروج و دایره شمسیه نیز می‌خوانند. منطقهٔ‌البروج عبارت است از کمربندی از کره فلکی به عرض تقریبی ۱۶ درجه که به طور قرینه در دو سوی دایره‌البروج واقع است. این کمربند به دوازده قسمت ۳۰ درجه تقسیم شده است و هر قسمت را که یک برج خوانده می‌شود به نام پیکر آسمانی (صورت فلکی) که به محاذات آن قرار دارد نام‌گذاری کرده‌اند. البته به دلیل حرکت تقدیمی زمین، امروزه برج‌ها از پیکرهای آسمانیِ همنام خود به اندازه تقریباً ۳۰ درجه عقب مانده‌اند (Zamāni Qumshie'e, 2013) (شکل ۲، د تا ی).

۵-۲-۱. دایره میل و میلِ خورشید

دایره میل، دایره عظیمه‌ای است که از قطب‌های شمالی و جنوبی کره فلکی گذر کرده و صفحه آن بر سطح دایره استوای فلکی عمود باشد. به فاصله زاویه‌ای یا کمانی که در امتداد دایره میل، بین دایره استوای فلکی (معدّل‌النهار) و خورشید واقع می‌گردد «میل خورشید» می‌گویند. انحراف محور «حرکت وضعی زمین» از محور «حرکت انتقالی زمین به دور خورشید»، تقریباً ۲۳/۵ (بیست‌وسه‌ونیم) درجه است؛ و به تبعِ آن زاویه بین صفحه دایره‌البروج و دایره استوای فلکی، همین مقدار است. چون در دو نقطه اعتدالین (اوّل بهار و اوّل پاییز)، دایره استوای فلکی و دایره‌البروج بر هم منطبق می‌شوند، میل

خورشید در این هنگام صفر است. در رأس‌السرطان و نقطه انقلاب تابستانی (اول تابستان) میلِ خورشید تقریباً ۲۳/۵ درجه است؛ و در رأس‌الجدی و نقطه انقلاب زمستانی (اول زمستان) میلِ آن تقریباً به ۲۳/۵- درجه می‌رسد (Zamāni Qumshie'e, 2013) (شکل ۲، الف تا ج).



شکل ۲: الف: دایره استوای فلکی؛ ب: محورهای حرکت انتقالی و وضعی؛ ج: نقاط ابتدای فصول؛ د: مدار حرکت ظاهری خورشید به دور زمین؛ ی: منطقةالبروج و بُرج‌های فلکی (Zamāni Qumshie'e, 2013; Bakhtiari, 1995).

٦-۲-۱. طول دایره‌البروجی (ecliptic longitude)

در دستگاه مختصات دایره‌البروجی، صفحه دایره‌البروج و محور عمود بر آن دو مرجع اصلی هستند. در این دستگاه مختصات کُروی، زاویه طول دایره‌البروجی یک «ستاره» عبارت است از قوسی از دایره‌البروج که از نقطه اعتدال بهاری شروع شده و در خلاف جهت عقربه‌های ساعت، به محل تلاقی نصف‌النهار «ستاره» در مختصات دایره‌البروجی با دایره‌البروج ختم می‌شود و اندازه آن بین صفر تا ۳۶۰ درجه تغییر می‌کند (Edalati & Farrokhi, 2001).

۷-۲-۱. ستاره‌های ثابته و رَوَنده

در نجوم قدیم، ستارگان را به دو دسته تقسیم می‌کردند؛ یکی ستارگانی که نسبت به یکدیگر حرکت چندانی نداشته و به آن‌ها ستاره ثابته یا «ثوابت» می‌گفتند؛ و دستهٔ دیگر، ماه و خورشید و پنج سیاره‌ای که با چشم غیرمسلح قابل دیدن هستند و به آن‌ها «ستاره رَوَنده» یا سیاره می‌گفتند.

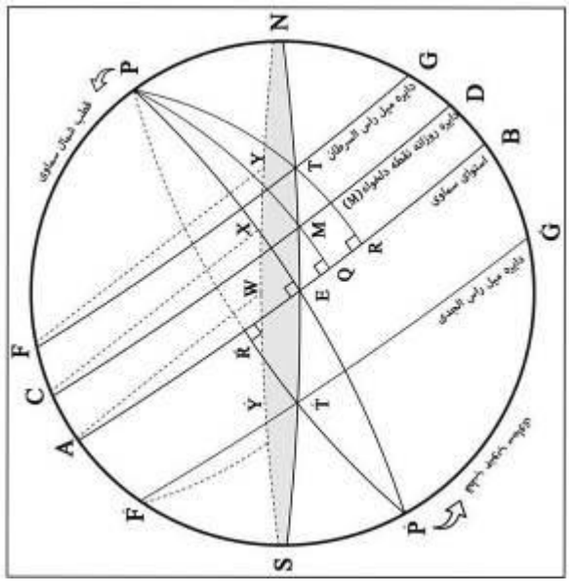
۸-۲-۱. سِعَتِ مشرق (Ortive Amplitude)

نقطه طلوع هر جرم آسمانی برای ناظر زمینی در افق صفر درجه از سمت مشرق ممکن است مقداری انحراف داشته باشد. این انحراف از سمت مشرق بین صفر تا ۹۰+ درجه (به سمت شمال) یا صفر تا ۹۰- درجه (به سمت جنوب) متغیر است. میزان انحراف نقطه طلوع هر جرم آسمانی برای هر ناظر را در هر جای کره زمین که باشد، سِعَت مشرق یا سعةالمشرق

آن جرم آسمانی می‌گویند (Safaei, 2021). مطابق (شکل ۳)، اگر دایره SEN دایره افق یک مکان، P قطب شمال و 'P قطب جنوب در نظر گرفته شود؛ دایره AEB استوای فلکی و E نقطه مشرق است. با فرض طلوع خورشید از نقطه M، کمان EM برابر با سعت مشرقِ خورشید در آن روز است. بیشینهٔ سعت مشرقِ خورشید در نیم‌کره شمالی آسمان، معادل سعت مشرقِ ابتدای بُرج سرطان (خرچنگ)؛ و در نیم‌کره جنوبی برابر با ابتدای جَدی است (کمان‌های ET و "ET) که در هر دو، انقلاب تابستانی و زمستانی، میل خورشید برابر با میل کلی و تقریباً ۲۳/۵ درجه است (کمان RT در انقلاب تابستانی و "R'T در انقلاب زمستانی) (Mousavi, 2017).

رابطه ۱، یکی از معادله‌های مهم در محاسبه سعت مشرق است (Dinsmoor, 1939) (که در آن، α سعت مشرق، δ میل خورشید و φ عرض جغرافیایی است):

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\sin\delta}{\cos\varphi}\right) \quad \text{(رابطه ۱)}$$



شکل ۳: تغییر سعت مشرقِ خورشید در طول یک سال در عرض‌های میانی نیم‌کره شمالی زمین (Mousavi, 2017).

۹-۲-۱. شرح روش سال‌یابی نجومی در باستان‌شناسی

دینزمور (۱۹۳۹)، برای سال‌یابی نجومی یک بنای باستانی، معادله شبه جبری زیر را پیشنهاد داده است:

$$X = Ar + R + C + As \quad \text{(رابطه ۲)} \quad \text{(Dinsmoor, 1939)}$$

در این معادله، X تاریخی است که مقرر است از سال‌یابی نجومی حاصل شود؛ Ar شواهد باستان‌شناختی؛ R شواهد آیینی و مذهبی؛ C تقویم محلی؛ و As مشاهدات نجومی و اندازه‌گیری‌های میدانی است.

برای مثال، به منظور سال‌یابی نجومی معبد آتنا نیکی (Naós Athinás Níkis) در آکروپولیسِ آتن، طبق رابطه ۲ ابتدا باید یک دامنه یا محدوده زمانی از روی شواهد باستان‌شناختی (Ar) تعیین شود که در این مورد حدود سال ۴۲۰ ق.م حاصل می‌شود. سپس باید شواهد آیینی و مذهبی (R) مثل نام ایزدی که در معبد پرستش می‌شده و روز جشنِ مخصوصِ آن ایزد طبق تقویم محلی (C) مورد توجه قرار گیرد. در معابد یونانی، در بیشتر موارد، نامی که معبد اکنون بدان شناخته می‌شود همان نام ایزدِ مورد پرستش بوده است. در اینجا، معبد آتنا نیکی، «نیکی» (یونانی: Νίκη) به معنی پیروزی، از ویژگی‌های ایزدبانو «آتنا» است که بزرگترین جشنِ آن ایزد، «پاناَتِنـیا» (Panathenaea) بوده است. این جشن در اواخر

ماهِ قمری هِکاتومبیون (Hekatombaion) ـ به تقویم آتنیِ قدیم در حدود نیمه تابستان ـ برگزار می‌شده است. عامل آخر در رابطه ۲، مشاهدات نجومی و اندازه‌گیری‌های میدانی (As) است. با این فرض که در روز جشنِ مذکور، پس از طلوع و برآمدنِ خورشید از بالای موانع طبیعی و مصنوعی، زاویه سَمت و راستای آن، هم‌راستا با محور معبد می‌شده و برای سـویابیِ آن تأمین دلیل می‌کرده است، ابتدا زاویه سَمتِ محور معبد به طور دقیق اندازه‌گیری می‌شود، آن‌گاه با توجه به عرض جغرافیایی مکانِ معبد و میلِ خورشید در هنگام ساخت معبد، سعت‌المشرق و زاویه سَمتِ خورشید (در لحظه رؤیتِ صبح‌گاهیِ آن از بالای موانع طبیعی و مصنوعی) در محدود دو ماه قبل و بعد از نیمه تابستان برای دامنـه چند سال قبل و بعد از ۴۲۰ ق.م به صورت نظری مشخص می‌گردد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که X یا سن نجومیِ معبد را باید ۱۶ اوت (برابر با ۲۷/۲۸ هِکاتومبیون) سال ۴۲۷ ق.م تعیین نمود (Dinsmoor, 1939).

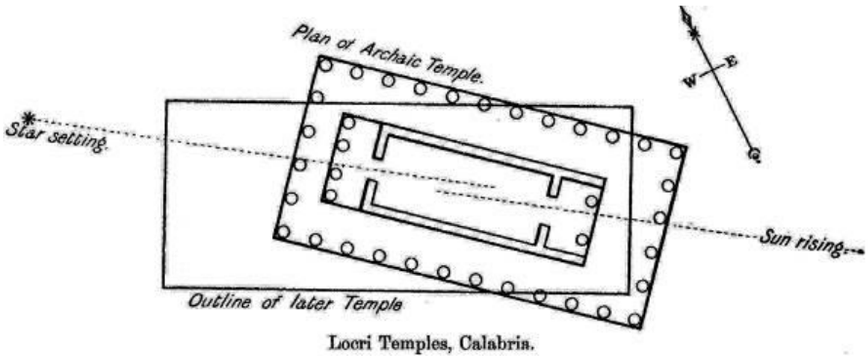
۳-۱. پیشـینه پژوهش

در این بخش، تاریخچه‌ای از کاربرد روش سال‌یابی نجومی برای گاه‌نگاری آثار معماری و محوطه‌های تاریخی آورده می‌شود و همچنین سابقه‌ای از گاه‌نگاری شهر گـور ارائه می‌شود.

۱-۳-۱. کارنامکِ سال‌یابی نجومی در باستان‌شناسی

ژوزف اسکالیـگر (۱۶۰۹-۱۵۴۰ م.) (Joseph Justus Scaliger) جزو نخستین پژوهشـگرانی است که در کتاب خود «اصلاح زمان» (۱۵۸۳) (De emendatione temporum) برای تعیین گاه‌شـماری جهان بر پایه شواهد ادبی، استفاده از روش تاریخ‌گذاری نجومی را توصیه کرد. پس از او، شارل فرانسوا دوپویی (۱۸۰۹-۱۷۴۲ م.) (Charles François Dupuis) در اثر مشـهور خود «سرچشمه همه آیین‌ها» (۱۷۹۵) (Origine de tous les Cultes)، برای نخستین بار کوشید تا داستان‌های مندرج در اسطوره‌ها را نیز بر مبنای شواهد درونی نجومی، مانند پیدایی دنباله‌دار یا خورشیدگرفتگی، تاریخ‌گذاری کند (Ruthven, 1999).

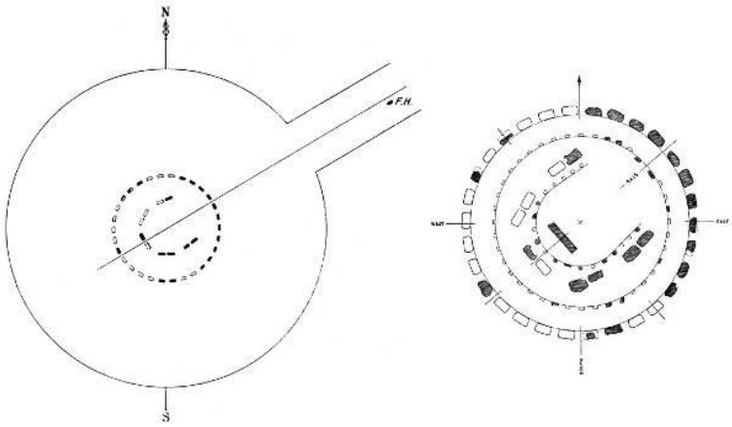
در اواخر قرن نـوزده میلادی، فرانسیس پنروز (Francis Penrose) کوشید تا معابد یونانی را بر اساس این فرض سال‌یابی کند که محور آن‌ها در زمان ساخت، با سَمتِ طلوع و غروب برخی ستارگان در گرگ‌ومیش سحرگاهی، هم‌تراز بوده است؛ به این صورت که مثلاً یک ساعت قبل از برآمدنِ خورشید در امتدادِ محور بنا و مقابل درگاه شرقی، ستاره‌ای در همان امتداد در غربِ محور در حال غروب بوده باشد. تاریخ‌هایی که پنروز به این روش برای بعضی معابد به دست آورده بود، اغلب با تاریخ‌هایی که از داده‌های باستان‌شناسی حاصل شده بود تفاوت فاحش داشت؛ در نتیجه برای آشتی دادن این تاریخ‌ها، چنین استدلال شد که معبدِ موجود را باید روی شـالوده معبد قدیمی‌تری تلقی کنیم و تاریخ به‌دست‌آمده در واقع سن معبد متقدم را نشان می‌دهد (Penrose, 1893) (شکل ۴).



Locri Temples, Calabria.

شکل ۴: پلان یک معبد قدیمی یونانی که بعداً روی شالوده آن معبد نوتری بنا شد. محور معبدِ کهن‌تر به گونه‌ای سویابی شده بود که از یک‌جهت رو به محل طلوع خورشید و از جهتِ دیگر رو به محل غروبِ یک ستاره در سپیده‌دم باشد (Penrose, 1897).

در اوایل قرن بیستم میلادی، لاکیـر و پِنـروز کوشیدند سازه استون‌هنج را سال‌یابی نجومی کنند. آن‌ها بر مبنای این فرض که محور اصلی بنای اسـتون‌هنج در زمان ساخت آن، دقیقاً هم‌راسـتای محل طلوع خورشـید در انقلاب تابسـتانی بوده است، با رصد موقعیت طلوع خورشیدِ انقلاب تابسـتانی در مکان، از روی اختلاف «سِعَت مشرق» با راستای محور بنا و با احتساب تغییرات میل دایره‌البروج، سن سـازه را ۱۶۸۰ پیش از میلاد (با خطای ۲۰۰± سال) تعیین کردند (Lockyer & Penrose, 1901) (شکل ۵).



شکل ۵: ساختار اصلی استون‌هنج، مشتمل بر یک دایره بیرونی (متشکل از ۳۰ سنگ عمودی) و یک بخشِ درونی با چیدمانِ نعل اسبی (متشکل از ۱۰ سنگ عمودی بزرگتر) است. محور اصلی بنا، در امتداد محورِ یک خیابان باستانی، هم‌راستا با محل طلوع خورشید در انقلاب تابستانی است (Lockyer & Penrose, 1901).

در داخل گنبد بنای موسوم به «قُصَیر عَمْره» در اردن، یک نقاشی دیواری از آسمان و پیکرهای آسمانی (صورت‌های فلکی) ترسیم شده است. عکس‌هایی که از این نقاشی دیواری توسط کرِسـوِل (Creswell)، سرپرست هیئت بریتانیایی از قاهره، گرفته شد بعداً در هامبورگ مورد تصحیح خطای پرسپکتیو و باز ترسیم و بازسازی قرار گرفت. طرح پیراسته اخیر، روشن ساخت که نقاشی داخل گنبد، پیکرهای آسمانی را نه آن‌طور که در آسمان ظاهر می‌شوند بلکه از دید ناظری که بیرون از کُره آسمانی بدان نگریسـته نشان می‌دهد. همچنین تعدادی از پیکرهای آسمانیِ ترسیم‌شده، فقط در نیم‌کره جنوبی قابل مشاهده هستند. با این همه، سال‌یابی نجومیِ بنا بر پایه این طرح، مورد توجه قرار گرفت و نتایج، قدمت بنا را به ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلادی محدود کرد که با شواهد تاریخی نیز مطابقت داشت (Beer, 1967) (شکل ۶).

شکل ۶: قصیر عمره، کاخ کوچکی از سده هشتم میلادی در اردن، مشتمل بر اقامتگاه تابستانی و حمام‌خانه. در زیر گنبد کوچک یکی از اتاق‌ها،

طاقی از آسمان با صورت‌های فلکی ترسیم شده است. این نقش بعداً توسط خانم مادالنا اشتاین دالا توره (Maddalena Stein-Dalla Torre) باز ترسیم گردید و جهت سال‌یابی نجومیِ بنا مورد ملاحظه قرار گرفت (Beer, 1967).

سایت میراث جهانی «هیروتزیـونِ آنتیوخوس یکم» (hierothesion of Antiochos I)، پادشاه کوماژن، در کوه نمرود (ترکیه) دربردارنده یک لوحه سنگی در تراس غربی با نقش شیر و ستارگان و هلال ماه است. از اولین مطالعات باستان‌شناسی در «نمرود داغ» تا به امروز، نقش‌برجستـهٔ مذکور توجه پژوهشـگران را به خود جلب کرده است؛ این احتمال که این نقش یک صحنه نجومی واقعی یا یک تصویر اختربینانـه و نوعی زایچه (زایچه) را به تصویر کشیده، امکان سال‌یابی نجومی را برای مجموعه تاریخی مطرح کرده است. شیر روی لوحه، احتمالاً پیکر آسمانی شیر (اسد) باشد و سه ستاره بالای پشت شیر به ترتیب نمادی برای سیارات بهرام (مریخ)، تیر (عطارد) و هرمزد (مشتری). در مجموع این نقش را می‌توان به عنوان مقارنـه‌های متوالی (هم‌نشینی) بهرام، هرمزد، تیر و ماه با قلب‌الاسـد (ستاره آلفای شـیر) در پیکر آسمانیِ شیر تفسیر کرد. در دوره سلطنت «آنتیوخوس یکم» یک چنین پیکربندی آسمانی و مقارنه‌ای فقط می‌توانسـته در دو تاریخ خاص اتفاق بیُفتد: ۶ ژوئیه ۶۲ قبل از میلاد و یا ۱۲ ژوئیه ۴۹ قبل از میلاد. پژوهش‌های اخیر، سال ۴۹ ق.م. را محتمل‌ترین تاریخ برای آغاز ساخت هیروتزیونِ آنتیوخوس معرفی می‌کند و آن را با تاریخ‌هایی که از سـویابیِ احتمالاً نجومی عناصر اصلی معماریِ مجموعه به دست می‌آید، منطبق‌تر می‌داند (Belmonte & Garcia, 2010) (شکل ۷).

شکل ۷: نقش‌برجستهٔ شیر و ستارگان و هلال ماه در سایت باستانیِ نمرود داغ که به عقیده برخی از پژوهشگران یک زایچهٔ نجومی است و امکان سال‌یابی نجومی را برای مجموعه فراهم می‌سازد (Belmonte & Garcia, 2010).

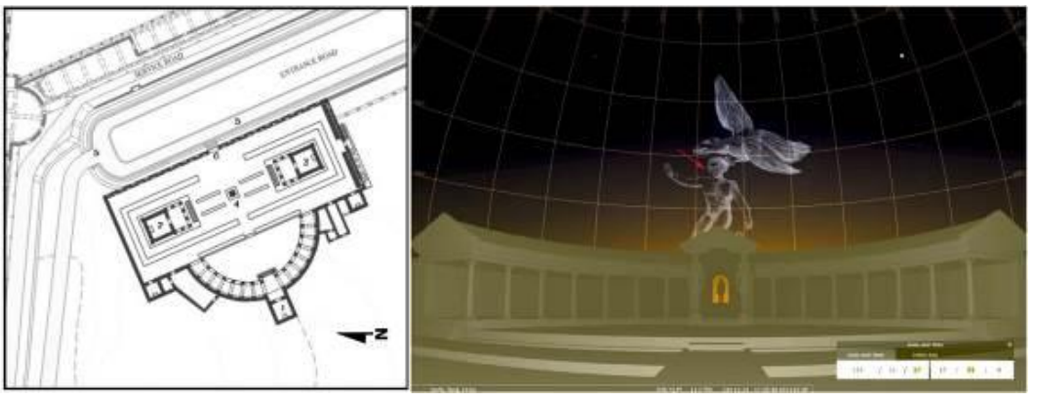
در سقف سالن غذاخوری ویلا فارنـزیـنا (Villa Farnesina)، یک بنای دوره رنسانس در حومه شهر رُم بر کرانـه رود تیبر، چند مجلس نقاشی دیواری با مضامین اسطوره‌ای و تنجیمی به یادگار مانده است که آن‌ها را در مجموع، یک زایچهٔ تصویری و آرایـه‌هایی برای سال‌یابی نجومی معرفی کرده‌اند. برای نمونـه، در یکی از این مجالس، مارس (خدای جنگ، معادلِ بهرام) با یک ترازو در زیر آرنجِ چپ و در مقابل‌اش مرکوری (خدای حامی بازرگانان، معادلِ تیر) با یک کژدُم در پس‌زمینه تصویر شده است؛ لذا این مجلس را به صورت قرار داشتن سیاره بهرام به فاصله‌ای اندک از پسِ بُرج ترازو (میزان) و قرار داشتن سیاره تیر در حدود پایانِ بُرج کژدُم (عقرب) رمزگشایی کرده‌اند. در نهایت با موقعیت‌یابی مکان سیاره هرمزد و کیوان (زحل) و دیگر سیاراتِ تصویر شده در مجالس دیوارنگاری، یک نظام کامل از پیکربندی آسمانی ظاهر می‌شود که تاریخ ۱ دسامبر ۱۴۶۶ میلادی را به دست می‌دهد. شاید این تاریخ، روز تولد مالکِ ویلا، «آگوستینو چیگی» (Agostino Chigi) باشد (Beer, 1967) (شکل ۸).

شکل ۸: مجلسی از مجالس نقاشی دیواری ویلا فارنزینا در رُم که ایزدانِ «مارس» و «مرکوری» را نشان می‌دهد. نقاشی دیواری‌های این ویلا را در مجموع، یک زایچهٔ نجومی و نمایش دهنده تاریخ تولد مالکِ ویلا تفسیر کرده‌اند. این مجلس، برقرار داشتن سیاره بهرام (معادلِ مارس) در بُرج ترازو و قرار داشتن سیاره تیر (معادلِ مرکوری) در بُرج کژدم دلالت می‌کند (Beer, 1967).

بالای محراب کلیسای سن‌لورنـزوی فلورانس (The Sagrestia Vecchia di San Lorenzo)، یک نقاشی دیواری از ماه و خورشـید و پیکرهای آسمانی در زمینه لاجوردی‌رنگ زیر گنبد ـبه عنوان زایچـهٔ یک رویداد خاص و مهم برای کلیساـ دلیلی برای سال‌یابی نجومی فراهم آورده است. این دیوارنگاره، نمایشی از آسمان در عرض جغرافیایی فلورانس است و بر اساس آن، دو تاریخ مهم ۹ ژوئیه ۱۴۲۲ و ۶ ژوئیه ۱۴۳۹، استخراج می‌شود. به لحاظ تاریخی، محراب سن‌لورنزو در ۹ ژوئیه ۱۴۲۲ میلادی مورد تقدیس و تبرک قرار گرفته بود؛ و همچنین ۶ ژوئیه ۱۴۳۹ یادآور جلسه پایانی شورای فلورانس و امضای اساسنامه اتحاد بین مسیحیت شرقی و غربی و یک روز مهم بوده است. لذا می‌توان این نقاشی دیواری را نمایانگر و نشان دهنده پیکربندی نجومی در یکی از این دو روز خاص دانست (Brown, 1981) (شکل ۹).

شکل ۹: گنبد لاجوردی بالای محراب کلیسای سن‌لورنزو در فلورانس که آن را یک زایچهٔ نجومی و متضمن تاریخِ یک رویداد خاص برای کلیسا دانسته‌اند (Brown, 1981).

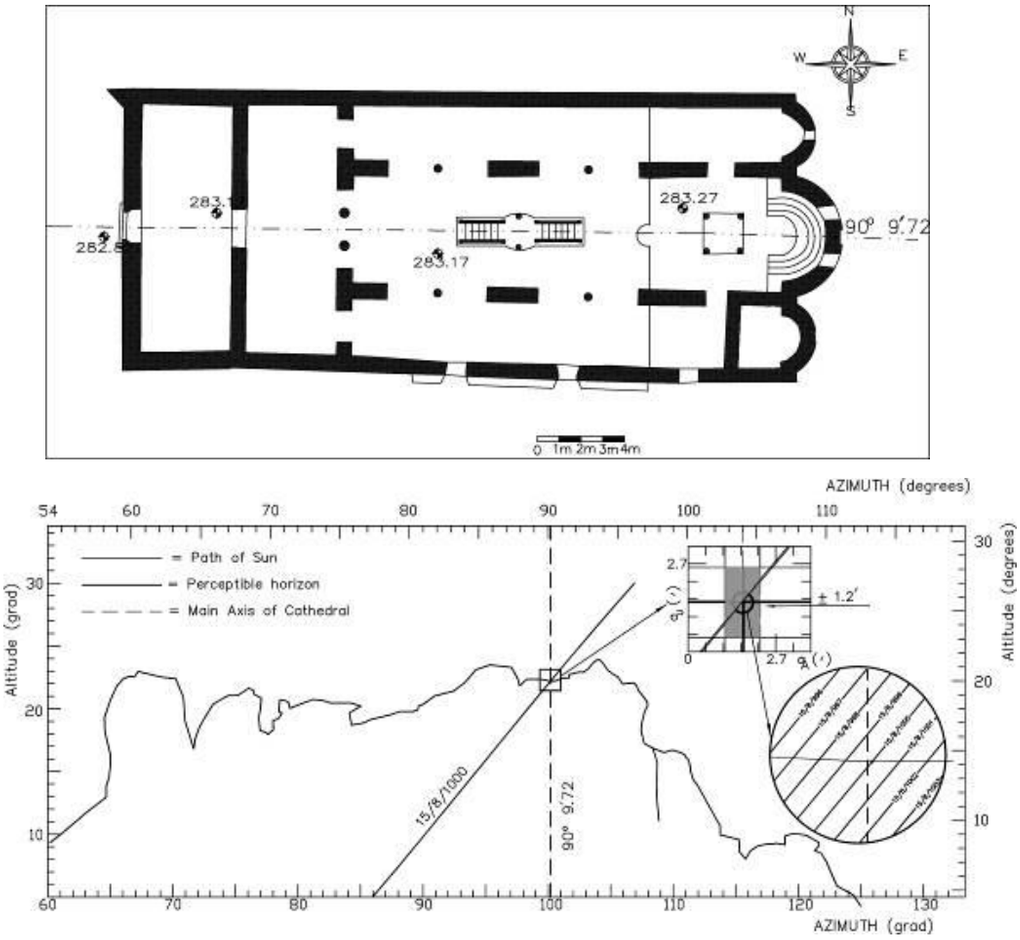
طی کاوش‌های انجام‌شده در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ میلادی در محوطه باستانی ویلای هادریان (Villa Adriana) در نزدیکی تیوُلی، مجموعه آرامگاهی- زیارتگاهی موسوم به آنتینوئیون (Antinoeion) کشف و بازشناسی شد. باستان‌شناسان موفق شدند موادی برای گاه‌نگاریِ آنتینوئیون پیدا کنند که قدمت آن را به سال‌های پس از ۱۳۰ میلادی می‌رساند. تلاش شد تا این انتساب و گاه‌نگاری، یک تأییدیه سال‌یابی نجومی نیز داشته باشد. ایده چنین بود که محور معبد شماره (۱) در آنتینوئیون، نسبت به موقعیت پیکر آسمانیِ «آنتینوس» (Antinous) سـویابی و جهت‌گیری شده باشد. آنتینوس، مرد جوانی از نزدیکان امپراتور هادریان بود که پس از مرگ نابهنگام‌اش در سال ۱۳۰ میلادی، یک پیکر آسمانیِ جدید به یاد او در آسمان تعیین و نام‌گذاری شد. البته این پیکر آسمانی اکنون توسط اخترشناسان منسوخ گشـته و در پیکر آسمانیِ عقاب ادغام شده است. به منظور سال‌یابی نجومی، ابتدا یک مدل سه‌بُعدی دیجیتالی از معبد شماره ۱ ساخته شد و آنگاه با قرار دادن این مدل در نرم‌افزار شبیه‌ساز آسمان «استلاریوم» و با تعیین محدوده زمانی در حدود سال‌های ۱۳۰ میلادی، هم‌ترازی‌های معماری با چشم‌انداز آسمانی‌اش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در سال ۱۳۴ میلادی و در روز ۲۷ نوامبر (تاریخ تولد آنتینوس) به مجردِ غروب خورشید، چنان‌چه در امتداد محور ورودیِ معبد ایستاده و رو به معبد به سمت غرب نگریسـته شود، ستارگانی که پیکر آسمانیِ آنتینوس را تشکیل می‌دهند دقیقاً هم‌راستا با محور معبد در پشت آن، قابل رؤیت خواهند بود. این موضوع، تأیید جدیدی بر یافته‌های باستان‌شناسی و صحه‌گذاری بر تشخیص شأنیت مکان (به عنوان زیارتگاه آنتینوس) و گاه‌نگاریِ آن بود (Zotti et al., 2019) (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: مجموعه زیارتی آنتینوئیون در محوطه ویلای هادریان در تیوُلی. با به کار بردن نرم‌افزار شبیه‌ساز آسمان، مشخص شد که محور معبدِ شماره ۱ به سوی محل رؤیت پیکر آسمانیِ آنتینوس در پشتِ معبد در غروب ۲۷ نوامبر سال ۱۳۴ میلادی سویابی شده است (Zotti et al., 2019).

ویلیام بل دینزمور از روی نوشته پلوتارک (Plutarch)، فیلسوف و تاریخ‌نگار یونانی، آورده است که «جهت معابد یونانی رو به شرق است و پرستنده‌ای که وارد یک معبد می‌شود، پشت‌اش به طلوع خورشید است». همچنین بنابر نوشته فرونتینوس (Frontinus)، مهندس عمران و سـناتور رومی، می‌گوید که «جهت‌گیری شهرهای رومی به سمتی بود که خورشـید در آن سمت در زمانی‌کـه اندازه‌گیری انجام می‌شد طلوع کرده بود». به زعم دینزمور، همین سنت بعدها در عهد مسیحیت برای بنای کلیساها مورد ملاحظـه بوده است و یک سوی محور هر کلیسایی به مکانی اشاره می‌کند که در زمان پایـه‌گذاری بنا، خورشید در آن‌جا طلوع می‌کرده است. این نکته ابزاری برای سال‌یابی نجومی به دست می‌دهد؛ چنان‌که اگر محور کلیسایی در جهت شمال‌شرقی باشد، می‌توان پی‌ریزی بنا را مربوط به آغاز تابسـتان (که خورشید در آن زمان از سال، از آن سمت طلوع می‌کند) دانست؛ و اگر کاملاً در جهت شرق باشد، گمان می‌رود در بهار یا پاییز پی‌ریزی شده باشد؛ و اگر جنوب‌شرقی، در زمستان (Dinsmoor, 1939). البته این سخن بدون توجه به ارتفاع افق محلی گفته شده است و در واقع باید دید زمانی‌که خورشـید از بالای یک عارضه طبیعی یا مصنوعی در افق شرقی طلوع می‌کند چه زاویه سَمتی دارد و بعد این زاویه سمت را با جهت‌گیری محور بنا مقایسه کرد. ممکن است محور کلیسایی که کوه یا تپه‌ای در افق شرقیِ خود

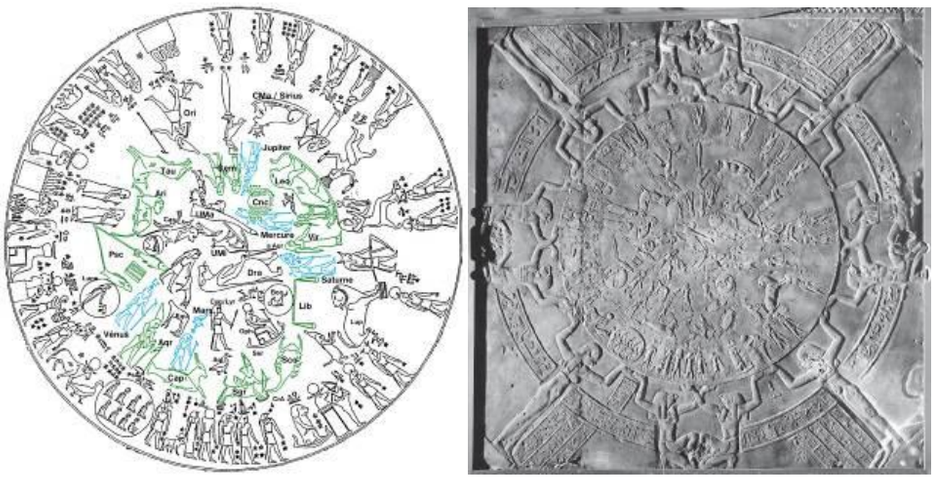
دارد و مثلاً برای یک جشن مذهبی در تابستان محوربندی شده، دقیقاً در جهت شرق باشد؛ بدین صورت که خورشید به مجرد طلوع و سرزدن از بالای کوه شرقی، دقیقاً در امتداد محور بنا قرار گرفته و با افتادن پرتوهایش به داخل محراب، روز برگزاری جشن را اعلام کند. چنین موردی در کلیسای بیزانسی عروج مریم باکره (Church of the Assumption of Virgin Mary) در شهر کالاباکای یونان، امکان سال‌یابی نجومیِ آن را با تاریخ (۱۳ ± ۱۰۰۰ میلادی) فراهم آورده است (Pantazis et al., 2004) (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: پلان کلیسای عروج مریم باکره در کالاباکای یونان. زاویه سَمت محور کلیسا ۹۰ درجه و ۹ دقیقه است و به سوی محل طلوع خورشید از فراز کوهِ شرقی در صبح روز جشن خاصِ کلیسا (در ۱۵ اوت) سویابی شده است. اگر زاویه سَمت خورشید به هنگام طلوع در این روز در سال‌های مختلف (از ۶۰۰ تا ۱۴۰۰ میلادی) بررسی شود، در سال ۱۰۰۰ میلادی بیشترین مطابقت را با سَمت محور بنا نشان می‌دهد (Pantazis et al., 2004).

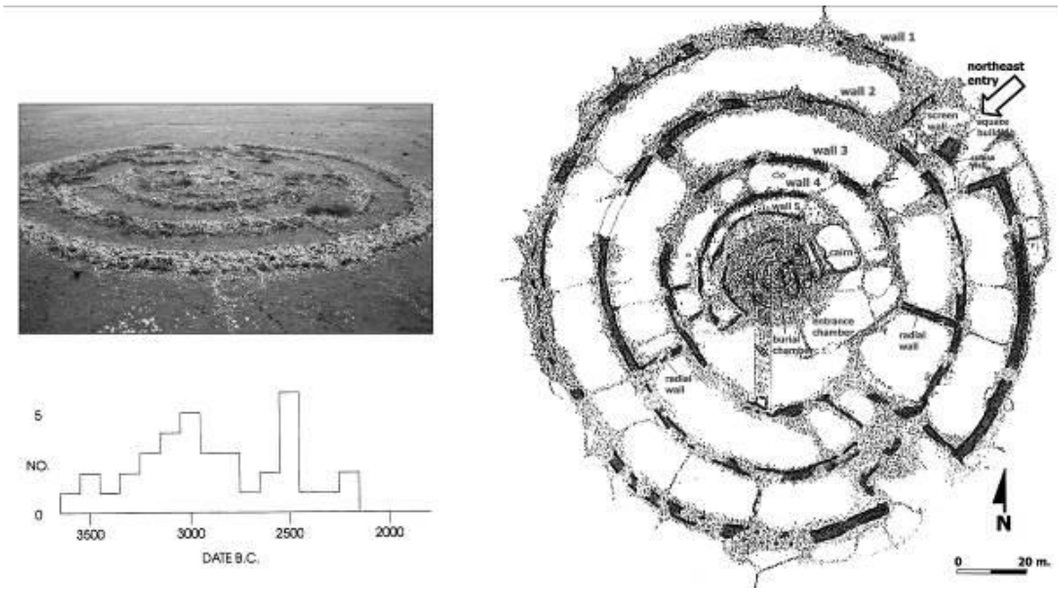
بر سقف سنگی معبد باستانی حاثور در دِنـدِرَهٔ مصر، یک نقشهٔ تنجیمیِ مدور از آسمان با ستارگان و صورت‌های فلکیِ منطقهٔالبروج در ابعاد ۲/۵ در ۲/۵ متر حکاکی شده بود. این نقش‌برجسته در سال ۱۸۲۲ میلادی از محل اصلی خود جابجا شده و اکنون در موزه لوور در حال نگهداری است و یک بازآفرینیِ دقیق از آن در بنا جایگزین شده است. رمزگشایی از این نقش‌برجسته که مشهور به زودیاکِ دندره است (در نوشتارهای ایرانی عبارت منطقه‌البروج به جای زودیاک استفاده می‌شود) و سال‌یابی نجومیِ معبد حاثور بر پایه آن، پیوسته مورد علاقه پژوهندگان بسیاری بوده است. برخی زودیاکِ دندره را صرفاً یک چیدمان مصنوعی از سیارات در «خانه‌های شَرَف» خود دانسته‌اند. به زعم ایشان، از آن‌جا که سیاره‌های تیر و ناهید (زهره) هرگز از یکدیگر و از خورشید فاصله چندانی نمی‌گیرند و در زودیاک دندره موقعیت آن‌ها با فاصله‌ای بعید از

هم حک شده است، نمی‌توان این نقش را نمایشی از موقعیت سیارات در یک لحظه خاص تفسیر کرد و تاریخی از آن استخراج نمود (Neugebauer & Parker, 1969). ضمن تأیید این موضوع و در تحقیق مستقل دیگری، دو نمادِ تصویری خاص در زودیاک دندره به عنوانِ دو گرفت تفسیر شده است. یکی ماه‌گرفتگی ۲۵ سپتامبر ۵۲ ق.م و دیگری خورشیدگرفتگی ۷ مارس ۵۱ ق.م؛ و پژوهشگر با این ادعا که خورشیدگرفتگیِ دیگری هم در ۲۱ اوتِ ۵۰ ق.م روی داده ولی در زودیاک نمایش داده نشده است، تاریخِ ژوئن تا اوت سال ۵۰ قبل از میلاد را برای زودیاک و معبد پیشنهاد داده است (Aubourg, 1995). پژوهشی متأخر در این رابطه نشان می‌دهد که زودیاک دندره، یک زایجه و طالع‌نما بوده و هنگامی‌که سزار آگوستوس فرعون مصر بود در اواخر دوره سلطنت‌اش نقش شده است. مطابق این پژوهش، از میان سیارات تصویر شده در این زایجه، خورشید و ماه و ناهید در مجاورت بُرجِ ماهی (حوت) واقع‌اند؛ سیاره بهرام در بُزماهی (جَدْی) قرار دارد، هرمزد در انتهای خوشه (سنبله) و کیوان در انتهای دو پیکر (جوزا) است؛ و این پیکربندی در مجموع، تاریخی در اوایل بهار ــبین ۲ قبل از میلاد و ۲ بعد از میلادــ را به دست می‌دهد (Park & Eccles, 2012) (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: نقش‌برجستهٔ موسوم به زودیاکِ دندره در معبد باستانی حاثور (اینک در موزه لوور). در ترسیم قسمت مرکزی این زایچه، سیارات با رنگ آبی و بروج فلکی با رنگ سبز نشان داده شده‌اند (Aubourg, 1995).

رُجم الهِری (Rujm el-Hiri)، یک بنای یادمانی مگالیتیک از عصر مفرغ در جنوبِ شام است که از دیوارهای قطور سنگیِ هم‌مرکز در اطراف یک تل سنگ‌چین مرکزی و چند دیواره رابط شعاعیِ باریک‌تر تشکیل شده است. کاوش‌های باستان‌شناسی در رجم‌الهری از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۱ میلادی به سرپرستی میزراخی (Mizrachi) انجام شد؛ ولی عدم دستیابی به مواد آلی مناسب برای تجزیه و تحلیل رادیوکربن، سال‌یابی و گاه‌نگاریِ این مجموعه را با مشکل مواجه کرده بود. یافته‌های باستان‌شناسی نشان می‌داد که دیوارهای سنگی هم‌مرکز و دو ورودیِ مجموعه (که یکی رو به جایگاه طلوع خورشید در انقلاب تابستانی دارد)، از اواسط هزاره سوّم ق.م وجود داشته است، ولی تل سنگ‌چین مرکزی به احتمال زیاد در اواخر هزاره دوّم ق.م ساخته شده باشد. برای تأیید داده‌های باستان‌شناسی تلاش شد تا با روش‌های سال‌یابی نجومی، هم‌ترازی معماریِ مجموعه با اجرام آسمانی در بازه زمانیِ ۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰ قبل از میلاد مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور سویابیِ دیواره‌های شعاعی را در هم‌ترازی با پدیدار شدن و پنهان شدنِ برخی ستارگان در آسمان شام‌گاهی در نقاط بحرانی سال (مثل آغاز و پایان فصل بارندگی) سنجیدند. تجزیه و تحلیل آماریِ زاویه‌های سَمتی و راستاسنجیِ تطبیقیِ دیواره‌ها با موقعیت ستارگان، تجمعی را در ۲۵۰۰ و ۲۸۰۰–۳۳۰۰ ق.م نشان داد که بیشتر از چیزی بود که به دلیل تصادفی بودن انتظار می‌رفت. بر این مبنا تاریخ بنای بخشی از مجموعه، ۳۰۰۰ ق.م (±۲۵۰) عنوان شد (Aveni & Mizrachi, 1998) (شکل ۱۳).



شکل ۱۳: رجم الهری در بلندی‌های جولان. ورودیِ شمال‌شرقی، رو به جایگاه طلوع خورشید در انقلاب تابستانی است. توزیع زمانی هم‌ترازی های ستاره‌ای (از ۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰ قبل از میلاد) که بهترین تناسب را با زاویه‌های سَمتی دیواره‌های شعاعیِ مجموعه دارد، تجمعی را در حدود ۳۰۰۰ قبل از میلاد نشان می‌دهد (Aveni & Mizrachi, 1998).

یکی از معدود پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص سال‌یابی نجومیِ یادمان‌ها و محوطه‌های تاریخی در ایران، به هم‌ترازیِ میدان نقش‌جهانِ اصفهان با پیکربندی ستاره‌ای در منظر آسمانی‌اش پرداختـه است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که محور میدان به تبعیت از «زیج کیهان» در راستای زاویه سمتِ خورشید- کیوان سـویابی شده و بر همین مبنا و از روی اختیاراتِ نجومی، آغازِ بنا نهادنِ میدان در روز ۱۸ صفر سال ۹۹۹ هجری تعیین شده است (Kazemi et al., 2022).
از پژوهش‌هایی که در خصوص تاریخ‌گذاری نجومیِ وقایع تاریخی از روی متون ادبی در ایران انجام شده است می‌توان به مطالعات ملک‌زاده اشاره نمود. ملک‌زاده در کتابی تحت عنوان «۵۸۵ ق.م»، روایتی از هِرودُتوس درباره پایان نبرد پنج ساله میان ماد و لودیه آورده است. نبردی که به دلیل روی‌دادن خورشیدگرفتگی و وحشت سپاهیان دو طرف به صلح انجامید. وی از روی داده‌های تاریخی استنتاج می‌کند که نبرد ماد و لودیه می‌باید در فاصلهٔ سال‌های ۶۱۲ تا ۵۸۵ ق.م اتفاق افتاده باشد؛ آن‌گاه بر اساس محاسبات نجومی، خورشیدگرفتگی کلی ۲۸ مه سال ۵۸۵ ق.م را به روایت هرودُتوس مرتبط می‌داند (Malekzadeh, 2017).

۲-۳-۱. گاه‌نگاری شهر مدور گور (اردشیرخوره)

اردشیرخوره نام یکی از پنج کوره یا ولایتِ فارس و نیز نام شهری است که در روزگار ساسانی و آغاز دوره اسلامی به نام «گـور» و «جور» خوانده می‌شد و سپس در دوره آل‌بویـه به فیروزآباد شهرت یافت. مطابق کتاب «عجائب الأقالیم السبعه» شهر جور از اقلیم چهارم است که ستاره آن خورشید است (Suhrab, 1994). ولی در نزهةُ القلوب، آن را از اقلیم سوم که ستاره‌اش بهرام می‌شود، شمرده‌اند (Ḥamdallāh Mustawfī, 2002).
سابقه شکل‌گیری شهر گور با طرح دایره‌ای شکل، طبق گزارش‌های تاریخی، به اوایل دوره ساسانی برمی‌گردد؛ چنان‌که در کتاب «اشکال العالم» (سده ۴ ه.ق) آمده است:
«جور از ابنای اردشیر است و می‌گویند آن‌جا که اکنون شهر کرده‌اند، آن‌جا آبی بوده است ایستاده، چون دریای خُرد؛ و اردشیر نذر کرده بود که به هر جایی که بر دشمن خویش ظفر یابد آن‌جا شهری کند و آتشگاهی؛ و بدین موضع بر دشمن

ظفر یافت و بسیار جهد کرد تا آب را از این جایگاه بگشاد و زمین خشک شد و جور (گور) آن‌جا بساخت؛ و این جور در فراخی و نعمت نزدیک است به اصطخر و باره‌ای دارد آبادان از گِل، و خندقی بزرگ؛ و آن را چهار دَر [است]، از جانب مشرق درِ مهر خوانند و از جانب مغرب درِ بهرام و از جانبِ شمال درِ هرمز و از جانب جنوب درِ اردشیر.» (Jayhānī, 1989, p. 115).

از شرق‌شناسان، کلیفورد ادموند باسورث هم موافق با گزارشِ جیهانی، بنای شهرِ اردشیرخوره (گور) را در همان محلی می‌داند که اردشیر در آن‌جا بر اردوان اشکانی ظفر یافته بود؛ و معتقد است که اردشیر پس از پیروزی بر اردوان در سال ۲۲۴ میلادی بود که شهر مدور گور را با چهار دروازه در چهار جهت بنا کرد (Bosworth, 2017).

از باستان‌شناسان، دیتریش هوف در سال ۱۹۷۲ اقدام به بررسی دشت فیروزآباد و شهر اردشیرخوره نمود و نتایج کار خود را بین سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۸۲ میلادی و سال‌های پس از آن به رشته تحریر درآورد. وی تاریخ بنای شهر مدور و چهار دروازه گور را با استناد به گزارش طبری و یافته‌های خود، در اوایل دوره ساسانی و پیش از نبرد نهایی اردشیر با اردوان اشکانی عنوان نموده است. به باور او، هرچند که می‌توان طرح دایره‌ای‌شکلِ اردشیرخوره را به نوعی اقتباس از فرهنگ معماری پارتی دانست (که تا آغاز دوره ساسانی هنوز وجود داشته است) ولی صحیح‌تر آن است که طرح اردشیرخوره را نظر به برتری هندسی‌اش بر شهرهای مدور پارتی (نظیر هترا)، نقشه‌ای مبتکرانـه از خود اردشیر معرفی نمود (Huff, 1986).

دیتریش هوف همچنین به نقد و تشکیکِ این نظریه می‌پردازد که طرح دایره‌ای‌شکلِ اردشیرخوره، برگرفته از شهر دایره‌ای‌شکلِ «دارابگرد» باشد. به زعم او، شهر دارابگرد، هرچند که قدیمی‌تر از اردشیرخوره است، ولی در ابتدا یک نقشهٔ مثلثی‌شکل داشته و سپس در اوایل دوره اسلامی دارای یک باروی مدور شده است (Huff, 1986).

بعد از انقلاب اسلامی نیز کاوش در شهر تاریخی گور به سال ۱۳۸۴ تحت نظارت و سرپرستی مسعود آذرنوش ادامه یافت، که آقای دیتریش هوف نیز در میان محققان این پروژه قرار داشت. از دیگر بررسی‌های باستان‌شناسانه انجام‌شده بر روی این شهر، می‌توان به پژوهش‌های میدانیِ مجید منتظرظهوری در سال ۱۳۹۲ اشاره نمود؛ که گاه‌نگاریِ ارائه‌شده از سوی هوف برای بنای شهر را تأیید می‌کند (Montazer-Zohouri & Karimian, 2019).

۲. مواد و داده‌ها

روش داده‌اندوزی در این تحقیق به صورت آمیـزه‌ای از روش‌های کتابخانه‌ای، میدانی و محاسباتی است. ابتدا با مطالعه گزارش‌های تاریخی و باستان‌شناسی و مراجعه به عکس‌های هوایی و استفاده از برنامه «گوگل‌ارث» و حضور در محل، موقعیت دروازه‌های چهارگانـه در حصار مدور شهر گـور و راستای خیابان‌های آن مشخص می‌شود و محدوده زمانی‌ای برای تاریخ طرح‌اندازی شهر تعیین می‌گردد. آن‌گاه منظر آسمانیِ شهر گـور در محل دروازه‌ها در بازه زمانی مورد اشاره، توسط نرم‌افزار نجومی «استاری‌نایت» (نسخه Starry Night Pro Plus - Version: 8.1.0.2050) شبیه‌سازی شده و زاویه‌های سَمت و طول دایره‌البروجیِ ستارگانی که نامشان بر روی دروازه‌هاست، با راستای محور دروازه‌های مذکور و موقعیت آن‌ها روی محیط باروی مدور شهر، از جنبه وجود هم‌ترازی‌های نجومی مورد مقایسه و بررسی قرار می‌گیرد.

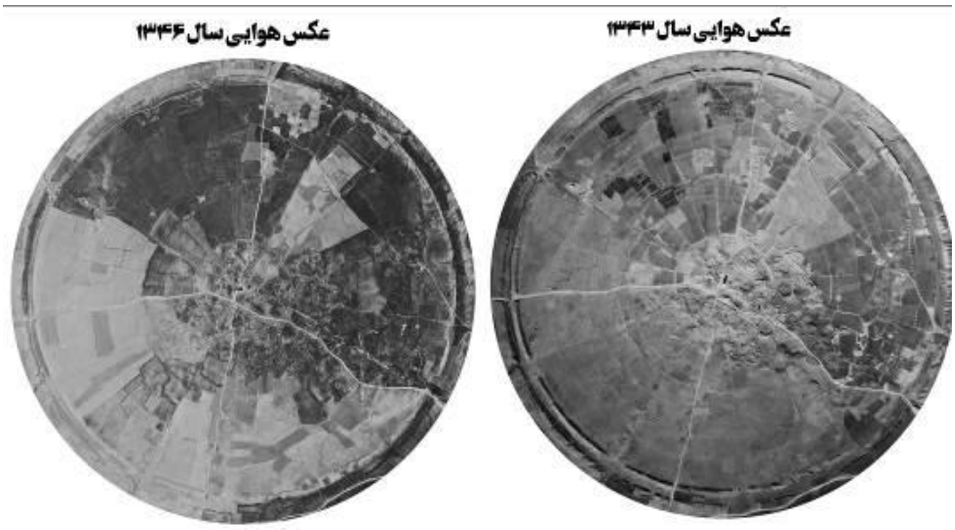
۲-۱. موقعیت دروازه‌های چهارگانه و راستای خیابان‌های اصلی شهر گور

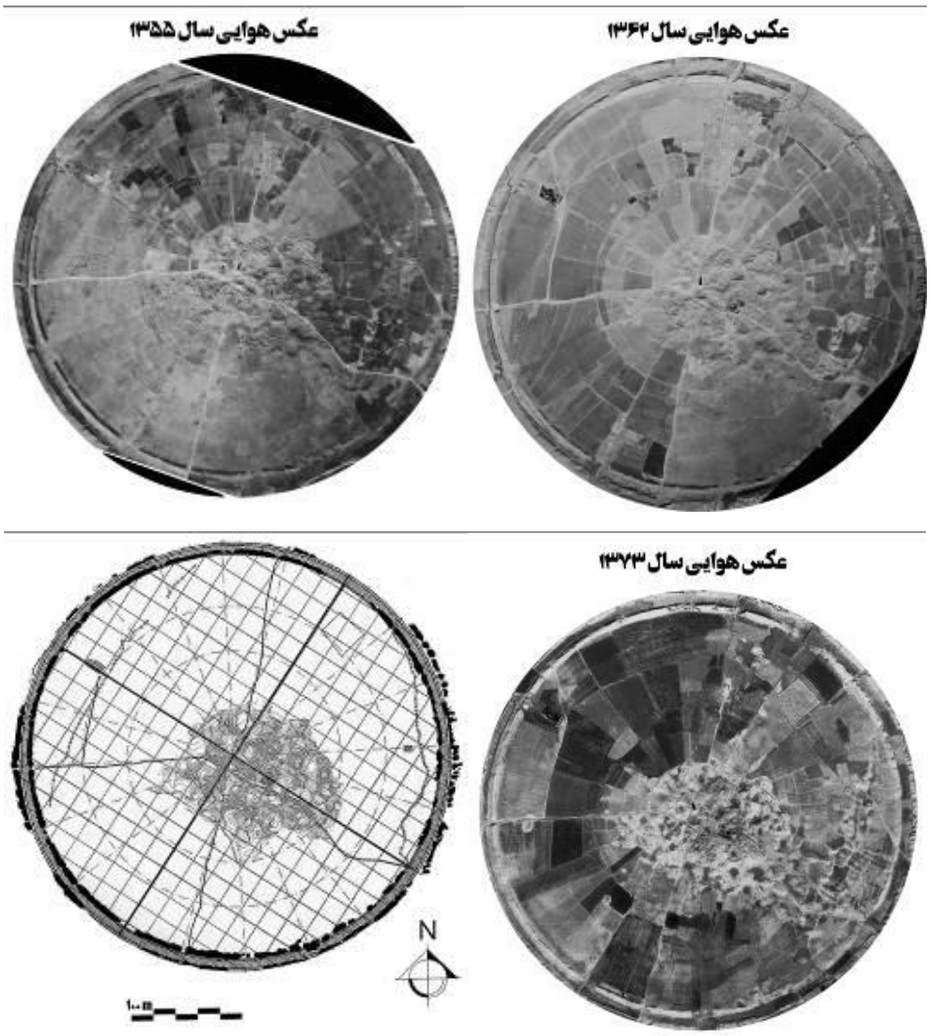
در تمام منابع تاریخی قرون اولیه اسلامی به وجود چهار دروازه در باروی مدور شهر گـور اشاره شده و در تعدادی از آن‌ها نام دروازه‌ها نیز ذکر گردیده است.

دو محور اصلی شهر که در راستای شمالی- جنوبی و شرقی- غربی قرار دارند با چرخش ۳۰ درجه‌ای ساعت‌گرد نسبت به جهات اصلی، در مرکز شهر با هم تلاقی می‌کنند و به چهار دروازه اصلی شهر منتهی می‌شدند. محور شمالی- جنوبی تقریباً به موازات مسیر رودخانه فیروزآباد و هماهنگ با شیب زمین ایجاد شده که بنابر نظر بعضی پژوهشگران ارتباط تنگاتنگی

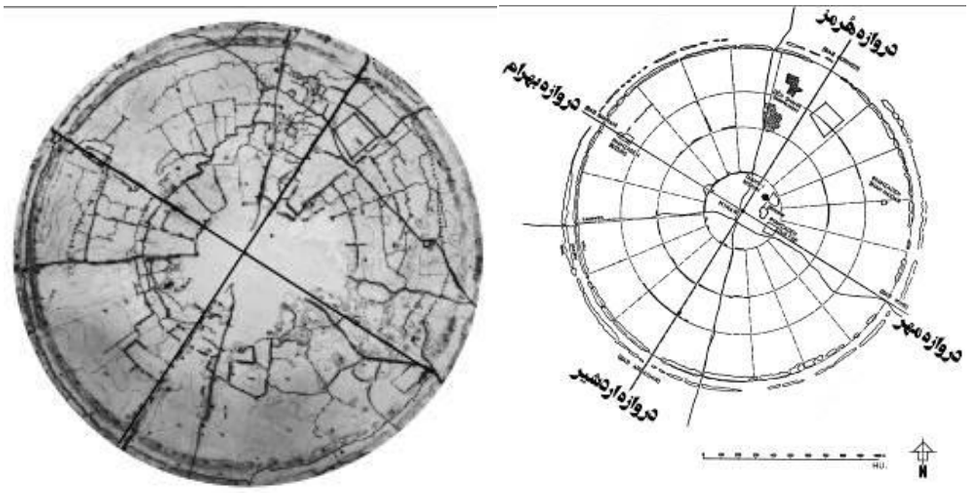
با شبکه آب‌رسانی شهر داشته است. البته به نظر می‌رسد این انحراف محور نسبت به جهت شمالِ جغرافیایی، علّتی غیر از ادله ارائه شده داشته باشد. چهار خیابان در مرکز شهر به برج‌منارهٔ موسوم به طربال ختم می‌گردند؛ عرض این خیابان‌ها نزدیک به ۱۰ متر بوده و طول هر یک تا دروازه مربوطه نزدیک به یک کیلومتر بوده است. در مسیر خیابان شرقی و غربی دو بنای مذهبی اسلامی امامزاده جعفر و امامزاده اسماعیل بزرگ قرار گرفته که احتمالاً بر روی دو بنای مذهبی دوره ساسانی ایجاد شده‌اند. با اتکا به حجم سازه‌ها و نهشته‌های فرهنگی حول محور خیابان شرقی و با عنایت به داده‌های باستان‌شناختی منقول و غیرمنقول ثبت‌شده در این محور، می‌توان گفت که خیابان شرقی در دوران اسلامیِ میانی احتمالاً به محور اصلی بازار شهر گور تبدیل گردیده بود. امروزه به خاطر گذشت سالیانِ دراز و رخدادهای تاریخی و تغییر و تحولات صورت پذیرفته و همچنین تعرضات و دخل و تصرف‌های صورت گرفته توسط کشاورزان، اکثر آثار پیرامون این چهار خیابان تاریخی و دروازه‌های ذکرشده از بین رفته‌اند و تنها گاه ردی از آثار این چهار خیابان و دروازه‌های ختم شده به آن را در عکس‌های هوایی و بقایای باستان‌شناختی برجای‌مانده می‌توان تشخیص داد (Montazer-Zohouri & Karimian,2019).

طرح کلی شهر، دایره‌ای به قطر ۱۹۰۰ متر است، یعنی قریب به یک «میل» که یک اندازه قدیمی است؛ و به‌وسیلـهٔ یک دیوارِ گِلی و یک خندق و یک پشته دفاعیِ خارجی مستحکم شده بود. خندق بین دو دیوار، به عرض ۳۵ متر با عمق تقریبی ۵ متر ایجاد شده بود؛ قطر دیوار داخلیِ بارو ۷ متر و قطر حصار یا پشته بیرونیِ آن ۱۰ متر برآورد شده است. امروزه از ارتفاع باروی شهر در بعضی از قسمت‌ها تا بیش از ۱۰ متر باقی‌مانده است (Montazer-Zohouri & Karimian,2019). دیتریش هوف در مقاله‌ای درباره جهات محورهای اصلی در نقشهٔ شهر گور می‌گوید: «جهات این محورها به‌هیچ‌وجه با جهات چهارگانه اصلی مطابقت ندارند و درباره آن تا کنون به صورت جدی بحث نشده است». در مرحله اوّل باید مشخصاً پیروی از موقعیت نجومی مورد بررسی قرار گیرد، آن‌گاه دلایل علمی را نیز می‌توان مورد توجه قرار داد. محور اصلی شمال‌شرقی- جنوب‌غربی دقیقاً در قسمت پست دشت و تقریباً موازی با رودخانه فیروزآباد قرار دارد که این رودخانه خود از وسط دشت می‌گذرد. از آنجایی‌که این محور در خارج شهر در مسافت معین مثل یک بستر عریض کانال مشخص شده است به نظر نامحتمل نمی‌نماید که آب رودخانه از شمال دشت و از طریق این محور اصلی به داخل شهر هدایت شده باشد. آب رودخانه خندقِ گرد شهر و بارو را دور زده و از قسمت جنوبیِ محور اصلی مجدداً خارج می‌شده است (Huff, 1986) (شکل ۱۴)، (شکل ۱۵) و (شکل ۱۶).





شکل ۱۴: عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۴۳، ۱۳۴۶، ۱۳۵۵، ۱۳۶۲ و ۱۳۷۳ از شهر گور (سازمان نقشه‌برداری کشور)؛ نقشهٔ توپوگرافی شهر گور به تاریخ شهریور ۱۳۹۲ (Montazer-Zohouri & Karimian, 2019).



شکل ۱۵: خیابان‌های اصلی شهر ساسانیِ گور و محل دروازه‌های چهارگانه آن (Huff, 1987).

شکل ۱۶: عکس هوایی شهر گور از «جُرج گرستر» به سال ۱۹۷۶ میلادی (Gerster, 1986).

۲-۲. نظامِ سویابی در طرح‌اندازیِ شهرهای ساسانی

سـه دروازه از چهار دروازه شهر گور به نام ستارگان نام‌گذاری شده است و این نکته در گزارش‌های تاریخی مورد اشاره بوده است. دروازه شرقی به نام «دروازه مهـر»، دروازه غربی به نام «دروازه بهـرام»، و دروازه شمالی به نام «دروازه هُرمز» (هرمزد= اورمزد). به عبارتی به نام خورشید و بهرام (مریخ) و هرمزد (مشتری) نام‌گذاری شده‌اند. مقدسی در قرن ۴ هـق عین این نام‌ها را برای چهار دروازه قصبه شَهرسـتان از کـورهٔ سـابور (شاپور) در فارس آورده است: «شَهرَسـتان، قصبه شاپور است. شهر چهار دروازه دارد: دروازه هُرمز، دروازه مِهر، دروازه بهرام، دروازه شهر. گِردش خندقی است، و نهر به دور قصبه می‌گردد که با پُل‌ها از آن می‌گذرند» (Maqdisi, 2006, p. 645).

طبق مطالعاتِ هاینتس گاوبه، شارستانِ بخارا هم در قرن ۴ هـق در انتهای خیابان شرقی- غربی خود دو دروازه به نام‌های «نور» و «مهر» داشت (Gaube, 2007). شهر جَیّ (اصفهان قدیم) هم با بارویی مدور، چهار دروازه موسوم به اسامیِ اجرام آسمانی داشت. دروازه خور (خورشید) در جنوب‌شرقی بارو، دروازه ماه، دروازه تیر و دروازه گوش. در کنار دروازه خور، میدان و بازارگاهی بود که آن را «خورین» می‌گفتند و نوروزِ هر سال، تمامی اهل اصفهان برای تفرج بدانجا می‌رفتند. محل و محور دروازه خور در جَیّ دقیقاً هم‌راستا با محل طلوع خورشید در انقلاب زمستانی ذکر شده است (Ibn Rustah, 1986; Mafarrukhi, 2006).

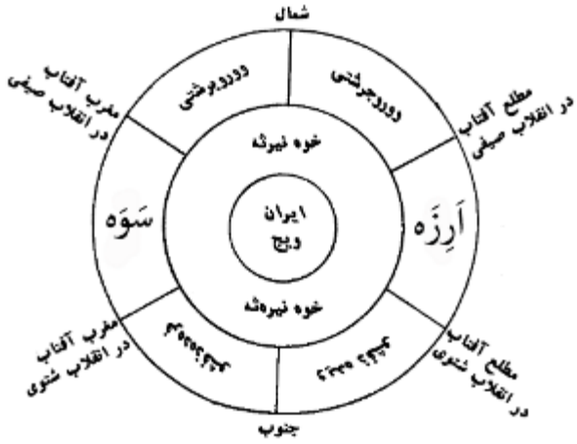
موقعیت «میدان السوق» در مجاورتِ دروازه خور در شهر جی، دارای اهمیت شایانی است چه این ثابت می‌کند که از دوره پیش از اسلام این میدان در کنار دروازه شهر دایر شده بود. تا قرن دهم میلادی مردم اصفهان برای برگزاری مراسم سال نو به «میدان‌السوق» می‌رفته‌اند و به مناسبت جشن نوروزی بازار مکاره‌ای نیز در آن‌جا تشکیل می‌شد. عضدالدولهٔ دیلمی به اندازه‌ای شیفته چنین میدانی می‌شود که فرمان می‌دهد نظیر چنین میدان و بازار مکاره‌ای در شیراز نیز برپا کنند (Gaube, 1986).

حاکم نیشابوری در قرن ۴ هـق از طرح‌اندازیِ شهر کهن نیشابور با توجه به مطالع و مغاربِ خورشید خبر می‌دهد: «*[شاپور] بر چار جانب شهر، چار دروازه مرتب داشت: شرقی و غربی و جنوبی و شمالی؛ و مهندسان را فرمود و طریق بنا به ایشان*

نمود تا چنان بنا نهادند که چون آفتاب طلوع کردی، شعاع (پرتو) آن از دروازه، در درون شهر سطوع کردی (بتابیدی).» (Hākem Neyshaburi, 1996, p. 199).

بررسی نقشهٔ شهر کهنِ دارابـگِرد، که با الگوی مدور شهر گور بنا شده است، نشان می‌دهد که محور دروازه شرقی آن متمایل به راستای محل طلوع خورشید در انقلاب زمستانی بوده است. شاید این امر، مرتبط با تشخیص زمان عید بزرگی بوده که در آن‌هنگامِ خاص از سال، نزد ایرانیان معمول بوده است (Kazemi, 2014).

نظام سویابی در دوره ساسانی با جغرافیای قُدسی‌آسمانی و سکنی‌گزینیِ مکان مرتبط بوده است و با یک دستگاهِ رون ایرانی که محورهای اصلی‌اش هم‌راسـتا با محل طلوع و غروب خورشید در انقلابین زمستانی و تابستانی بوده، تعریف می‌شده است (Heydari Delgarm, 2017). مطابق متن پهلوی بُندهش: *«از آن جا که خورشید به روز مَهِست (درازترین روز= آغاز تابستان) برآید تا به روزِ کِـه (کوتاهترین روز= آغاز زمستان) برآید، شرق، کشور اَرزَه است؛ از آن جا که به روز کِـه برآید، تا به روز کِـه بشود (جنوب شرقی تا جنوب غربی)، ناحیهٔ نیمروز، کشور فرَدَدَفش و ویدَدَفش است؛ از آن جا که به روز کِـه در شود، تا به روزِ مَهِست در شود، غرب، کشور سَوَه است. از آن جا که به روز مهست برآید، تا به روز مهست در شود (شمال شرقی تا شمال غربی)، ناحیهٔ شمال، کشور وُروبَرِشن، وُروجَرِشن است.»* (Farnbagh dādagī, 2001, p.60) (شکل ۱۷).



شکل ۱۷: دستگاه رونِ ایرانی در دوره ساسانی که چهارسوی اصلی آن (شرق، جنوب، غرب و شمال) با مطالع و مغاربِ خورشید در انقلابین زمستانی و تابستانی تعریف می‌شد (Corbin, 2004).

طبق (شکل ۱۷)، در دایره مرکزیِ عالم، ایران‌ویج (خونیرس) قرار دارد که گهواره تخمهٔ آریاییان (ایرانیان) است. در آن‌جا بود که «کیانیان» آفریده شدند. در آن‌جا بود که دین مزدایی بنیاد یافت و از آن‌جا بود که در کشورهای دیگر پخش شد و رواج گرفت. آن‌جاست که واپسینِ سوشیانت‌ها به ظهور خواهد آمد، اهریمن را به روزگار عجز و شکست خواهد افکند، و رستاخیز و هستی آینده را به ظهور خواهد آورد. در ایران‌ویج است که «یَیمَه» (جمشید) دستور می‌یابد که «وَر» را بنا کند. وَر، شهری است که دروازه‌های نورافشان دارد، که در داخل نور می‌فشانند. در هر سال، تنها یک‌بار مردم شاهد طلوع و غروب اختران و ماه و خورشید هستند. این ارض ملکوت در مرکز جهان واقع است (Corbin, 2004).

۳-۲. ارتفاع عوارض طبیعی در افق‌های شرقی و غربی شهر گور

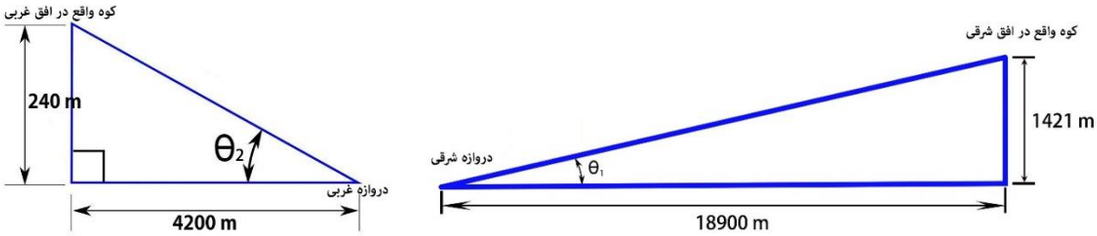
برای تعیین زاویه‌های ارتفاعیِ رشته‌کوه‌های شرقی و غربی از دید ناظری که در محل دروازه‌های مهر و بهرام ایستاده، از برنامه «گوگل‌ارث» استفاده شده است. به این صورت که ارتفاعِ کوه (نسبت به دشت) و فاصلهٔ افقیِ آن تا محل دروازه اندازه‌گیری شده است و با استفاده از رابطه تانژانت (رابطه ۳)، زاویه ارتفاعیِ رشته‌کوه شرقی نزدیک به ۴ درجه و ۲۰ دقیقه

و زاویه ارتفاعیِ رشته‌کوه غربی حدود ۳ درجه و ۲۰ دقیقه به دست آمده است (شکل ۱۸). سپس داده‌های به دست آمده با تصویربرداری در محل شهر گور در زمان برآمدن خورشید در انقلاب زمستانی مقایسه و مطابقت داده شده است.

$\tan\theta =$ [ارتفاع کوه] ÷ [فاصلهٔ افقی از محل دروازه تا پای کوه] (رابطه ۳)

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{1421}{18900}\right) \approx 4.3^\circ$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{240}{4200}\right) \approx 3.3^\circ$$



شکل ۱۸: طرح شماتیک از نسبت ارتفاع کوه‌های شرقی و غربی به فاصلهٔ افقی آن‌ها تا محل دروازه‌های شرقی و غربیِ شهر گور

مختصات جغرافیایی اختیار شده برای محل دروازه‌ها (بر اساس داده‌های گوگل‌ارث) چنین است:

دروازهٔ شرقی: 28° 50' 44.92" N, 52° 31' 38.08" E ـ دروازهٔ جنوبی: 28° 50' 54.32" N, 52° 32' 25.00" E

دروازهٔ غربی: 28° 51' 37.27" N, 52° 32' 14.97" E ـ دروازهٔ شمالی: 28° 51' 25.84" N, 52° 31' 27.27" E

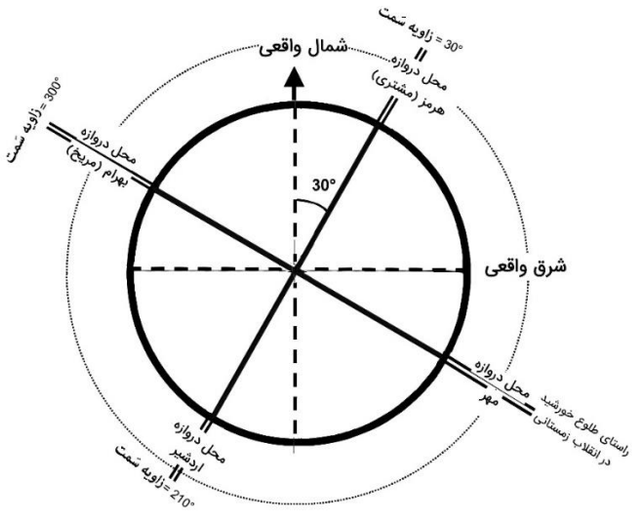
۳. بحث

برای سال‌یابی نجومیِ شهر گور، ابتدا باید طبق رابطه ۲ (که پیش‌تر در بخش ۱-۲-۹ سازوکارِ استفاده از آن توضیح داده شد) یک محدوده زمانی از روی شواهد باستان‌شناختی (Ar) تعیین شود، که در این مورد با توجه به مطالبِ پیش‌گفته در بخش ۱-۳-۲، بازه‌ای بین سال‌های ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی به عنوان تاریخ طرح‌اندازیِ شهر گـور حاصل می‌شود. سپس باید شواهد آیینی و مذهبی (R) مثل روز و زمانِ برگزاری یک جشنِ مخصوص طبق تقویم محلی (C) مورد توجه قرار گیرد. نگارندگان با ملاحظات بالا، محاسباتِ سال‌یابی نجومی برای تعیین زمان ساخت شهر مدور گور را یک‌بار بر اساس مقایسه زوایای سَمت ستارگان، و بار دیگر بر اساس مقایسه طول دایره‌البروجی آن‌ها با سَمت محور و موقعیتِ دروازه‌های هم‌نام‌شان روی محیط باروی مدور شهر، انجام داده‌اند.

۱-۳. سال‌یابی شهر گور بر مبنای زوایای سَمت

در باور اخترشمارانِ دوره ساسانی، جهاتِ اصلی عالم با سیّارات مرتبط بوده است؛ چنان‌که هرمزد به سوی اباختر (شمال) دلالت می‌کرد، بهرام به خوروران (غرب)، تیر به خوراسان (شرق) و اَناهید (زهره) به سوی نیم‌روز (جنوب) (Farnbagh dādagī, 2001). این باور در دوره اسلامی هم ادامه داشته است، چنان‌که ابوریحان بیرونی در کتاب «التّفهیم لاوائل صناعة التّنجیم» از قول ابوالعباس نیریزی آورده است: «مشتری بر جهت شمال دلالت کند، مریخ بر مغرب، زحل بر مشرق و زهره بر جنوب؛ اما هندیان خورشید را بر مشرق، مشتری را بر جنوب، مریخ را بر جنوب‌شرقی، ماه را بر جنوب‌غربی، زحل را بر شمال‌غربی، عطارد را بر شمال و زهره را بر شمال‌شرقی قرار دهند» (Qaitrani, 2005). محور دروازه‌های هرمز، مهر و بهرام در باروی مدور شهر گور هم به ترتیب با زاویه‌های سَمتی ۳۰، ۱۲۰ و ۳۰۰ درجه، بر جهات اباختر، خوراسان و

خوروران دلالت می‌کند. محل این دروازه‌ها و راستای محورهای متعامد آن‌ها، توسط دیتریش هوف و پس از او توسط مجید منتظرظهوری با نقشه‌برداری دقیق عرصه شهر و هم با مراجعه به سوابق عکس‌های هوایی تعیین گردیده است (Huff, 1987; Montazer-Zohouri & Karimian, 2019) (شکل ۱۹).



شکل ۱۹: زوایای سَمت دروازه‌های چهارگانه شهر ساسانی گور

در نگاهِ نخست، مشخص است که موقعیت «دروازهٔ مهر» یا دروازهٔ شرقی شهر گور تقریباً هم‌راستا با محل طلوع خورشید در انقلاب زمستانی است. عرض جغرافیایی مکانِ این دروازه 28.83° شمالی است. اگر میلِ خورشید در این هنگام از سال (آغاز دی‌ماه) 23.5° در نظر گرفته شود، مقدار «سِعَت مشرق» طبق رابطه ۱ برابر با ۲۷ درجه می‌شود.

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 23.5}{\cos 28.83}\right) = 27^{\circ}$$

همان‌طور که مشخص است، α نزدیک به ۳ درجه با سَمْتِ دروازهٔ مهر تفاوت دارد، ولی هنگامی‌که خورشید از فرازِ کوهی که در افق شرقی است سر برمی‌آوَرَد –زاویه ارتفاعیِ رأس کوه از دید ناظری که در محل دروازهٔ مهر ایستاده نزدیک به ۴ درجه و ۲۰ دقیقه است– در ساعت ۷:۲۰ صبح اول دی‌ماه، زاویه سَمتِ خورشید با سَمْتِ دروازهٔ شرقی یکی می‌شود. نگارنـدگان در این ساعت، در این محل بوده و این اتفاق را مشاهده کرده‌اند (شکل ۲۰). اثر شکستِ نور در ارتفاع ۴ درجه، حدود ۶ دقیقه کمانی است که در محاسبات در نظر گرفته شده است.

شکل ۲۰: طلوع خورشیدِ انقلاب زمستانی از فراز کوهِ شرقی، از دید ناظرِ ایستاده در محل دروازهٔ مهر در شهر گور.

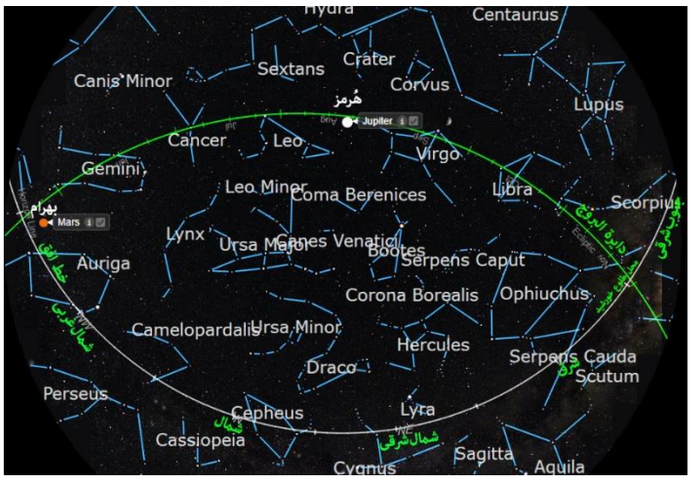
پیش‌تر هم در گزارش‌های تاریخی مربوط به جانمایی دروازه‌ها در باروی مدوّر شهر جَیّ، هم‌راستا بودنِ محور دروازهٔ شرقی با محل طلوع خورشیدِ انقلاب زمستانی مورد اشاره و تصریح بوده است؛ گویی که این زمانِ خاص از سال، برای ایرانیانِ قدیم دارای تقدسی آیینی بوده است و دانستن آن (برای عامـه) با افتادن پرتوهای خورشیدِ در حال طلوع به داخل دروازهٔ شرقیِ شهرها ممکن می‌شده است. امروزه این زمان، به عنوانِ صبحی که از پسِ شبِ یلدا می‌دمد، هنوز نمادین است؛ ولی در دوره ساسانی و عهد زرتشتی‌گری باید معنایی فراتر از این می‌داشته. به گفته بیرونی، اول «نوسَـرد» از ماه‌های سُغدی، اول سال نو و نوروزِ سغدیان بوده است –نَـوسَـرد = (نو) + (سَرد = سال)– (Biruni, 2007). به نظر هاشم رضی، واژه اَوستاییِ «سَرِدَ / سَرِذَ» که در ترکیبِ نوسَـرد مفهومِ «سال» را افاده می‌کند، خود به معنای «سـرد» است و در دوران کهن فرهنگِ اَوسـتایی، آغازِ سال با شروع فصلِ سرد و آغاز زمستان بوده است؛ چنان‌که آغازِ سال مسیحی در جهان مسیحیت که تحتِ نفوذِ آیین میترایی بوده است، هنوز با آغازِ زمسـتان هماهنگ است. در ایران، شروع سال با آغاز زمستان تا مدت‌هایی پس از آن‌که به جای انقلاب زمستانی، اعتدال بهاری را برگزیدند. در آغاز زمستان قرار داشت و اهمیت فراوان «خرّم‌روز/خوره‌روز» (روز نخست از دی‌ماه/خورماه) و نیز شبِ اوّلِ زمستان (شب یلدا) که در واقع نوروز بوده است به همین جهت است (Razi, 2006).

بر این مبنا، و با کمک برنامه استاری‌نایت، شـبیه‌سازی آسمان در موقعیت دروازه‌های شهر گـور در فاصلـهٔ سال‌های ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی (یک‌دهه پیش و پس از نبردِ اردشیر بابکان با اردوان اشکانی) انجام شد و اساس کار بر روز ۲۱ دسامبر (انقلاب زمستانی) گذاشـته شد و برای سال‌های مختلف در این روزِ خاص، موقعیت سیاره‌های بهرام و هرمزد، پیش و پس از طلوع و غروب خورشید بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱: زوایای سَمت سیاره‌های هُرمزد و بهرام در روز انقلاب زمستانی سال‌های ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی، پیش از طلوع و پس از غروبِ خورشید

روز ۲۱ دسامبر از سـال (میلادی)	زاویه سَمت هُرمز (مشتری)		زاویه سَمت بهرام (مریخ)	
	پیش از طلوع خورشید (ساعت ۵ صبح)	پس از غروب خورشید (ساعت ۶ غروب)	پیش از طلوع خورشید (ساعت ۵ صبح)	پس از غروب خورشید (۶ غروب)
۲۱۰	289°	74°	106°	249°
۲۱۱	272°	56°	263°	47°
۲۱۲	225°	38°	99°	241°
۲۱۳	152°	5°	187°	26°
۲۱۴	129°	310°	89°	234°
۲۱۵	118°	274°	144°	355°
۲۱۶	110°	256°	67°	225°
۲۱۷	100°	243°	131°	318°
۲۱۸	79°	230°	20°	211°
۲۱۹	11°	208°	123°	289°
۲۲۰	318°	158°	334°	186°
۲۲۱	300°	98°	118°	272°
۲۲۲	287°	72°	311°	127°
۲۲۳	268°	54°	113°	261°
۲۲۴	212°	34°	297°	79°
۲۲۵	147°	357°	108°	252°
۲۲۶	127°	302°	277°	55°
۲۲۷	117°	271°	102°	244°
۲۲۸	109°	254°	222°	35°
۲۲۹	98°	241°	93°	237°
۲۳۰	74°	227°	154°	7°

در بازه تاریخی که باستان‌شناسان مدعی هستند شهر «گـور» بنا شده است، یعنی بین سال‌های ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی، با فرض این‌که بناکنندگان شهر، از روی قصد محور دروازهٔ شرقی (در متون تاریخی: دروازهٔ مهر) را در راستای محل طلوع خورشید در انقلاب زمستانی اختیار کرده باشند، تنها و تنها در بامـداد انقلاب زمستانی سال ۲۲۴ میلادی هست که می توان پیش از طلوع خورشـید در ساعت ۵ صبح، هُرمز و بهرام را به ترتیب (با اختلاف دو- سه درجه) هم‌راستا با محور دروازه‌ها و خیابان‌های شمالی‌جنوبی و شرقی‌غربی شهر گور دید (شکل ۲۱). هرمز و بهرام، هر دو بالای افق هستند و زوایای سَمت آن‌ها به ترتیب ۲۱۲ و ۲۹۷ درجه است؛ در باقی ایام، یا زوایای سَمت متفاوتی دارند و یا کلاً زیر افق قرار می‌گیرند. در این روز، اگرچه که سیاره هرمزد در وبالِ خود در بُرج خوشه و ضعیف‌حال است؛ ولی کیوان (زحل) که در «تنجیم»، کوکبِ بنای شهرها و دیرپایی و آبادانیِ آن‌هاست (Kazemi et al., 2022)، در خانه خود در بُرج جَدی قرار دارد و قوی حال است.



شکل ۲۱: شبیه‌سازی آسمان شهر گور در برنامه استاری‌نایت (برای روز انقلاب زمستانی در بازه تاریخی ۲۱۰-۲۳۰ میلادی) نشان می‌دهد که فقط در بامـداد انقلاب زمستانی سال ۲۲۴ میلادی است که سیاره‌های هُرمز و بهرام با محور دروازه‌ها و خیابان‌های شمالی‌جنوبی و شرقی‌غربی شهرِ گور هم‌سو می‌گردد.

۲-۳. سال‌یابی شهر گور بر مبنای طول دایره‌البروجی

در حدود سال‌های آغاز سلطنت اردشیر بابکان، فروردین‌ماهِ عُرفی که آغاز سالِ نو و نوروز رسمی به شمار می‌آمد، با آذرماهِ بهیزکی (وِهیژَکی) مقارن شده بود (Abdullahi, 2008) (جدول ۲).

جدول ۲: موقعیت ماه‌های بهیزکی (وهیژکی) و عُرفی در ابتدای کار ساسانیان (Abdullahi, 2008)

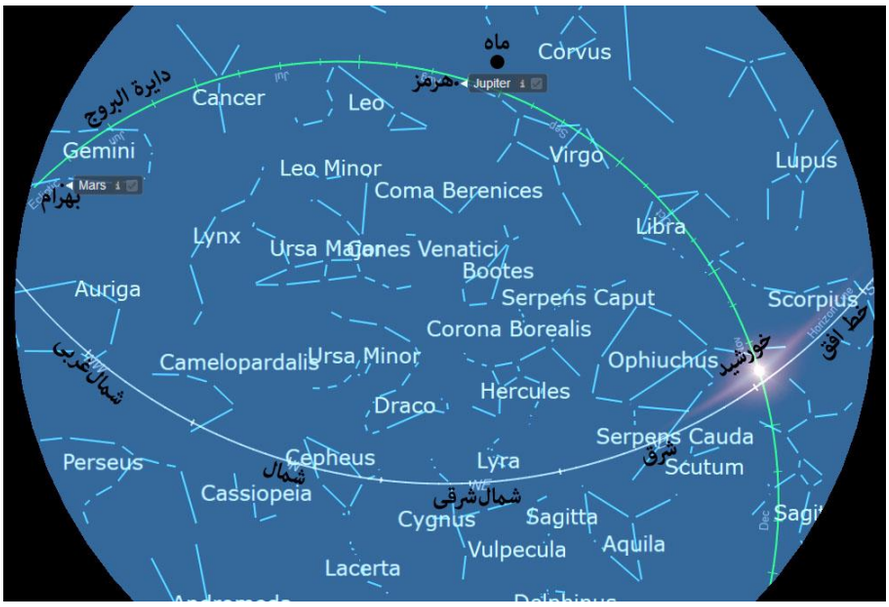
دورهٔ پنجم از ۱۰۲ تا ۲۲۱ م		آخرین سال دورهٔ پنجم ۲۲۱ م		دورهٔ ششم از ۲۲۲ تا ۳۴۱ م		آخرین سال دورهٔ ششم ۳۴۱ م	
وهیزکی	عرفی	وهیزکی	عرفی	وهیزکی	عرفی	وهیزکی	عرفی
فروردین	مرداد	فروردین	مرداد	فروردین	شهریور	فروردین	شهریور
اردیبهشت	شهریور	اردیبهشت	شهریور	اردیبهشت	مهر	اردیبهشت	مهر
خرداد	مهر	خرداد	مهر	خرداد	آبان	خرداد	آبان
تیر	آبان	تیر	آبان	تیر	آذر	تیر	آذر
مرداد	آذر	مرداد	آذر	مرداد	دی	مرداد	دی
شهریور	دی	شهریور	دی	شهریور	بهمن	شهریور	بهمن
مهر	بهمن	مهر	بهمن	مهر	اسفند	مهر	اسفند
آبان	اسفند	آبان	اسفند	آبان	فروردین	آبان	فروردین
آذر	فروردین	آذر	فروردین	آذر	اردیبهشت	آذر	اردیبهشت
دی	اردیبهشت	دی	اردیبهشت	دی	خرداد	دی	خرداد
بهمن	خرداد	بهمن	خرداد	بهمن	تیر	بهمن	تیر
اسفند	تیر	اسفند	تیر	اسفند	مرداد	اسفند	مرداد
		کبیسه	مرداد			کبیسه	شهریور

طول سال در قدیمی‌ترین گاه‌شماری زرتشتی، ۳۶۵ روز بوده است. از آن‌جا که طول یک سالِ خورشیدی، حدود ۶ ساعت از طول یک سالِ تقویمی زرتشتی بلندتر است، این اختلاف در مدت چهار سال حدود یک روز و در هر ۱۲۰ سال معادل یک ماه می‌شود. از این‌رو در هر ۱۲۰ سال، یک کبیسهٔ یک‌ماهـه اجرا می‌کردند و سالِ ۱۳ ماهی را سالِ بهیزکی (وهیژَکی) می‌گفتند. این شیوه، با آن‌که با فرمانِ شاهنشاه و تشکیل انجمن موبدان و اخترماران صورت می‌گرفت، ولی مورد موافقت عامـهٔ جامعهٔ زرتشتی قرار نگرفت. واژهٔ بِهیزَکی که در کنار برخی از تاریخ‌های کُتب پهلوی مضبوط است، وجه‌تمایز میان دو گاه‌شماریِ عُرفی و مکبوس را نشان می‌دهد (Abdullahi, 2008).

به عقیده نیبرگ، تقویمِ مکبوس «تقویم دینی» بوده است و آن را «وهیزگی» می‌نامیدند؛ و تقویم عُرفی و رسمی که غیرمکبوس بوده به نامِ «روز وهیزگی» خوانده می‌شد (Christensen, 1999). برخی نیز این تقویمِ عُرفی را که شش‌ساعتِ علاوه بر ۳۶۵ روز در آن رعایت نمی‌شد، با نام «شمرده» (ōšmurdīg) معرفی کرده‌اند (Jam, 2016).

موضوع فوق، این فکر را به ذهن متبادر می‌کند که چه بسا جانمایی دروازه‌های شهر گور بر اساس «طول دایره‌البروجی» کواکب انجام شده باشد و تاریخ نوروز عُرفی در آن ایام را در خود مستور داشته باشد؛ نوروزی که بزرگترین جشن پارسـیان بود. «در صبح نوروز، مردم با نظر کردن به فجر و سپیده، تبرک می‌جویند و نام این روز هرمزد است که اسم خداوند تعالی است؛ و گفته‌اند در این روز بود که خداوند افلاک را به گردش درآورد و آفتاب و خلق را آفرید و آغاز شمارش از این روز شد و کیومرث در این روز به شاهی رسید» (Biruni, 2007).

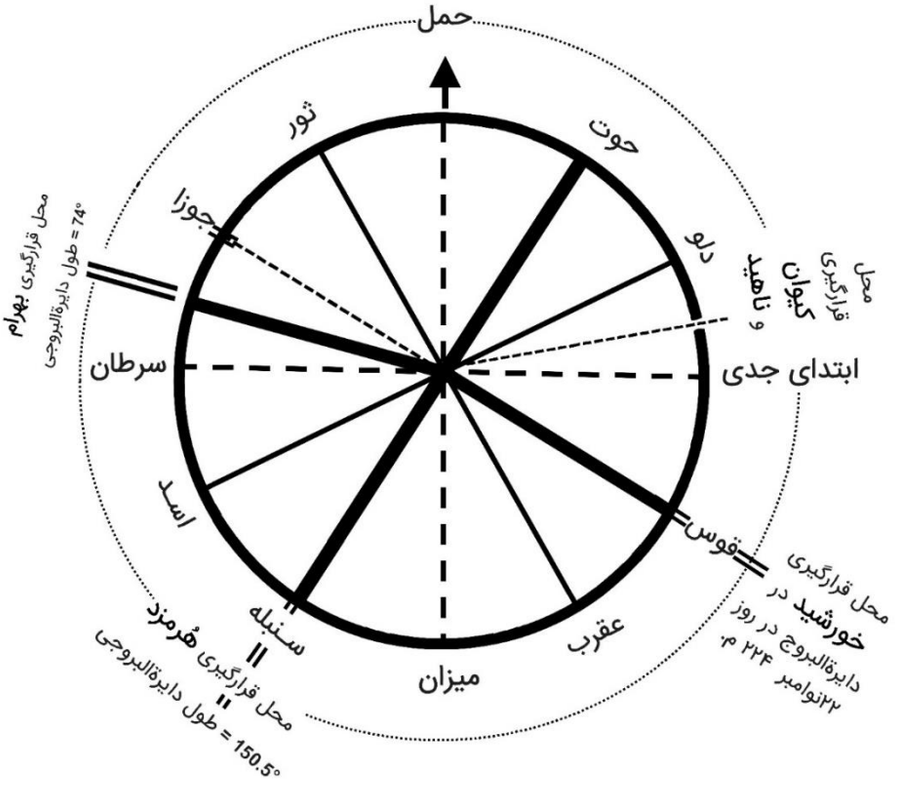
مطابق شبیه‌سازیِ آسمان در نرم‌افزار اسـتاری‌نایت، در صبح‌گاهِ ۲۲ نوامبر سال ۲۲۴ میلادی (اول آذرماهِ بهیزکی = اول فروردین‌ماهِ عُرفی)، کمی پیش از برآمدن خورشـید از فراز رشـته‌کوه شرقی در ساعت ۶:۵۰ (شش و پنجاه‌دقیقه) صبح، سیاره‌های هرمزد و بهرام هر دو بالای افق به ترتیب با زاویه‌های ارتفاعی ۷۱ و ۱۱ درجه تقریباً هم‌راستا با محور خیابان‌های شمالی- جنوبی و شرقی- غربی قرار داشته و قابل رؤیت‌اند. در این هنگام، زاویه سَمت خورشید، ۱۱۵ درجه؛ زاویه سَمت هُرمزد، ۲۱۲ درجه؛ و زاویه سَمت بهرام، ۲۹۲ درجه است. قدر ظاهری هرمزد، ۲/۱- (منفیِ دو و یک‌دهم) و قدر ظاهریِ بهرام، ۱/۴۲- (منفیِ یک و چهل‌ودو صدم) است، که با توجه به این میزان، هر دو درخشندگی قابل ملاحظه‌ای داشته و با وجود نور صبح‌گاهی باز هم قابل مشاهده بوده‌اند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲: شبیه‌سازی آسمان شهر گور در برنامه استاری‌نایت. صبح‌گاه ۲۲ نوامبر سال ۲۲۴ میلادی، ساعت ۶:۵۰ صبح. موقعیت آفتاب در افق جنوب‌شرقی (که در حال طلوع است)، هرمزد در شمال (مایل به شرق)، و بهرام در غرب (مایل به شمال).

در همین روز، در ساعت ۹ صبح، هنگامی که طالع –طالع، آن بُرج و درجه از منطقةالبروج است که در وقت انجام کاری، در افق شرقی واقع می‌شود– جَدی می‌شود، طول دایره‌البروجی خورشید (مهر) به ۲۴۰ درجه و ۲۶ دقیقه رسیده است که می‌شود اوایلِ بُرج نیمَسب (قوس)؛ در این هنگام طول دایره‌البروجی سیاره هرمزد به ۱۵۰ درجه و ۳۲ دقیقه می‌رسد که می‌شود اوایل بُرج خوشه (سنبله)؛ و طول دایره‌البروجی سیاره بهرام هم در این هنگام به ۷۴ درجه و ۲۰ دقیقه رسیده است که تقریباً می‌شود نیمه بُرج دو پیکر (جوزا). در همین زمان، «ماه» با طول دایره‌البروجی ۱۵۷ درجه و ۵۸ دقیقه، بالای افقِ جنوب‌غربی در مقارنه با سیاره هرمزد است. طول دایره‌البروجی سیاره کیوان، ۲۸۳ درجه و ۱۲ دقیقه است که تقریباً می‌شود نیمه بُرج جَدی. سیاره ناهید هم با طول دایره‌البروجی ۲۸۷ درجه و ۲۶ دقیقه، در مقارنه با سیاره کیوان است. به لحاظ تنجیمی، کیوان که کوکبِ عمارت و شهرسازی است، در خانه خود (بُرج جَدی) قرار دارد و خداوندِ طالع است؛ و هم به دلیل مقارنه با ناهید، و قرارگیری در وتد طالع، سعدترین حالت را دارد. هُرمزد هم به فاصلهٔ چهار بُرج، نظر تثلیث و مساعد با طالع دارد. طالع، جَدی است که بُرج خاکی (ارضی) است و ماه (قمر) هم که در مقارنه با هرمزد، مسعود است، از بُرج خاکیِ خوشه (سنبله) با نظر سعد به طالع پیوسته است[۱].

بر این پایه، اگر مبنای جانمایی دروازه‌های شهر گور، طول دایره‌البروجیِ کواکب باشد، محل خورشید و هُرمزد برای محور خیابان‌های شمالی‌جنوبی و شرقیِ شهر گور، تأمین دلیل می‌کند. آن‌چه که از بررسی‌های تنجیمی برآورد می‌شود این است که سالِ ساخت دقیقاً در سال ۲۲۴ میلادی تثبیت می‌گردد؛ اما چون محور خیابان غربی و دروازهٔ آن، تقریباً به اندازه ۱۵ درجه با محل سیاره بهرام فاصله دارد، ممکن است تصمیم‌گیری برای ساخت در نوروز عُرفی انجام شده باشد که آن‌هنگام جایگاه سیّارات در محل تقریباً درست بوده است، ولی طرح‌اندازی شهر با فاصلهٔ یک‌ماهه در انقلاب زمستانیِ همان‌سال انجام گرفته باشد (شکل ۲۳).



شکل ۲۳: جایگاهِ خورشید، هرمزد، بهرام، کیوان و ناهید، برحسب طول دایره‌البروجیِ هر کدام در روز ۲۲ نوامبر سال ۲۲۴ میلادی. دوازده خانه (بُرج) ۳۰ درجه‌ای، که چون جَدی، طالع می‌شود، خورشید ۳۰ درجه پایین‌تر از آن در ابتدای بُرج نیمَسب (قوس) است، بهرام در دو پیکر (جوزا)، و هرمزد در ابتدای خوشه (سنبله).

۳-۳. جمع‌بندیِ بحث

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که با کاربرد شیوه سال‌یابی نجومی امکان قدمت‌یابی و مشخص‌نمودن تاریخ بنای شهر گـور وجود دارد و فرض اولیه در خصوص جانمایی دروازه‌های شهر بر مبنای ملاحظات نجومی اثبات می‌شود؛ بدین صورت که محور خیابان‌های شرقی- غربی و شمالی- جنوبی شهر گور تقریباً هم‌راسـتا با زاویه‌های سَمتی خورشید، بهرام و هرمزد در سپیده‌دم و طلوع آفتابِ ابتدای بُرج بُزماهی (جَدی) (روز انقلاب زمسـتانی) سال ۲۲۴ میلادی است؛ و طرح دایره‌ای‌شکل شهر را به مثابه زایچه‌ای می‌نماید که تاریخ بنای شهر در آن مستتر است. این مُدل پیکربندی سـتاره‌ای فقط در این تاریخ خاص اتفاق می‌افتد و با تاریخ به دست آمـده از متون ادبی و پژوهش‌های باستان‌شـناختی که زمان بنای شهر را پس از پیروزی نهایی اردشیر بر اردوان عنوان می‌کردند منطبق شده و بر آن صحه می‌گذارد.

به اسـتنادِ بُندهشن، رون‌ها یا جهت‌گیری‌های اصلی در اسـتقرارهای مکانی در عهد ساسانی، موافق با مطالع و مغاربِ خورشید در انقلابین زمستانی و تابستانی بوده است. طبق گزارش‌های تاریخی، محور دروازهٔ شرقیِ شهر جَیّ (اصفهان قدیم) نیز هم‌راسـتای محل طلوع خورشید در انقلاب زمستانی بوده است؛ و در کنار این دروازه یک بازار و نوروزگاه به نام «خورین» بوده که مردم هر ساله آغاز سال نو را آن‌جا جشن می‌گرفتند. بررسی تطبیقی تقویم‌های عُرفیِ زرتشتی (بدون کبیسه) و بهیزکی (مکبوس) نشان می‌دهد که در آغاز کار ساسانیان، نوروز و فروردین‌ماهِ عُرفی که آغاز سال نوی رسمی در مملکت بود، نزدیک به یک ماه قبل از انقلاب زمستانی (در اوایل آذرماهِ بهیزکی) می‌افتاد. باستان‌سنجیِ خیابان شرقیِ گـور، این خیابان را محور بازار معرفی می‌کند؛ لذا می‌توان به قرینه شهر جَیّ، مکان نوروزگاه (خورین) در شهر گور را در مجاورت همین دروازه پیشنهاد داد. بررسی نرم‌افزاری طول دایره‌البروجیِ خورشید، هرمزد و بهرام نشان می‌دهد که در ابتدای آذرماه بهیزکی (۲۲ نوامبر) سال ۲۲۴ میلادی، طول دایره‌البروجی خورشید (مهر) و هرمزد در تناسب با محور

خیابان‌های شرقی و شمالی‌جنوبی شهر گور است و محور خیابان غربی و دروازهٔ بهرام نیز با اختلاف ۱۵ درجه‌ای با موقعیت سیاره بهرام در دایره‌البروج مرتبط می‌گردد.
از این منظر، چراییِ انحرافِ محور خیابان شمالی‌جنوبی شهر گور نسبت به راستای شمال- جنوبِ واقعی که از سوی برخی پژوهشگران، «تسهیلِ عملیات آب‌رسانی در شهر» عنوان شده بود، در چارچوب نظریه نوینی که جانمایی دروازه‌های شهر را بر مبنای زوایای سَمت و طول دایره‌البروجی سیارات مدنظر داشته، قابل بازنگری است.

٤. نتیجه‌گیری

امروزه استفاده از روش سال‌یابی نجومی (در کنار دیگر روش‌های مرسوم گاه‌نگاری) در پژوهش‌های باستان‌شناسی شیوه‌ای شناخته‌شده است؛ با این همه این روش چندان برای گاه‌نگاری بناها و محوطه‌های باستانی در ایران مورد استفاده قرار نگرفته است. در این مقاله ابتدا سازوکار روش سال‌یابی نجومی توضیح داده شده است و سپس شهر باستانی «گور» به‌عنوان یک نمونه موردی با این روش مورد سال‌یابی قرار گرفته است. پیش‌تر، گزارش‌های تاریخی و باستان‌شناسانه زمان ساختِ این شهر را در بازه‌ای بیست ساله بین ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی مشخص کرده بود؛ اما دستاوردِ این مقاله آن است که با به‌کاربردنِ روش سال‌یابی نجومی، سالِ ساخت کاملاً مشخص شده و داده‌های رصدی و تنجیمی، بازه ساخت را منحصر به محدوده یک‌ماهه پایانِ پاییزِ سال ۲۲۴ میلادی می‌کند. به عبارتی «سال‌یابی نجومی»، تاریخ طرح‌اندازی شهر گور را ۲۱ دسامبر سال ۲۲۴ میلادی تعیین می‌کند که چند ماه پس از پیروزی نهایی اردشیر بر اردوانِ اشکانی است. نگارندگان بر این تاریخ تأکید دارند؛ با این وجود اگر ملاحظات تنجیمی هم مدنظر باشد، زمانِ ساختِ شهر نهایتاً به یک‌ماه پیش از انقلاب زمستانیِ سال ۲۲۴ م، در آغاز آذرماهِ بهیزکی (۲۲ نوامبر) خواهد رسید. در مجموع، پیکربندیِ سیّاره‌ای/ ستاره‌ای یادشده، هم به لحاظ زوایای سَمت و هم طولِ دایره‌البروجی، در طرح‌اندازی شهر گور و جانمایی محل دروازه‌های آن مورد ملاحظه بوده است؛ و همین امر امکان سال‌یابی نجومی را برایش فراهم آورده است.
نگارندگان پیشنهاد می‌دهند میراث علمی نهفته در طرح‌اندازیِ شهر گور که در این مقالـه تشریح و معرفی گردید، به عنوان یک نظریه جدید در ارتباط با شیوه شهرسازی ساسانیان، در دیگر شهرهای چهار دروازهٔ ایرانی در آن عهد (و نیز در سده‌های نخستِ اسلامی)، مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از رساله دکترای تخصصی نویسنده اول با عنوان «حفاظت میراث نجومی در معماری شهری؛ بازیابی نظام اتّجاهی (سویابی) نجومی در شهر گور و میدان نقش جهان اصفهان» به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوری نویسنده سوم در دانشگاه هنر اصفهان در حال انجام است.

مشارکت نویسندگان

در مقاله حاضر کلیه نویسندگان از سهم مشارکت یکسان برخوردار هستند.

پی‌نوشت

۱. برای دانستن شروطِ اختیارات و احکام نجومیِ مرتبط با بنای عمارات و شهرها، نـک: (Kazemi et al., 2022)

فهرست منابع

Abdullahi, R. (2008). History of history in Iran (Iranian chronologies). Tehran: Amir Kabir. [in Persian]

Aubourg, É. (1995). La date de conception du zodiaque du temple d'Hathor à Dendera. Bulletin de l'Institut Francais d'Archeologie Orientale (BIFAO), 95: 1-10.

Aveni A., & Mizrachi Y. (1998). The Geometry and Astronomy of Rujm el-Hiri, a Megalithic Site in the Southern Levant. Journal of Field Archaeology, 25 (4): 475-496.

Bakhtiari, S. (1995). The complete atlas of Gitashenasi. Tehran: Geographical and Cartographic Organization of Gitashenasi. [in Persian]

Beer, A. (1967). Astronomical Dating of Works of Art. Vistas in Astronomy, Vol. 9: 177-223.

Belmonte, J. A, & González-García, C. (2010). Antiochos's Hierothesion at Nemrud Dag Revisited: Adjusting the Date in the Light of Astronomical Evidence. Journal for the History of Astronomy, Vol. 41: 1-13.

Biruni, A. R. (2007). Āthār al-Bāqīyah 'an al-Qurūn al-Khālīyah. Translated by: A. Dana Seresht. Tehran: Amir Kabir. [in Persian]

Bosworth, C. E. (2017). Ardashir-Khwarrah. In: R. Karachi (Ed.), Firuzabad: history, culture (pp. 212-214). Tehran: Research Institute of Humanities and Cultural Studies. [in Persian]

Brown, P. F. (1981). Laetentur Caeli: The Council of Florence and the Astronomical Fresco in the Old Sacristy. Journal of the Warburg and Courtauld Institutes, Vol. 44: 176-180.

Christensen, A. E. (1999). Iran during the Sasanian era. Trans. by: G. Rashid-Yasemi. Ed. by: H. Rezai-Baghbidi. Tehran: Seday-e Mo'aser. [in Persian]

Corbin, H. (2004). Spiritual Body and Celestial Earth; From Mazdean Iran to Shi'ite Iran. Translated by: S. Z. Deshiri. Tehran: Tahuri. [in Persian]

Dinsmoor, W. B. (1939). ArchÆology and Astronomy. Proceedings of the American Philosophical Society, 80(1): 95-173.

Edalati, T., & Farrokhi, H. (2001). Principles and foundations of mathematical geography (Earth in space). Mashhad: Islamic Research Foundation of Astan Quds Razavi. [in Persian]

Farnbagh dādagī. (2001). Bundahišn. Translated by Mehrdad Bahar. Tehran: Tus Publishers. [in Persian]

Gaube, H. (1986). Isfahan City. Trans. by: K. Afsar. In: M. Y. Kiani (Ed.). *A brief overview of urbanization and urban development in Iran* (pp. 284-301). Tehran: Irshad-e Islami in cooperation with the IR Iran Airlines (Homa). [in Persian]

Gaube, H. (2007). The Structure of Tenth-Century Bukhara According to Arabic and Persian Texts. Translated by: S. E. Khazraei. Golestan-e Honar, 3(1): 93-96. [in Persian]

Gerster, G. (1986). The view of Iranian cities from the Homa window. In: M. Y. Kiani (Ed.). *A brief overview of urbanization and urban development in Iran* (pp. 457-507). Tehran: Irshad-e Islami in cooperation with the IR Iran Airlines (Homa). [in Persian]

Hākem Neyshaburi, A. (1996). History of Neyshabur. Translated by: Mohammad ibn Husayn Khalifa Neyshaburi. Edited by: M. R. Shafii Kadkani. Tehran: Âgah. [in Persian]

Ḥamdallāh Mustawfī. (2002). Nuzhat al-Qulub (Hearts' Bliss). Edited by: M. Dabir-Siyaqi. Qazvin: Hadith-e Emruz. [in Persian]

Heydari Delgarm, M. (2017). Three Roons, Six Orientations, Seven Climates: Investigating History of Roon Concept. Journal for the History of Science, 15(2): 149-171. [in Persian]

Huff, D. (1986). Sassanid cities. Trans. by: M. R. Sarraf. In: M. Y. Kiani (Ed.). *A brief overview of urbanization and urban development in Iran* (pp. 176-204). Tehran: Irshad-e Islami in cooperation with the IR Iran Airlines (Homa). [in Persian]

Huff, D. (1987). Firouzabad. Trans. by: K. Afsar. In: M. Y. Kiani (Ed.). *Iranian cities Vol.2* (pp. 75-117). Tehran: Printing and Publishing Organization of the Ministry of Culture and Islamic Guidance. [in Persian]

Ibn Athir, E. M. (1992). The great complete history of Islam and Iran. Translated by: A. Hālat. Tehran: Elmi Publishers. [in Persian]

Ibn Rustah, A. U. (1986). al-A'laq al-Nafisah. Translated by: H. Qarachanlu. Tehran: Amir Kabir. [in Persian]

Jam, P. (2016). Abrizgan and Azarjashan: solstices and calendar of the Sassanid period. Iranian studies, 6(1): 35-53. [in Persian]

Jayhānī, A .A. (1989). Ashkal-ul-'Alam (Shapes of the universe). Translated by: Ali Ibn Abdassalām. Introduction and correction by: F. Mansouri. Tehran: Beh-nashr Co., Astan Quds Razavi Publishers. [in Persian]

Kazemi, Y. (2014). Solar considerations in planning of three circular cities in ancient Persia. Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan (AMIT), 46: 321-330.

Kazemi, Y., Kiani-DehKiani, G., & Safaei, I. (2022). Recognizing and Rereading Astronomical Considerations in the Planning of Naqsh-e Jahan Square in Isfahan. Architecture in hot and dry climate, 10 (15): 1-32. [in Persian]

Labbaf-Khaniki, M. (2021). The Archeology of Sassanid Iran. Tehran: SAMT. [in Persian]

Lockyer, N., & Penrose, F. C. (1901). An Attempt to Ascertain the Date of the Original Construction of Stonehenge from Its Orientation. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. 69: 137-147.

Mafarrukhi, M. S. (2006). Mahasin Isfahan (The Beauties of Isfahan). Trans. by: H. Avi. Ed. By: A. I. Ashtiani. Isfahan: Cultural and entertainment organization of Isfahan Municipality. [in Persian]

Malekzadeh, M. (2017). 585 BCE. Tehran: Research Institute of Cultural Heritage and Tourism in collaboration with Pardis-e Danesh Publishers. [in Persian]

Maqdisi, M. A. (2006). Aḥsan al-taqāsīm fī maʿrifat al-aqālīm. Translated by: A. Monzavi. Tehran: Komesh. [in Persian]

Mashkur, M. J. (emendator)(1950). Kār-Nāmag ī Ardašīr ī Pābagān (Book of the Deeds of Ardeshir, Son of Pabag). Tehran: Danesh. [in Persian]

Montazer-Zohouri, M., & Karimian, H. (2019). Ardeshir Khoreh, the first capital of Sasanian (formation, development, urban spaces and historical monuments). Tehran: Jahād-e Dāneshgāhi. [in Persian]

Mousavi, R. S. (2017). Siʿat-e Mashriq [Ortive Amplitude]. In Ġ. Ḥaddād ʻĀdil, & M. Mīrsalīm (Eds.), *Dānišnāma-i ǧahān-i islām [Encyclopedia of the World of Islam]* (pp. 510-512). Tehran: Bunyād-i Dāʾirat al-Maʿārif Islāmī. [in Persian]

Nabaei, A. (1992). guiding students to astrolabe knowledge; Getting to know the astrolabe and how to use it. Mashhad: Astan Quds Razavi Islamic Research Foundation. [in Persian]

Neugebauer, O., & Parker, R. (1969). Egyptian Astronomical Texts, Vol. III. London: Lund Humphries for Brown University Press.

Pantazis, G., Sinachopoulos, D., Lambrou, E., & Korakitis, R. (2004). Astrogeodetic study of the orientation of Ancient and Byzantine Monuments: Methodology and first results. Journal of Astronomical History and Heritage 7(2): 74-80.

Park, R., & Eccles, B. (2012). Dating the Dendara Zodiac - Egypt's Famous Greco-Roman 'Zodiac'. ARAM, 24: 175-192.

Penrose, F. C. (1893). On the Results of an Examination of the Orientations of a number of Greek Temples with a view to connect these Angles with the Amplitudes of certain Stars at the time the Temples were founded, and an endeavour to derive therefrom the Dates of their Foundation by consideration of the Changes produced upon the Right Ascension and Declination of the Stars by the Precession of the Equinoxes. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Vol. 184: 805-834.

Penrose, F. C. (1897). On the Orientation of Certain Greek Temples and the Dates of Their Foundation Derived from Astronomical Considerations, being a Supplement to a Paper on the Same Subject Published in the Transactions of the Royal Society in 1893. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Vol. 190: 43-65.

Qaitrani, V. (2005). Astronomy according to Biruni's narrative [summary and rewriting of the book Al-Tafhim li Awa'il Sana'at al-Tanjim by abu-Rayhan al-Biruni]. Tehran: Ahl-e Qalam. [in Persian]

Razi, H. (2006). Fire festivals. Tehran: Behjat. [in Persian]

Ruggles, C., & Cotte, M. (Eds.). (2017). Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the Context of the UNESCO World Heritage Convention - A Thematic Study. Volume 2. West Sussex: Ocarina Books Ltd.

Ruthven, K. (1999). Myth. Translated by: Abulqasem Esmailpour. Tehran: Nashr-e Markaz. [in Persian]
Safaei, I. (2021). A critique on the theory of determining the first day of the seasons at Niasser fire-temple. Journal of Conservation and Architecture in Iran, 11 (26): 67-78. [in Persian]
Steele J. M. (2003). The Use and Abuse of Astronomy in Establishing Absolute Chronologies. La Physique Au Canada, 59(5): 243-248.
Suhrab. (1994). ʻAǧāʾib al-aqālīm al-sabʻa. Translated by: H. Qarachanlu. Tehran: Sureye Mihr Publishers. [in Persian]
Tabari, M. J. (1992). Tarikh at-Tabari (Tarikh al-Umam wal-Muluk). Beirut: Ezz al-Din Institute.
Zamāni Qumshie'e, A. (2013). Islamic Astronomy (Vol. 1). Qom: Imam Sādiq Institute. [in Persian]
Zotti, G., Frischer, B., Schaukowitsch, F., Wimmer, M., & Neubauer, W. (2019). Virtual Archaeoastronomy: Stellarium for Research and Outreach. In: G Magli, AC González-García, J Belmonte, E Antonello (Eds.). *Archaeoastronomy in the Roman World* (pp. 187-205). Springer International Publishing AG.

ابن اثیر، عزّالدّین علی‌بن محمد. (۱۳۷۱). تاریخ کامل بزرگ اسلام و ایران. مترجم: ابوالقاسم حالت. تهران: انتشارات علمی.
ابن‌رسته، احمدبن عمر. (۱۳۶۵). الاعلاق النفیسه. ترجمه: حسین قره‌چانلو. تهران: امیرکبیر.
باسورث، کلیفورد ادموند. (۱۳۹۶). اردشـــیرخوره. در: روح‌انگیز کراچی (به کوشش). فیروزآباد: تاریخ، فرهنگ (صص. ۲۱۲-۲۱۴). تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
بختیاری، سعید. (۱۳۷۴). اطلس کامل گیتاشناسی. تهران: سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
بیرونی، ابوریحان. (۱۳۸۶). آثار الباقیه. ترجمه اکبر دانا سرشت. تهران: امیرکبیر.
جم، پدرام. (۱۳۹۵). آبریزگان و آذرجشن: انقلابین و تقویم دورهٔ ساسانی. پژوهش‌های ایران‌شناسی، سال ۶، شماره ۱: ۳۵-۵۳.
جیهانی، ابوالقا سم احمد. (۱۳۶۸). ا شکال العالم. مترجم: کاتب علی‌بن عبدالسّلام. ت صحیح و تو ضیح: فیروز منصوری. تهران: شرکت به‌نشر، انتشارات آستان قدس رضوی.
حاکم‌نیـ شابوری، ابوعبدالله. (۱۳۷۵). تاریخ نیـ شابور. ترجمه: محمدبن حـ سین خلیفه نیـ شابوری. به تـ صحیح: محمدر ضا شفیعی‌کدکنی. تهران: آگـه.
حمدالله مستوفی (حمدالله بن ابی‌بکر). (۱۳۸۱). نزهة القلوب. تصحیح و تنظیم: محمد دبیر سیاقی. قزوین: حدیث امروز.
حیدری‌دلگرم، مجید. (۱۳۹۶). سه رون، شش جهت، هفت کشور: پژوهشی در تاریخ مفهوم رون معماری. تاریخ علم، دوره ۱۵، شماره ۲: ۱۴۹-۱۷۱.
رضی، هاشم. (۱۳۸۵). جشن‌های آتش. تهران: بهجت.
روتون، کنت نولز. (۱۳۷۸). اسطوره؛ از مجموعه مکتب‌ها، سبک‌ها و اصطلاح‌های ادبی و هنری. ترجمه ابوالقاسم اسماعیل‌پور. تهران: نشر مرکز.
زمانی قمشه‌ای، علی. (۱۳۹۲). هیئت و نجوم اسلامی (ج. ۱). قم: مؤسسه امام صادق (ع).
سهراب. (۱۳۷۳). عجائب الأقالیم السبعة إلی نهایة العمارة. ترجمه: حسین قره‌چانلو. تهران: انتشارات سوره مهر.
صفایی، ایرج. (۱۴۰۰). نقدی بر نظریه تعیین ابتدای فصل‌ها در آتشکده نیاسر. فصلنامه علمی مرمت و معماری ایران، سال ۱۱، شماره ۲۶: ۶۷-۷۸.
عبداللهی، رضا. (۱۳۸۷). تاریخِ تاریخ در ایران (گاه‌شماری‌های ایرانی). تهران: امیرکبیر.
عدالتی، تقی و فرّخی، حسن. (۱۳۸۰). اصول و مبانی جغرافیای ریاضی (زمین در فضا). مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.
فرنبغ دادگی. (۱۳۸۰). بُندهش. ترجمه مهرداد بهار. تهران: توس.
قیطرانی، ولی. (۱۳۸۴). نجوم به روایت بیرونی [تلخیص و بازنویـ سی کتاب التفهیم لاوائل صناعة التنجیم اثر ابوریحان بیرونی]. تهران: اهل قلم.
کاظمی، یاغش؛ کیانی ده‌کیانی، غلامرضـا و صـفایی، ایرج. (۱۴۰۱). بازشـناسـی و بازخوانی ملاحظات نجومی در طرح‌اندازی میدان نقش‌جهان اصفهان. نشریه علمی معماری اقلیم گرم و خشک، سال ۱۰، شماره ۱۵: ۱-۳۲.

کُربن، هنری. (۱۳۸۳). ارض ملکوت و کالبد انسان در روز رستاخیز؛ از ایران مزدایی تا ایران شیعی. ترجمه: سیّد ضیاءالدین دهشیری. تهران: طهوری.

کریستن‌سن، آرتور امانوئل. (۱۳۷۸). ایران در زمان ساسانیان. ترجمه: غلامرضا رشید یاسمی. ویراستهٔ: حسن رضایی باغ‌بیدی. تهران: صدای معاصر.

گاوبه، هاینتس. (۱۳۶۵). شهر اصفهان. ترجمه: افسر کرامت‌الله. در: کیانی، محمد یوسف (به کوشش). نظری اجمالی به شهرنشینی و شهرسازی در ایران (صص. ۲۸۴-۳۰۱). تهران: ارشاد اسلامی با همکاری هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران (هما).

گاوبه، هاینتس. (۱۳۸۶) ساختار شهر بخارا در سده چهارم به روایت متون عربی و پارسی. ترجمه: سید عمادالدین خضرائی. گلستان هنر، ۳ (۱): ۹۳-۹۶.

گر ستر، جُرج. (۱۳۶۵). سیمای شهرهای ایران از دریچه هُما. در: کیانی، محمد یو سف (به کو شش). *نظری اجمالی به شهرنشینی و شهرسازی در ایران* (صص. ۴۵۷-۵۰۷). تهران: ارشاد اسلامی با همکاری هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران (هما).

لباف خانیکی، میثم. (۱۴۰۰). باستان‌شناسی ایران ساسانی. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب دانشگاهی در علوم اسلامی و انسانی (سمت).

مافروخی، مفضل‌بن سعد. (۱۳۸۵). محاسن اصفهان. ترجمه: حسین‌بن محمد آوی. به کوشش: عباس اقبال آشتیانی. اصفهان: سازمان فرهنگی‌تفریحی شهرداری اصفهان.

مشکور، محمّدجواد (مصحح). (۱۳۲۹). کارنامه اردشیر بابکان. تهران: کتاب‌فروشی و چاپخانه دانش.

مقدسی، محمدبن احمد. (۱۳۸۵). احسن‌التقاسیم فی معرفة الاقالیم. ترجمه: علینقی منزوی. تهران: کومش.

ملک‌زاده، مهرداد. (۱۳۹۶). ۵۸۵ ق.م. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری با همکاری انتشارات پردیس دانش.

منتظرظهوری، مجید و کریمیان، حسن. (۱۳۹۸). ارد شیرخوره نخستین پایتخت ساسانیان (شکل‌گیری، توسعه، فضاهای شهری و بناهای تاریخی). تهران: انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران.

موسوی، راضیه سادات. (۱۳۹۶). سِعَت مشرق. در: غلامعلی حدادعادل و مصطفی میر سلیم. *دانشنامهٔ جهان اسلام (ج. ۲۳)* (صص ۵۱۰-۵۱۲). تهران: بنیاد دایرةالمعارف اسلامی.

نبئی، ابوالفضل. (۱۳۷۱). هدایت طلّاب به دانش اسطرلاب؛ آشنایی با اسطرلاب و روش کاربرد آن. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.

هوف، دیتریش. (۱۳۶۵). شهرهای ساسانی. ترجمه: محمد رحیم صراف. در: محمد یوسف کیانی (به کوشش). *نظری اجمالی به شهرنشینی و شهرسازی در ایران* (صص ۱۷۶-۲۰۴). تهران: ارشاد اسلامی با همکاری هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران (هما).

هوف، دیتریش. (۱۳۶۶). فیروزآباد. ترجمه: کرامت‌الله افسر. در: محمد یو سف کیانی (به کو شش). *شهرهای ایران ج۲*. (صص. ۷۵-۱۱۷). تهران: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.