



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

Yaghesh Kazemi¹, GholamReza Kiani-DehKiani^{2*}, Iraj Safaei³

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@au.ac.ir





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

یاغش کاظمی^{۱*}، غلامرضا کیانی^{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 پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۳

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 حالی که این شیوه گاه‌نگاری در ایران هنوز در آغاز راه خود است. هدف مقاله حاضر آن است که برای نخستین بار با استفاده از روش سالیابی نجومی، تاریخ دقیق ساخت یکی از شهرهای کهن ایرانی یعنی شهر «گور» را معین نماید. شهر باستانی «گور» از شهرهای دوره ساسانی است که تا امروز، تاریخ دقیق بنای آن مجهول مانده است. این شهر، بارویی مدور و چهار دروازه داشته است که دروازه‌های آن به نام ستارگان نام‌گذاری شده بودند. پرسش پیش رو این است که چگونه می‌توان با فرض مرتبط بودن سمت محور دروازه‌ها با موقعیت ستاره‌های همانا خود، به تاریخ بنای شهر گور دست یافت؟ این تحقیق علاوه بر آن که 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 حفاظت 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، جهت‌گیری محور دروازه‌ها با سمت ستارگان به صورت کمی به کمک نرم‌افزار نجومی شبیه‌ساز آسمان سنجیده شده و مورد تحلیل علی 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 ساخت یادشده تثبیت می‌کند و مؤید آن است که جانمایی چهار دروازه شهر، بر اساس پیکربندی سیاره‌ای منحصربه‌فردی که در پایان پاییز این سال برقرار بوده و بر اساس زوایای سمت خورشید و بهرام (مریخ) و هرمزد (مشتري) و همچنین طول دایره‌البروجی این اجرام آسمانی انجام شده است.

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

* مسئول مکاتبات: gh.kiani@au.ac.ir



۱. مقدمه

آسمان و اجرام آسمانی 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 چشم‌انداز آسمانی، هم‌سو و هم‌تراز شده باشند. شناخت این هم‌ترازی‌ها می‌تواند برای درک بهتر بخشی از جهان‌بینی‌های به وجود آورنده آن‌ها مفید واقع شود. این‌که چرا سازندگان بناهای باستانی، آثار معماری شهری را با ملاحظات 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 می‌پیوند و خوانشی نوین از حکایات و رویدادهای دیرین در اختیار می‌گذارد. مزیتی 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 نجوم نوین و نرم‌افزارهای شبیه‌ساز آسمان بازسازی کرد و تجسم‌شان را بر صفحه نمایش کامپیوتر و یا در آسمان‌نما مشاهده نمود. این قابلیت، به ویژه برای بررسی رابطه آثار معماری 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 صحت‌گذاری نتایج حاصل از تکنیک‌های سال‌یابی باستان‌شناختی مورد استفاده قرار بگیرد. در سال‌یابی نجومی، چارچوب زمانی‌ای که بالاترین درجه همبستگی را بین راستا یا زاویه سمت 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 معرب آن «جور» نیز خوانده می‌شده است. اکنون آثار ویرانه‌های این شهر در جنوب غربی استان فارس، در ۴ کیلومتری شمال غربی شهر کنونی فیروزآباد و ۱۲۵ کیلومتری جنوب شیراز قرار دارد. این شهر، بارویی دایره‌ای شکل با چهار دروازه دارد که سه دروازه موسوم به اسامی ستارگان است. بر اساس گزارش‌های تاریخی، شهر گور را اردشیر بابکان، مؤسس سلسله ساسانی، در آغاز کار خود بنا نهاده بود؛ ولی تاریخ دقیق ساخت آن نامشخص است.

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

بین پژوهندگان غربی، هر دو گزاره بالا برای تاریخ بنای شهر، طرفدارانی دارد. در حالی که «دیتریش هوف» هم‌رأی با روایت طبری است (Huff, 1986; Huff, 1987)؛ اما کلیفورد ادموند باسورث موافق با گزارش جیهانی است (Bosworth, 2017).

با توجه به این که عموم پژوهندگان، بر انتساب بنا نهادن شهر مدور گور به دست اردشیر بابکان اتفاق نظر دارند و از آنجایی که 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 دایره‌ای شکل گور بوده‌اند. مسئله این است که چنانچه فرض شود هنگام بنای شهر گور و جانمایی دروازه‌ها در باروی مدور، یک نظام و سامان نجومی مورد نظر بوده باشد آن‌سان که از نام‌گذاری دروازه‌ها برمی‌آید. چگونه می‌توان با شناخت آن نظام و با استفاده از روش سال‌یابی نجومی، تاریخ بنای شهر را تعیین نمود؟ به عبارتی، هدف اصلی این پژوهش، تعیین تاریخ دقیق بنای شهر گور به شیوه سال‌یابی نجومی است.

این تحقیق از آن جهت که در موضوع سال‌یابی نجومی در پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران پیشگام است و بدان غنا می‌بخشد 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 نظام مهندسی در شهر گور، با توجه به ثبت شدن «محور ساسانی فیروزآباد» در فهرست میراث جهانی، برای حفاظت جامع آن ضرورت دارد.

۱-۲. روش‌شناسی

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

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

سال‌یابی نجومی یا تاریخ‌گذاری نجومی، یک روش فنی برای تاریخ‌گذاری رویدادها یا مصنوعات 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 سویایی شده‌اند، همه از طریق محاسبات نجومی امکان سال‌یابی را فراهم می‌سازند. ابزارهای این روش، یک دوربین زاویه‌یاب نقشه‌برداری با سنج‌های 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 آسمان محل نشان می‌دهد (Aveni & Mizrachi, 1998).

فرض اصلی در سال‌یابی نجومی، یافتن تاریخی منحصربه‌فرد است که در آن مجموعه‌ای از داده‌های نجومی تاریخی با محاسبات مدرن و گذشته‌نگر از موقعیت اجرام آسمانی مطابقت داشته باشد؛ به عبارتی استفاده از اخترشناسی نوین برای محاسبه موقعیت ستاره یا هدف 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).

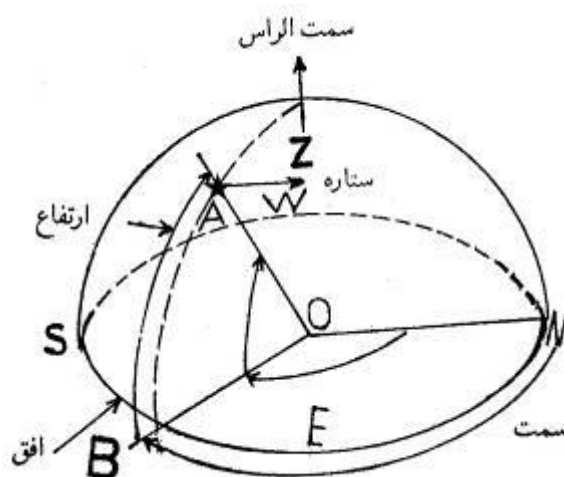
۱-۲-۲. هم‌ترازی نجومی (Astronomical Alignment)

اینیه و اماکن باستانی و تاریخی، ممکن است دارای ارتباطات و پیوندهایی با آسمان باشند که در برخی ویژگی‌های شان مانند سو 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).

۱-۲-۳. زاویه سمت و زاویه ارتفاع

زاویه سمت، کمانی است از دایره افق که از سمت شمال به سمت شرق از صفر تا 360° 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 $+90^\circ$ درجه یا -90° 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، سمت را نشان می‌دهد؛ و کمان BA ارتفاع ستاره است (Nabaei, 1992).

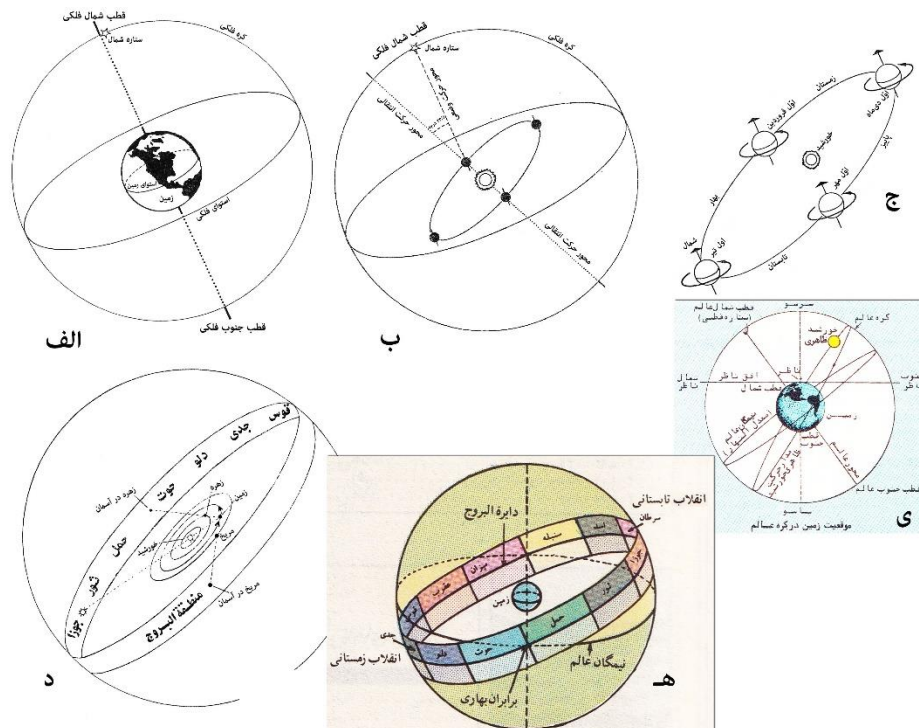
۱-۲-۴. دایره البروج و منطقه البروج

دایره البروج، دایره عظیمه‌ای است از کره فلکی که خورشید در حرکت ظاهری سالانه خود می‌پیماید (مدار حرکت ظاهری خورشید) و آن را به نام‌های فلک البروج و دایره شمسیه نیز می‌خوانند. منطقه البروج عبارت است از کمربندی از کره فلکی به عرض تقریبی 16° درجه که به طور قرینه در دو سوی دایره البروج واقع است. این کمربند به دوازده قسمت 30° 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 آسمانی همنام خود به اندازه تقریباً 30° درجه عقب مانده‌اند (Zamāni Qumshie'e, 2013) (شکل ۲، د تا ی).

۱-۲-۵. دایره میل و میل 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 (معدل النهار) و خورشید واقع می‌گردد «میل خورشید» می‌گویند. انحراف محور «حرکت وضعی زمین» از محور «حرکت انتقالی زمین به دور خورشید»، تقریباً $23\frac{5}{5}$ (بیست‌وسه‌ونیم) درجه است؛ و به تبع آن زاویه بین صفحه دایره البروج و دایره استوای فلکی، همین مقدار است. چون در دو نقطه اعتدالین (اول بهار و اول پاییز)، دایره استوای فلکی و دایره البروج بر هم منطبق می‌شوند، میل

خورشید در این هنگام صفر است. در رأس‌السرطان و نقطه انقلاب تابستانی (اول تابستان) میل خورشید تقریباً $23/5$ درجه است؛ و در رأس‌الجدی و نقطه انقلاب زمستانی (اول زمستان) میل آن تقریباً به $-23/5$ 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: منطقه البروج و بُرج‌های فلکی (Zamāni Qumshie'e, 2013; Bakhtiari, 1995).

۱-۲-۶. طول دایره البروجی (ecliptic longitude)

در دستگاه مختصات دایره البروجی، صفحه دایره البروج و محور عمود بر آن دو مرجع اصلی هستند. در این دستگاه مختصات کُروی، زاویه طول دایره البروجی یک «ستاره» عبارت است از قوسی از دایره البروج که از نقطه اعتدال بهاری شروع شده و در خلاف جهت عقربه‌های ساعت، به محل تلاقی نصف‌النهار «ستاره» در مختصات دایره البروجی با دایره البروج ختم می‌شود و اندازه آن بین صفر تا 360 درجه تغییر می‌کند (Edalati & Farrokhi, 2001).

۱-۲-۷. ستاره‌های ثابت و رَوَندِه

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

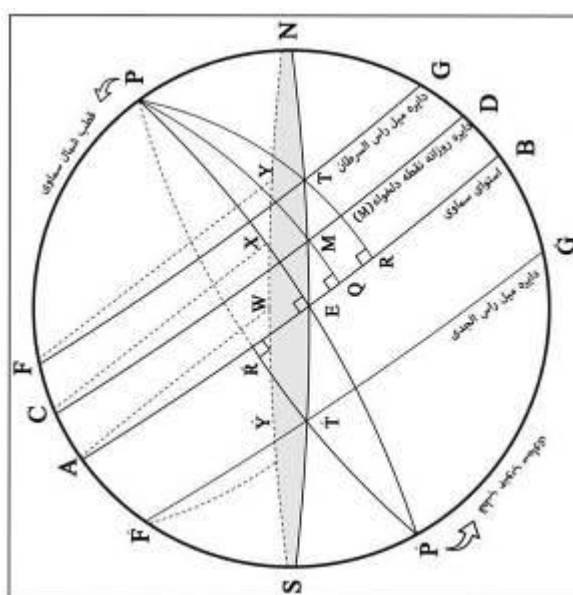
۱-۲-۸. سَعَتِ مشرق (Ortive Amplitude)

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 $+90$ درجه (به سمت شمال) یا صفر تا -90 درجه (به سمت جنوب) متغیر است. میزان انحراف نقطه طلوع هر جرم آسمانی برای هر ناظر را در هر جای کره زمین که باشد، سَعَتِ مشرق یا سَعَةُ‌المشرق

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 مشرق خورشید در آن روز است. بیشینه سعت مشرق خورشید در نیم‌کره شمالی آسمان، معادل سعت مشرق ابتدای برج سرطان (خرچنگ)؛ و در نیم‌کره جنوبی برابر با ابتدای جدی 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 مشرق خورشید در طول یک سال در عرض‌های میانی نیم‌کره شمالی زمین (Mousavi, 2017).

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

دینزموور (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 آکروپولیس 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 جشن مخصوص 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 ایزد مورد پرستش بوده است. در اینجا، معبد آتنا نیکی، «نیکی» (یونانی: Νίκη) به معنی پیروزی، از ویژگی‌های ایزدبانو «آتنا» است که بزرگترین جشن آن ایزد، «پاناتنیا» (Panathenaea) بوده است. این جشن در اواخر

ماه قمری هکاتومبیون (Hekatombaion) - به تقویم آتنی قدیم در حدود نیمه تابستان - برگزار می‌شده است. عامل آخر در رابطه ۲، مشاهدات نجومی و اندازه‌گیری‌های میدانی (As) است. با این فرض که در روز جشن مذکور، پس از طلوع و برآمدن خورشید از بالای موانع طبیعی و مصنوعی، زاویه سمت و راستای آن، هم‌راستا با محور معبد می‌شده و برای سویابی آن تأمین دلیل می‌کرده است، ابتدا زاویه سمت محور معبد به طور دقیق اندازه‌گیری می‌شود، آن‌گاه با توجه به عرض جغرافیایی مکان معبد و میل خورشید در هنگام ساخت معبد، سمت‌المشرق و زاویه سمت خورشید (در لحظه رؤیت صبح‌گاهی آن از بالای موانع طبیعی و مصنوعی) در محدود دو ماه قبل و بعد از نیمه تابستان برای دامنه چند سال قبل و بعد از ۴۲۰ ق.م به صورت نظری مشخص می‌گردد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که X یا سن نجومی معبد را باید ۱۶ اوت (برابر با ۲۷/۲۸ هکاتومبیون) سال ۴۲۷ ق.م تعیین نمود (Dinsmoor, 1939).

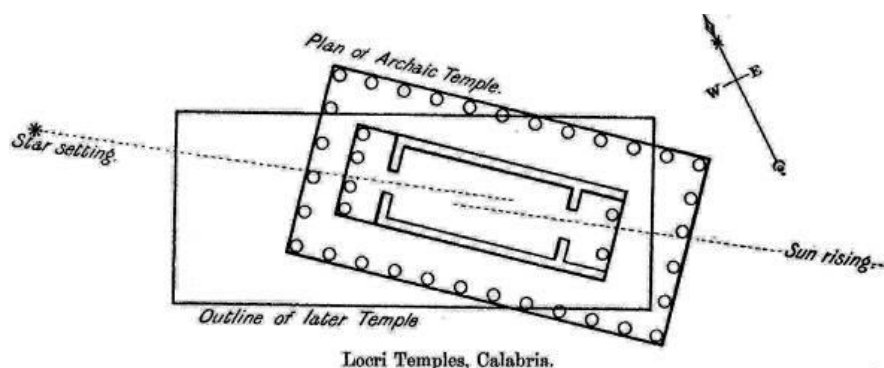
۳-۱. پیشینه پژوهش

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

۱-۳-۱. کارنامک سال‌یابی نجومی در باستان‌شناسی

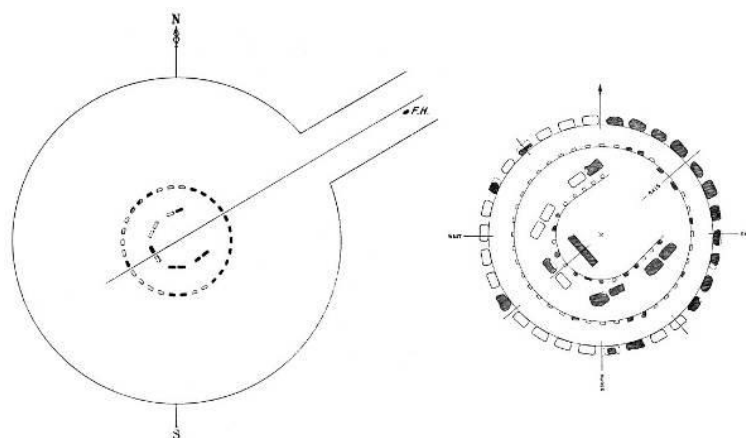
ژوزف اسکالیگر (۱۶۰۹-۱۵۴۰ م.) (Joseph Justus Scaliger) جزو نخستین پژوهشگرانی است که در کتاب خود «اصلاح زمان» (۱۵۸۳) (De emendatione temporum) برای تعیین گاه‌شماری جهان بر پایه شواهد ادبی، استفاده از روش تاریخ‌گذاری نجومی را توصیه کرد. پس از او، شارل فرانسوا دوپویی (۱۸۰۹-۱۷۴۲ م.) (Charles François Dupuis) در اثر مشهور 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 خورشید گرفتگی، تاریخ‌گذاری کند (Ruthven, 1999).

در اواخر قرن نوزده میلادی، فرانسیس پنروز (Francis Penrose) کوشید تا معابد یونانی را بر اساس این فرض سال‌یابی کند که محور آن‌ها در زمان ساخت، با سمت طلوع و غروب برخی ستارگان در گرگ‌ومیش سحرگاهی، هم‌تراز بوده است؛ به این صورت که مثلاً یک ساعت قبل از برآمدن خورشید در امتداد محور بنا و مقابل درگاه شرقی، ستاره‌ای در همان امتداد در غرب 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 معبد موجود را باید روی شالوده معبد قدیمی‌تری تلقی کنیم و تاریخ به‌دست‌آمده در واقع سن معبد متقدم را نشان می‌دهد (Penrose, 1893) (شکل ۴).



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

در اوایل قرن بیستم میلادی، لاکیر و پنروز کوشیدند سازه استون‌هنج را سال‌یابی نجومی کنند. آن‌ها بر مبنای این فرض که محور اصلی بنای استون‌هنج در زمان ساخت آن، دقیقاً هم‌راستای محل طلوع خورشید در انقلاب تابستانی بوده است، با رصد موقعیت طلوع خورشید انقلاب تابستانی در مکان، از روی اختلاف «سعت مشرق» با راستای محور بنا و با احتساب تغییرات میل دایره البروج، سن سازه را ۱۶۸۰ پیش از میلاد (با خطای ± 200 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 بخش درونی با چیدمان نعل اسبی (متشکل از ۱۰ سنگ عمودی بزرگتر) است. محور اصلی بنا، در امتداد محور یک خیابان باستانی، هم‌راستا با محل طلوع خورشید در انقلاب تابستانی است (Lockyer & Penrose, 1901).

در داخل گنبد بنای موسوم به «قُصیرِ عَمْرَه» در اردن، یک نقاشی دیواری از آسمان و پیکرهای آسمانی (صورت‌های فلکی) ترسیم شده است. عکس‌هایی که از این نقاشی دیواری توسط کرسول (Creswell)، سرپرست هیئت بریتانیایی از قاهره، گرفته شد بعداً در هامبورگ مورد تصحیح خطای پرسپکتیو و بازترسیم 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 گُره آسمانی بدان نگریسته نشان می‌دهد. همچنین تعدادی از پیکرهای آسمانی ترسیم‌شده، فقط در نیم‌کره جنوبی قابل مشاهده هستند. با این همه، سال‌یابی نجومی 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: قُصیرِ عَمْرَه، 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 نجومی بنا مورد ملاحظه قرار گرفت (Beer, 1967).

سایت میراث جهانی «هیروتزیون آنتیوخوس یکم» (hierotheseion of Antiochos I)، پادشاه کوماژن، در کوه نمرو (ترکیه) دربردارنده یک لوحه سنگی در تراس غربی با نقش شیر و ستارگان و هلال ماه است. از اولین مطالعات باستان‌شناسی در «نمرو داغ» تا به امروز، نقش برجسته مذکور توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است؛ این احتمال که این نقش یک صحنه نجومی واقعی یا یک تصویر اختربینانه 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 مقارنه‌های متوالی (هم‌نشینی) بهرام، هرمزد، تیر و ماه با قلب‌الاسد (ستاره آلفای شیر) در پیکر آسمانی شیر تفسیر کرد. در دوره سلطنت «آنتیوخوس یکم» یک چنین پیکربندی آسمانی و مقارنه‌ای فقط می‌توانسته در دو تاریخ خاص اتفاق بیفتد: 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 هیروتزیون آنتیوخوس معرفی می‌کند و آن را با تاریخ‌هایی که از سویابی احتمالاً نجومی عناصر اصلی معماری مجموعه به دست می‌آید، منطبق‌تر می‌داند (Belmonte & Garcia, 2010) (شکل ۷).



شکل ۷: نقش برجسته شیر و ستارگان و هلال ماه در سایت باستانی نمرو داغ که به عقیده برخی از پژوهشگران یک زایچه نجومی است و امکان سال‌یابی نجومی را برای مجموعه فراهم می‌سازد (Belmonte & Garcia, 2010).

در سقف سالن غذاخوری ویلا فارنیزینا (Villa Farnesina)، یک بنای دوره رنسانس در حومه شهر رم بر کرانه رود تیبر، چند مجلس نقاشی دیواری با مضامین اسطوره‌ای و تنجیمی به یادگار مانده است که آن‌ها را در مجموع، یک زایچه تصویری و آرایه‌هایی برای سال‌یابی نجومی معرفی کرده‌اند. برای نمونه، در یکی از این مجالس، مارس (خدای جنگ، معادل بهرام) با یک ترازو در زیر آرنج چپ و در مقابلش مرکوری (خدای حامی بازرگانان، معادل تیر) با یک کژدم در پس‌زمینه تصویر شده است؛ لذا این مجلس را به صورت قرار داشتن سیاره بهرام به فاصله‌ای اندک از پس‌برج ترازو (میزان) و قرار داشتن سیاره تیر در حدود پایانِ برج کژدم (عقرب) رمزگشایی کرده‌اند. در نهایت با موقعیت‌یابی مکان سیاره هرمزد و کیوان (زحل) و دیگر سیارات 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 مالک ویلا، «آگوستینو چیگی» (Agostino Chigi) باشد (Beer, 1967) (شکل ۸).



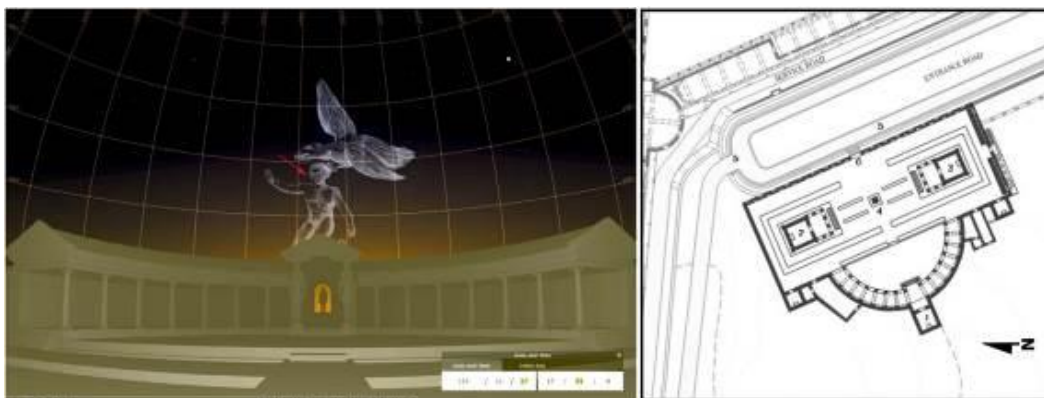
شکل ۸: مجلسی از مجالس نقاشی دیواری ویلا فارنزینا در رُم که ایزدان «مارس» و «مرکوری» را نشان می‌دهد. نقاشی دیواری‌های این ویلا را در مجموع، یک زایچه نجومی و نمایش دهنده تاریخ تولد مالک ویلا تفسیر کرده‌اند. این مجلس، برقرار داشتن سیاره بهرام (معادل مارس) در بُرج ترازو و قرار داشتن سیاره تیر (معادل مرکوری)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

بالای محراب کلیسای سن لورنزوی فلورانس (The Sagrestia Vecchia di San Lorenzo)، یک نقاشی دیواری از ماه و خورشید و پیکرهای آسمانی در زمینه لاجوردی‌رنگ زیر گنبد به عنوان زایچه یک رویداد خاص و مهم برای کلیسا. 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 سن لورنزو 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 سن لورنزو در فلورانس که آن را یک زایچه نجومی و متضمن تاریخ یک رویداد خاص برای کلیسا دانسته‌اند (Brown, 1981).

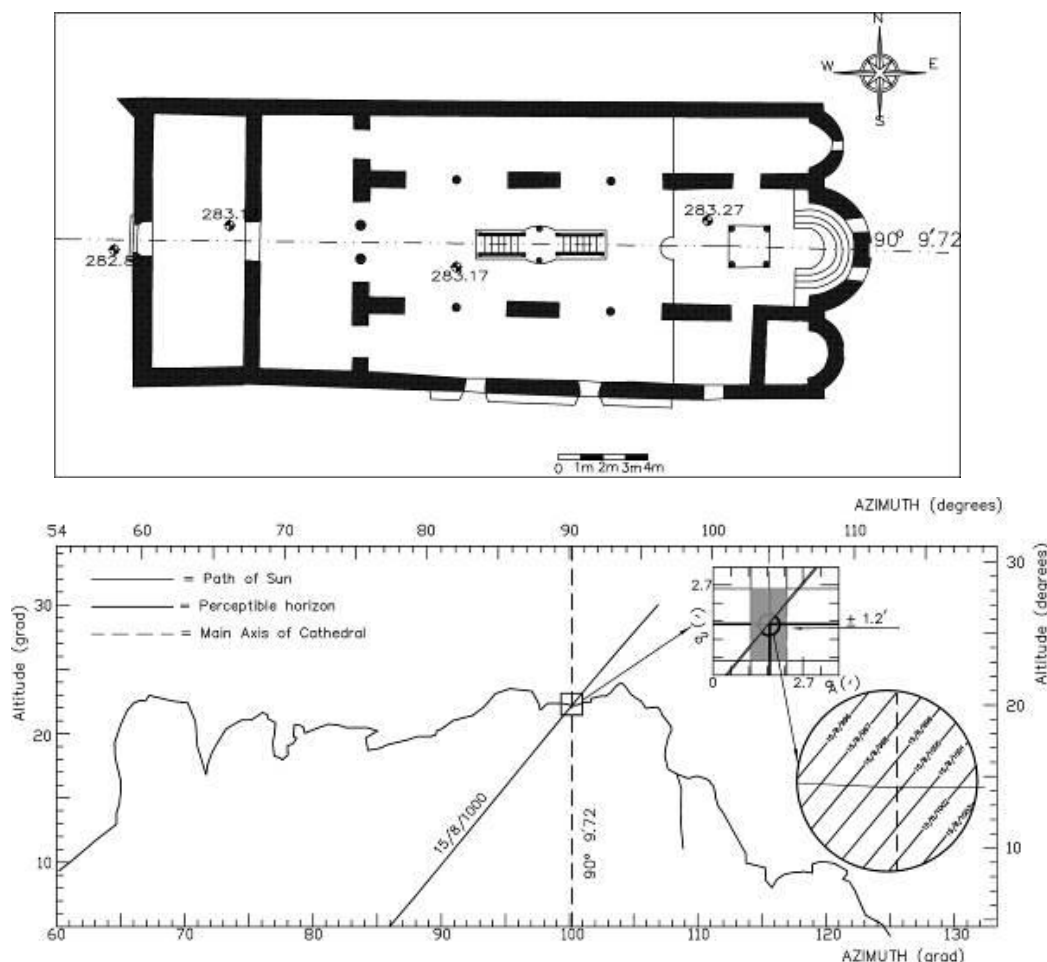
طی کاوش‌های انجام‌شده در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ میلادی در محوطه باستانی ویلای هادریان (Villa Adriana) در نزدیکی تیولی، مجموعه آرامگاهی- زیارتگاهی موسوم به آنتینوئون (Antinoeion) کشف و بازشناسی شد. باستان‌شناسان موفق شدند موادی برای گاه‌نگاری آنتینوئون پیدا کنند که قدمت آن را به سال‌های پس از ۱۳۰ میلادی می‌رساند. تلاش شد تا این انتساب و گاه‌نگاری، یک تأییدیه سال‌یابی نجومی نیز داشته باشد. ایده چنین بود که محور معبد شماره (۱) در آنتینوئون، نسبت به موقعیت پیکر آسمانی «آنتینوس» (Antinous) سویابی و جهت‌گیری شده باشد. آنتینوس، مرد جوانی از نزدیکان امپراتور هادریان بود که پس از مرگ نابهنگام‌اش در سال ۱۳۰ میلادی، یک پیکر آسمانی جدید به یاد او در آسمان تعیین و نام‌گذاری شد. البته این پیکر آسمانی اکنون توسط اخترشناسان منسوخ گشته و در پیکر آسمانی عقاب ادغام شده است. به منظور سال‌یابی نجومی، ابتدا یک مدل سه‌بعدی 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 مجرد غروب خورشید، چنان‌چه در امتداد محور ورودی معبد ایستاده و رو به معبد به سمت غرب نگریسته شود، ستارگانی که پیکر آسمانی آنتینوس را تشکیل می‌دهند دقیقاً هم‌راستا با محور معبد در پشت آن، قابل رؤیت خواهند بود. این موضوع، تأیید جدیدی بر یافته‌های باستان‌شناسی و صحنه‌گذاری بر تشخیص شأنیت مکان (به عنوان زیارتگاه آنتینوس) و گاه‌نگاری آن بود (Zotti et al., 2019) (شکل ۱۰).



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

ویلیام بل دینزموور 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 فروتینوس (Frontinus)، مهندس عمران و سناتور رومی، می‌گوید که «جهت‌گیری شهرهای رومی به سمتی بود که خورشید در آن سمت در زمانی که اندازه‌گیری انجام می‌شد طلوع کرده بود». به زعم دینزموور، همین سنت بعدها در عهد مسیحیت برای بنای کلیساها مورد ملاحظه بوده است و یک سوی محور هر کلیسایی به مکانی اشاره می‌کند که در زمان پایه‌گذاری 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 تابستان (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 زمانی که خورشید از بالای یک عارضه طبیعی یا مصنوعی در افق شرقی طلوع می‌کند چه زاویه سمتی دارد و بعد این زاویه سمت را با جهت‌گیری محور بنا مقایسه کرد. ممکن است محور کلیسایی که کوه یا تپه‌ای در افق شرقی خود

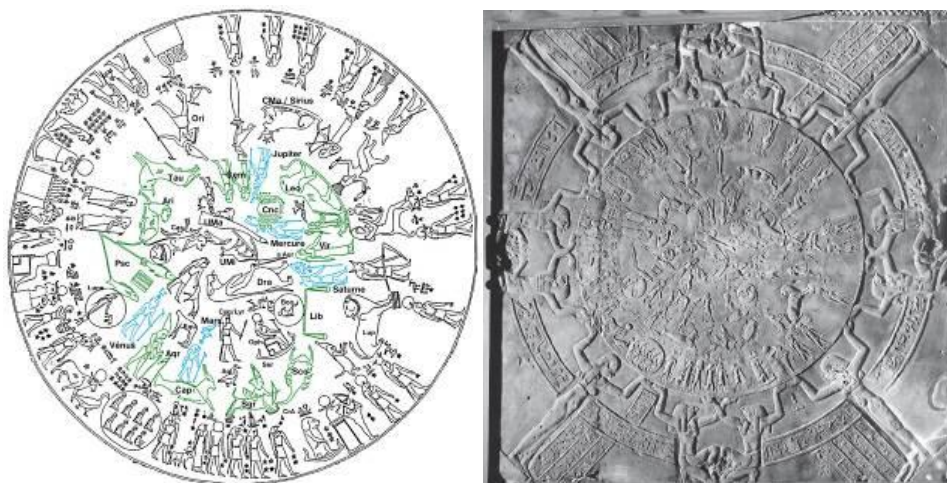
دارد و مثلاً برای یک جشن مذهبی در تابستان محوربندی شده، دقیقاً در جهت شرق باشد؛ بدین صورت که خورشید به مجرد طلوع و سرزدن از بالای کوه شرقی، دقیقاً در امتداد محور بنا قرار گرفته و با افتادن پرتوهایش به داخل محراب، روز برگزاری جشن را اعلام کند. چنین موردی در کلیسای بیزانسی عروج مریم باکره (Church of the Assumption of Virgin Mary) در شهر کالاباکای یونان، امکان سال‌یابی نجومی آن را با تاریخ (13 ± 1000) میلادی فراهم آورده است (Pantazis et al., 2004) (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: پلان کلیسای عروج مریم باکره در کالاباکای یونان. زاویه سمت محور کلیسا ۹۰ درجه و ۹ دقیقه است و به سوی محل طلوع خورشید از فراز کوه شرقی در صبح روز جشن خاص کلیسا (در ۱۵ اوت) سویابی شده است. اگر زاویه سمت 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 سمت محور بنا نشان می‌دهد (Pantazis et al., 2004).

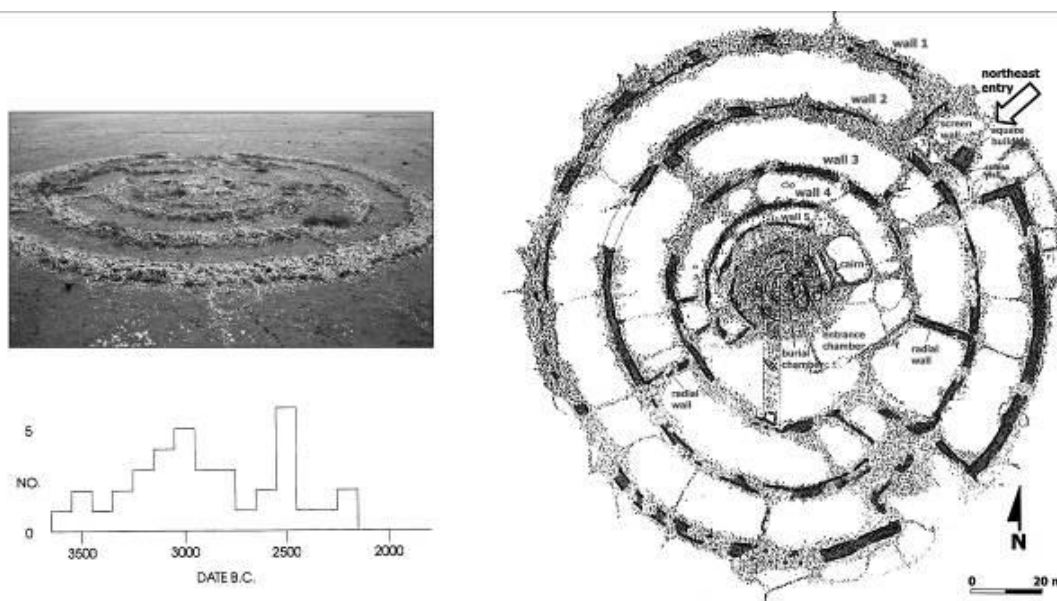
بر سقف سنگی معبد باستانی حائور در دندرۀ مصر، یک نقشه تنجیمی مدور از آسمان با ستارگان و صورت‌های فلکی منطقه البروج در ابعاد ۲/۵ در ۲/۵ متر حکاکی شده بود. این نقش برجسته در سال ۱۸۲۲ میلادی از محل اصلی خود جابجا شده و اکنون در موزه لوور در حال نگهداری است و یک بازآفرینی دقیق از آن در بنا جایگزین شده است. رمزگشایی از این نقش برجسته که مشهور به زودیایک دندرۀ است (در نوشتارهای ایرانی عبارت منطقه البروج به جای زودیایک استفاده می‌شود) و سال‌یابی نجومی معبد حائور بر پایه آن، پیوسته مورد علاقه پژوهندگان بسیاری بوده است. برخی زودیایک دندرۀ را صرفاً یک چیدمان مصنوعی از سیارات در «خانه‌های شرف» خود دانسته‌اند. به زعم ایشان، از آن‌جا که سیاره‌های تیر و ناهید (زهره) هرگز از یکدیگر و از خورشید فاصله چندانی نمی‌گیرند و در زودیایک دندرۀ 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 نماد تصویری خاص در زودیاک دندره به عنوان 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 خورشیدگرفتگی دیگری هم در ۲۱ اوت ۵۰ ق.م روی داده ولی در زودیاک نمایش داده نشده است، تاریخ 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 زایچه و طالع‌نما بوده و هنگامی که سزار آگوستوس فرعون مصر بود در اواخر دوره سلطنت‌اش نقش شده است. مطابق این پژوهش، از میان سیارات تصویر شده در این زایچه، خورشید و ماه و ناهید در مجاورت بُرج ماهی (حوت) واقع‌اند؛ سیاره بهرام در بُرمای (جدی) قرار دارد، هرمزد در انتهای خوشه (سنبله) و کیوان در انتهای دو پیکر (جوزا) است؛ و این پیکربندی در مجموع، تاریخی در اوایل بهار بین ۲ قبل از میلاد و ۲ بعد از میلاد را به دست می‌دهد (Park & Eccles, 2012) (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: نقش برجسته موسوم به زودیاک دندره در معبد باستانی حاتور (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 الہری (Rujm el-Hiri)، یک بنای یادمانی مگالیتیک از عصر مفرغ در جنوبِ شام است که از دیوارهای قطور سنگی هم‌مرکز در اطراف یک تل سنگ‌چین مرکزی و چند دیواره رابط شعاعی باریک‌تر تشکیل شده است. کاوش‌های باستان‌شناسی در رجم‌الہری از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۱ میلادی به سرپرستی میزراحی (Mizrachi) انجام شد؛ ولی عدم دستیابی به مواد آلی مناسب برای تجزیه و تحلیل رادیوکربن، سال‌یابی و گاه‌نگاری این مجموعه را با مشکل مواجه کرده بود. یافته‌های باستان‌شناسی نشان می‌داد که دیوارهای سنگی هم‌مرکز و دو ورودی مجموعه (که یکی رو به جایگاه طلوع خورشید در انقلاب تابستانی دارد)، از اواسط هزاره سوم ق.م وجود داشته است، ولی تل سنگ‌چین مرکزی به احتمال زیاد در اواخر هزاره دوم ق.م ساخته شده باشد. برای تأیید داده‌های باستان‌شناسی تلاش شد تا با روش‌های سال‌یابی نجومی، هم‌ترازی معماری مجموعه با اجرام آسمانی در بازه زمانی ۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰ قبل از میلاد مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور سوییابی دیوارهای شعاعی را در هم‌ترازی با پدیدار شدن و پنهان شدن برخی ستارگان در آسمان شام‌گاهی در نقاط بحرانی سال (مثل آغاز و پایان فصل بارندگی) سنجیدند. تجزیه و تحلیل آماری زاویه‌های سمتی و راست‌اسنجی تطبیقی 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 الهیری در بلندی‌های جولان. ورودی شمال شرقی، رو به جایگاه طلوع خورشید در انقلاب تابستانی است. توزیع زمانی هم-ترازی‌های ستاره‌ای (از ۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰ قبل از میلاد) که بهترین تناسب را با زاویه‌های سمتی دیواره‌های شعاعی مجموعه دارد، تجمعی را در حدود ۳۰۰۰ قبل از میلاد نشان می‌دهد (Aveni & Mizrachi, 1998).

یکی از معدود پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص سال‌یابی نجومی یادمان‌ها و محوطه‌های تاریخی در ایران، به هم‌ترازی میدان نقش جهان اصفهان با پیکربندی ستاره‌ای در منظر آسمانی‌اش پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که محور میدان به تبعیت از «زیچ کیهان» در راستای زاویه سمت خورشید-کیوان سویابی شده و بر همین مبنا و از روی اختیارات نجومی، آغاز بنا نهادن میدان در روز ۱۸ صفر سال ۹۹۹ هجری تعیین شده است (Kazemi et al., 2022). از پژوهش‌هایی که در خصوص تاریخ‌گذاری نجومی 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 هرودوتوس درباره پایان نبرد پنج ساله میان ماد و لودییه آورده است. نبردی که به دلیل روی دادن خورشیدگرفتگی و وحشت سپاهیان دو طرف به صلح انجامید. وی از روی داده‌های تاریخی استنتاج می‌کند که نبرد ماد و لودییه می‌باید در فاصله 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 هرودوتوس مرتبط می‌داند (Malekzadeh, 2017).

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

اردشیرخوره نام یکی از پنج کوره یا ولایت فارس و نیز نام شهری است که در روزگار ساسانی و آغاز دوره اسلامی به نام «گور» و «جور» خوانده می‌شد و سپس در دوره آل بویه به فیروزآباد شهرت یافت. مطابق کتاب «عجائب الأقالیم السبعة» شهر جور از اقلیم چهارم است که ستاره آن خورشید است (Suhrah, 1994). ولی در نزهة القلوب، آن را از اقلیم سوم که ستاره‌اش بهرام می‌شود، شمرده‌اند (Hamdallāh 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 خرد؛ 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 گل، و خندقی بزرگ؛ و آن را چهار در [است]، از جانب مشرق در مهر خوانند و از جانب مغرب در بهرام و از جانب شمال در هرمز و از جانب جنوب در اردشیر» (Jayhānī, 1989, p. 115).

از شرق‌شناسان، کلیفورد ادموند باسورث هم موافق با گزارش جیهانی، بنای شهر 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، دیتیریش 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 دایره‌ای شکل 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 مبتکرانه از خود اردشیر معرفی نمود (Huff, 1986). دیتیریش هوف همچنین به نقد و تشکیک این نظریه می‌پردازد که طرح دایره‌ای شکل اردشیرخوره، برگرفته از شهر دایره‌ای شکل «دارابگرد» باشد. به زعم او، شهر دارابگرد، هرچند که قدیمی‌تر از اردشیرخوره است، ولی در ابتدا یک نقشه مثلی شکل 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 دیتیریش هوف نیز در میان محققان این پروژه قرار داشت. از دیگر بررسی‌های باستان‌شناسانه انجام‌شده بر روی این شهر، می‌توان به پژوهش‌های میدانی مجید منتظرظهوری در سال ۱۳۹۲ اشاره نمود؛ که گاه‌نگاری 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 آمیزه‌ای از روش‌های کتابخانه‌ای، میدانی و محاسباتی است. ابتدا با مطالعه گزارش‌های تاریخی و باستان‌شناسی و مراجعه به عکس‌های هوایی و استفاده از برنامه «گوگل ارث» و حضور در محل، موقعیت دروازه‌های چهارگانه در حصار مدور شهر گور و راستای خیابان‌های آن مشخص می‌شود و محدوده زمانی‌ای برای تاریخ طرح‌اندازی شهر تعیین می‌گردد. آن‌گاه منظر آسمانی شهر گور 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 سمت و طول دایره‌البروجی 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 گور 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

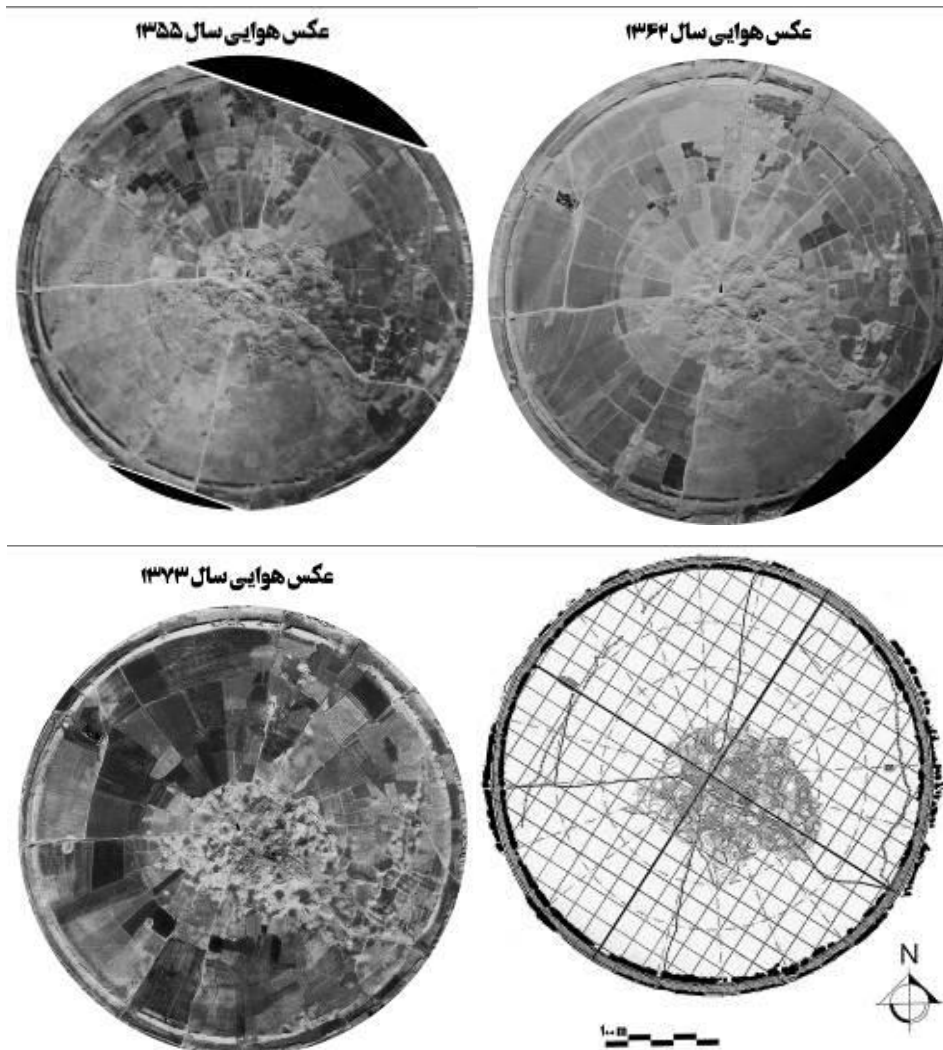
با شبکه آبرسانی شهر داشته است. البته به نظر می‌رسد این انحراف محور نسبت به جهت شمال جغرافیایی، علتی غیر از ادله ارائه شده داشته باشد. چهار خیابان در مرکز شهر به برج‌مناره موسوم به طربال ختم می‌گردند؛ عرض این خیابان‌ها نزدیک به ۱۰ متر بوده و طول هر یک تا دروازه مربوطه نزدیک به یک کیلومتر بوده است. در 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 اسلامی میانی احتمالاً به محور اصلی بازار شهر گور تبدیل گردیده بود. امروزه به خاطر گذشت سالیان 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 به‌وسیله یک دیوار گلی و یک خندق و یک پشته دفاعی خارجی مستحکم شده بود. خندق بین دو دیوار، به عرض ۳۵ متر با عمق تقریبی ۵ متر ایجاد شده بود؛ قطر دیوار داخلی بارو ۷ متر و قطر حصار یا پشته بیرونی 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). دیتیریش هوف در مقاله‌ای درباره جهات محورهای اصلی در نقشه 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 اول باید مشخصاً پیروی از موقعیت نجومی مورد بررسی قرار گیرد، آن‌گاه دلایل علمی را نیز می‌توان مورد توجه قرار داد. محور اصلی شمال شرقی - جنوب غربی دقیقاً در قسمت پست دشت و تقریباً موازی با رودخانه فیروزآباد قرار دارد که این رودخانه خود از وسط دشت می‌گذرد. از آنجایی که 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 خندق گرد شهر و بارو را دور زده و از قسمت جنوبی محور اصلی مجدداً خارج می‌شده است (Huff, 1986) (شکل ۱۴)، (شکل ۱۵) و (شکل ۱۶).

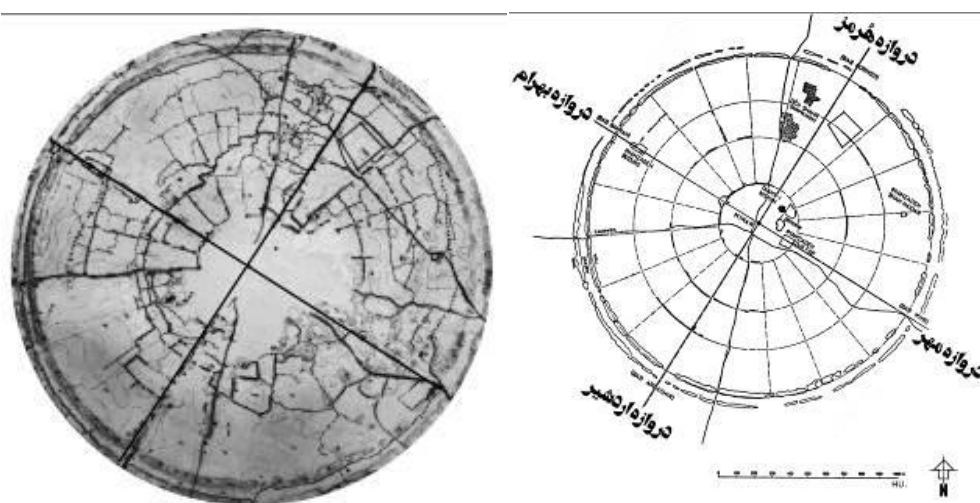
عکس هوایی سال ۱۳۴۳

عکس هوایی سال ۱۳۴۶





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



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



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

۲-۲. نظامِ سویابی در طرح‌اندازی شهرهای ساسانی

سه 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 مهر»، دروازه غربی به نام «دروازه بهرام»، و دروازه شمالی به نام «دروازه هرمز» (هرمز= اورمزد). به عبارتی به نام خورشید و بهرام (مریخ) و هرمزد (مشتري) نام‌گذاری شده‌اند. مقدسی در قرن ۴ هـ.ق عین این نام‌ها را برای چهار دروازه قصبه شهرستان از کوره سابور (شاپور) در فارس آورده است: «شهرستان، قصبه شاپور است. شهر چهار دروازه دارد: دروازه هرمز، دروازه مهر، دروازه بهرام، دروازه شهر. گردش خندقی است، و نهر به دور قصبه می‌گردد که با پُل‌ها از آن می‌گذرند» (Maqdisi, 2006, p. 645).

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

موقعیت «میدان السوق» در مجاورت 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 «میدان السوق» می‌رفته‌اند و به مناسبت جشن نوروزی بازار مکاره‌ای نیز در آنجا تشکیل می‌شد. عضدالدوله 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 هـ.ق از طرح‌اندازی شهر کهن نیشابور با توجه به مطالع و مغارب 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 (تابیدی).» (Hākem Neyshaburi, 1996, p. 199).

بررسی نقشه شهر کهن دارابگرد، 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 آن هنگام خاص از سال، نزد ایرانیان معمول بوده است (Kazemi, 2014).

نظام سوییابی در دوره ساسانی با جغرافیای قدسی آسمانی و سکنی‌گزینی مکان مرتبط بوده است و با یک دستگاه رن ایرانی که محورهای اصلی‌اش هم‌راستا با محل طلوع و غروب خورشید در انقلابین زمستانی و تابستانی بوده، تعریف می‌شده است (Heydari Delgarm, 2017). مطابق متن پهلوی بندهش: «از آن جا که خورشید به روز مهست (درازترین روز = آغاز تابستان) برآید تا به روز که (کوتاهترین روز = آغاز زمستان) برآید، شرق، کشور آرزو است؛ از آن جا که به روز که برآید، تا به روز که بشود (جنوب شرقی تا جنوب غربی)، ناحیه نیمروز، کشور فرددفش و ویددفش است؛ از آن جا که به روز که در شود، تا به روز مهست در شود، غرب، کشور سوه است. از آن جا که به روز مهست برآید، تا به روز مهست در شود (شمال شرقی تا شمال غربی)، ناحیه شمال، کشور وروبرشن، وروجرشن است.» (Farnbagh dādagī, 2001, (p.60 (شکل ۱۷).



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

طبق (شکل ۱۷)، در دایره مرکزی عالم، ایران‌ویج (خونیرس) قرار دارد که گهواره تخمه آریاییان (ایرانیان) است. در آن جا بود که «کیانیان» آفریده شدند. در آن جا بود که دین مزدایی بنیاد یافت و از آن جا بود که در کشورهای دیگر پخش شد و رواج گرفت. آن جاست که واپسین 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 «ییمه» (جمشید) دستور می‌یابد که «ور» را بنا کند. ور، 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

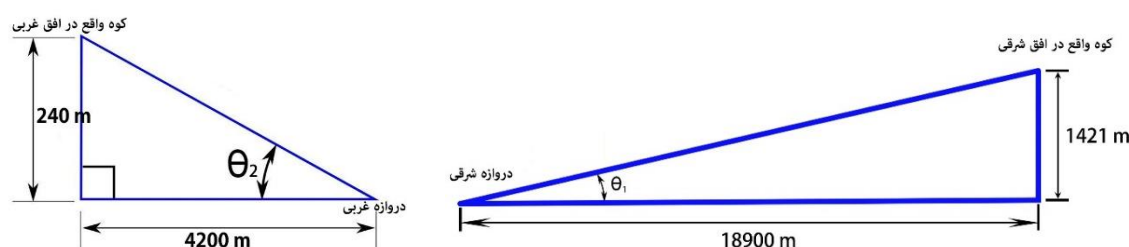
برای تعیین زاویه‌های ارتفاعی رشته‌کوه‌های شرقی و غربی از دید ناظری که در محل دروازه‌های مهر و بهرام ایستاده، از برنامه «گوگل‌ارث» استفاده شده است. به این صورت که ارتفاع کوه (نسبت به دشت) و فاصله افقی آن تا محل دروازه اندازه‌گیری شده است و با استفاده از رابطه تانژانت (رابطه ۳)، زاویه ارتفاعی رشته‌کوه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

و زاویه ارتفاعی رشته کوه 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.

(رابطه ۳) $\tan \theta = \frac{[\text{ارتفاع کوه}]}{[\text{فاصله افقی از محل دروازه تا پای کوه}]}$

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

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



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

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

دروازه شرقی: $28^\circ 50' 54.32'' \text{ N}$, $52^\circ 32' 25.00'' \text{ E}$ - دروازه جنوبی: $28^\circ 50' 44.92'' \text{ N}$, $52^\circ 31' 38.08'' \text{ E}$

دروازه غربی: $28^\circ 51' 25.84'' \text{ N}$, $52^\circ 31' 27.27'' \text{ E}$ - دروازه شمالی: $28^\circ 51' 37.27'' \text{ N}$, $52^\circ 32' 14.97'' \text{ E}$

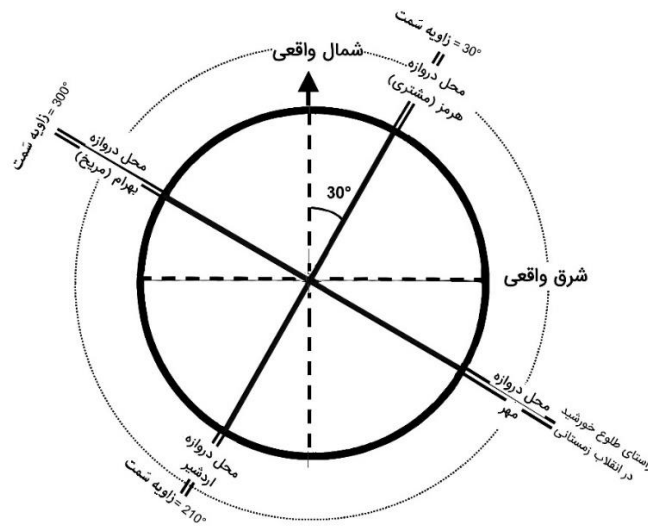
۳. بحث

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

۳-۱. سالیابی شهر گور بر مبنای زوایای سمت

در باور اخترشماران دوره ساسانی، جهت اصلی عالم با سیارات مرتبط بوده است؛ چنان‌که هرمزد به سوی اباختر (شمال) دلالت می‌کرد، بهرام به خوروران (غرب)، تیر به خوراسان (شرق) و آناهید (زهره) به سوی نیم‌روز (جنوب) (Farnbagh, 2001). این باور در دوره اسلامی هم ادامه داشته است، چنان‌که ابوریحان بیرونی در کتاب «التفهیم لاوائل صناعة التنجیم» از قول ابوالعباس نیریزی آورده است: «مشتري 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 زوایای سمتی ۳۰، ۱۲۰ و ۳۰۰ درجه، بر جهات اباختر، خوراسان و

خوروران دلالت می‌کند. محل این دروازه‌ها و راستای محورهای متعامد آن‌ها، توسط دیتیش 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).

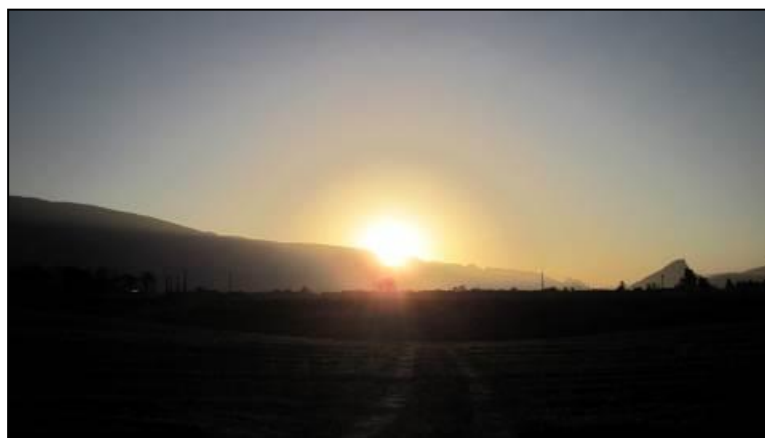


شکل ۱۹: زوایای سمت دروازه‌های چهارگانه شهر ساسانی گور

در نگاه نخست، مشخص است که موقعیت «دروازه مهر» یا دروازه شرقی شهر گور تقریباً هم‌راستا با محل طلوع خورشید در انقلاب زمستانی است. عرض جغرافیایی مکان این دروازه 28.83° شمالی است. اگر میل خورشید در این هنگام از سال (آغاز دی ماه) 23.5° در نظر گرفته شود، مقدار «سعت مشرق» طبق رابطه ۱ برابر با 27° درجه می‌شود.

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

همان‌طور که مشخص است، α نزدیک به 3° درجه با سمت دروازه مهر تفاوت دارد، ولی هنگامی که خورشید از فراز کوهی که در افق شرقی است سر برمی‌آورد -زاویه ارتفاعی رأس کوه از دید ناظری که در محل دروازه مهر ایستاده نزدیک به 4° درجه و 20 دقیقه است- در ساعت $7:20$ صبح اول دی‌ماه، زاویه سمت خورشید با سمت دروازه شرقی یکی می‌شود. نگارندگان در این ساعت، در این محل بوده و این اتفاق را مشاهده کرده‌اند (شکل ۲۰). اثر شکست نور در ارتفاع 4° درجه، حدود 6 دقیقه کمانی است که در محاسبات در نظر گرفته شده است.



شکل ۲۰: طلوع خورشید انقلاب زمستانی از فراز کوه شرقی، از دید ناظر ایستاده در محل دروازه مهر در شهر گور.

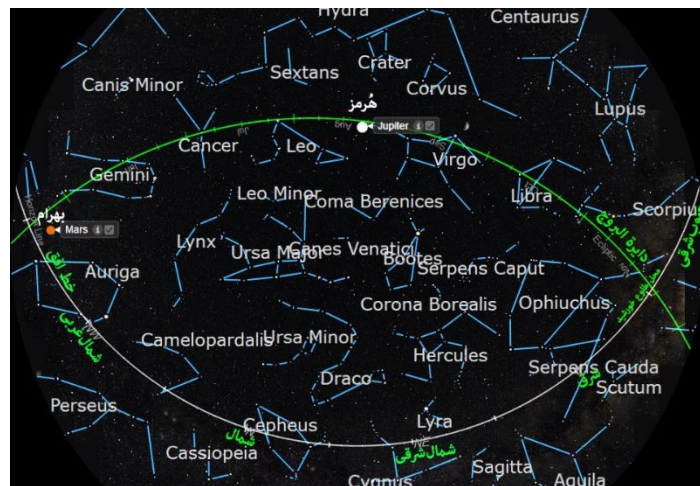
پیش‌تر هم در گزارش‌های تاریخی مربوط به جانمایی دروازه‌ها در باروی مدور شهر جی، هم‌راستا بودن محور دروازه شرقی با محل طلوع خورشید انقلاب زمستانی مورد اشاره و تصریح بوده است؛ گویی که این زمان خاص از سال، برای ایرانیان قدیم دارای تقدسی آیینی بوده است و دانستن آن (برای عامه) با اقتادن پرتوهای خورشید در حال طلوع به داخل دروازه شرقی شهرها ممکن می‌شده است. امروزه این زمان، به عنوان صبحی که از پس شب یلدا می‌دمد، هنوز نمادین است؛ ولی در دوره ساسانی و عهد زرتشتی‌گری باید معنایی فراتر از این می‌داشته. به گفته بیرونی، اول «نوسرد» از ماه‌های سغدی، اول سال نو و نوروز سغدی بوده است -نوسرد = (نو) + (سرد = سال) - (Biruni, 2007). به نظر هاشم رضی، واژه اوستایی «سرد / سَرَد» که در ترکیب نوسرد مفهوم «سال» را افاده می‌کند، خود به معنای «سرد» است و در دوران کهن فرهنگ اوستایی، آغاز سال با شروع فصل سرد و آغاز زمستان بوده است؛ چنان‌که آغاز سال مسیحی در جهان مسیحیت که تحت نفوذ آیین میترایی بوده است، هنوز با آغاز زمستان هماهنگ است. در ایران، شروع سال با آغاز زمستان تا مدت‌هایی پس از آن که به جای انقلاب زمستانی، اعتدال بهاری را برگزیدند. در آغاز زمستان قرار داشت و اهمیت فراوان «خرم‌روز/خوره‌روز» (روز نخست از دی‌ماه/خورماه) و نیز شب اول زمستان (شب یلدا) که در واقع نوروز بوده است به همین جهت است (Razi, 2006).

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

جدول ۱: زوایای سمت سیاره‌های هرمزد و بهرام در روز انقلاب زمستانی سال‌های ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی، پیش از طلوع و پس از غروب خورشید

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

در بازه تاریخی که باستان‌شناسان مدعی هستند شهر «گور» بنا شده است، یعنی بین سال‌های ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی، با فرض این‌که بناکنندگان شهر، از روی قصد محور دروازه شرقی (در متون تاریخی: دروازه مهر) را در راستای محل طلوع خورشید در انقلاب زمستانی اختیار کرده باشند، تنها و تنها در بامداد انقلاب زمستانی سال ۲۲۴ میلادی هست که می‌توان پیش از طلوع خورشید در ساعت ۵ صبح، هرمز و بهرام را به ترتیب (با اختلاف دو-سه درجه) هم‌راستا با محور دروازه‌ها و خیابان‌های شمالی جنوبی و شرقی غربی شهر گور دید (شکل ۲۱). هرمز و بهرام، هر دو بالای افق هستند و زوایای سمت آن‌ها به ترتیب ۲۱۲ و ۲۹۷ درجه است؛ در باقی ایام، یا زوایای سمت متفاوتی دارند و یا کلاً زیر افق قرار می‌گیرند. در این روز، اگرچه که سیاره هرمزد در وبال خود در برج خوشه و ضعیف‌حال است؛ ولی کیوان (زحل) که در «تنجیم»، کوکب بنای شهرها و دیرپایی و آبادانی آن‌هاست (Kazemi et al., 2022)، در خانه خود در برج جدی 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 بامداد انقلاب زمستانی سال ۲۲۴ میلادی است که سیاره‌های هرمز و بهرام با محور دروازه‌ها و خیابان‌های شمالی جنوبی و شرقی غربی شهر گور هم‌سو می‌گردد.

۳-۲. سال‌یابی شهر گور بر مبنای طول دایره البروجی

در حدود سال‌های آغاز سلطنت اردشیر بابکان، فروردین‌ماه عرفی که آغاز سال نو و نوروز رسمی به شمار می‌آمد، با آذرماه بهیژکی (وهیژکی) مقارن شده بود (Abdullahi, 2008) (جدول ۲).

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

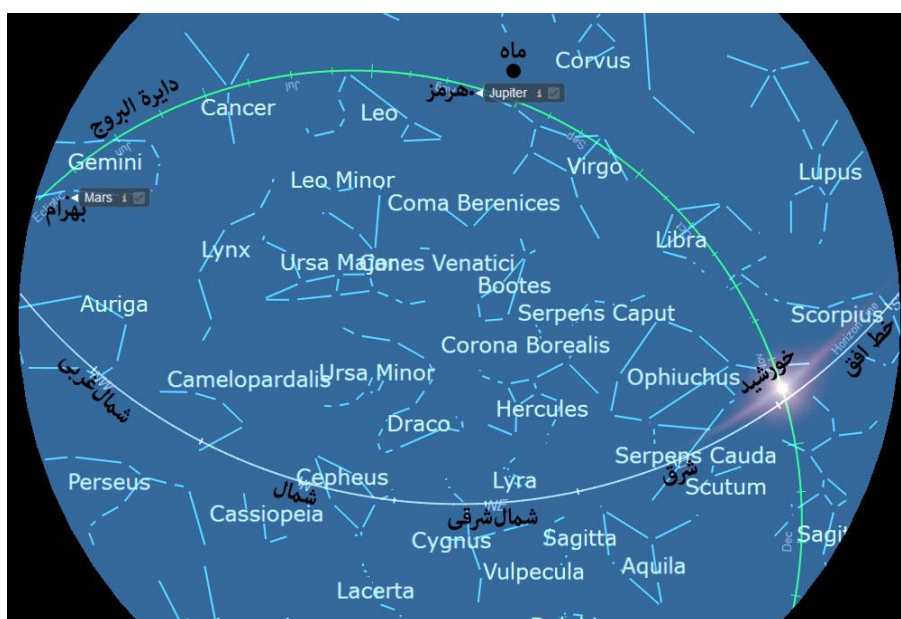
دوره پنجم از ۱۰۲ تا ۲۲۱ م		آخرین سال دوره پنجم ۲۲۱ م		دوره ششم از ۲۲۲ تا ۳۴۱ م		آخرین سال دوره ششم ۳۴۱ م	
عرفی	وهیژکی	عرفی	وهیژکی	عرفی	وهیژکی	عرفی	وهیژکی
فروردین	مرداد	فروردین	مرداد	فروردین	مرداد	فروردین	مرداد
اردیبهشت	شهریور	اردیبهشت	شهریور	اردیبهشت	شهریور	اردیبهشت	شهریور
خرداد	مهر	خرداد	مهر	خرداد	مهر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

طول سال در قدیمی‌ترین گاه‌شماری زرتشتی، ۳۶۵ روز بوده است. از آن‌جا که طول یک سال خورشیدی، حدود ۶ ساعت از طول یک سال 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 کیبسه یک‌ماهه اجرا می‌کردند و سال ۱۳ ماهی را سال بهیژی (وهیژی) می‌گفتند. این شیوه، با آن‌که با فرمان شاهنشاه و تشکیل انجمن موبدان و اخترماران صورت می‌گرفت، ولی مورد موافقت عامه جامعه زرتشتی قرار نگرفت. واژه بهیژی که در کنار برخی از تاریخ‌های کتب پهلوی مضبوط است، وجه‌تمايز میان دو گاه‌شماری عرفی و مکبوس را نشان می‌دهد (Abdullahi, 2008).

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

موضوع فوق، این فکر را به ذهن متبادر می‌کند که چه بسا جانمایی دروازه‌های شهر گور بر اساس «طول دایره البروجی» کواکب انجام شده باشد و تاریخ نوروز عرفی در آن ایام را در خود مستور داشته باشد؛ نوروزی که بزرگترین جشن پارسیان 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).

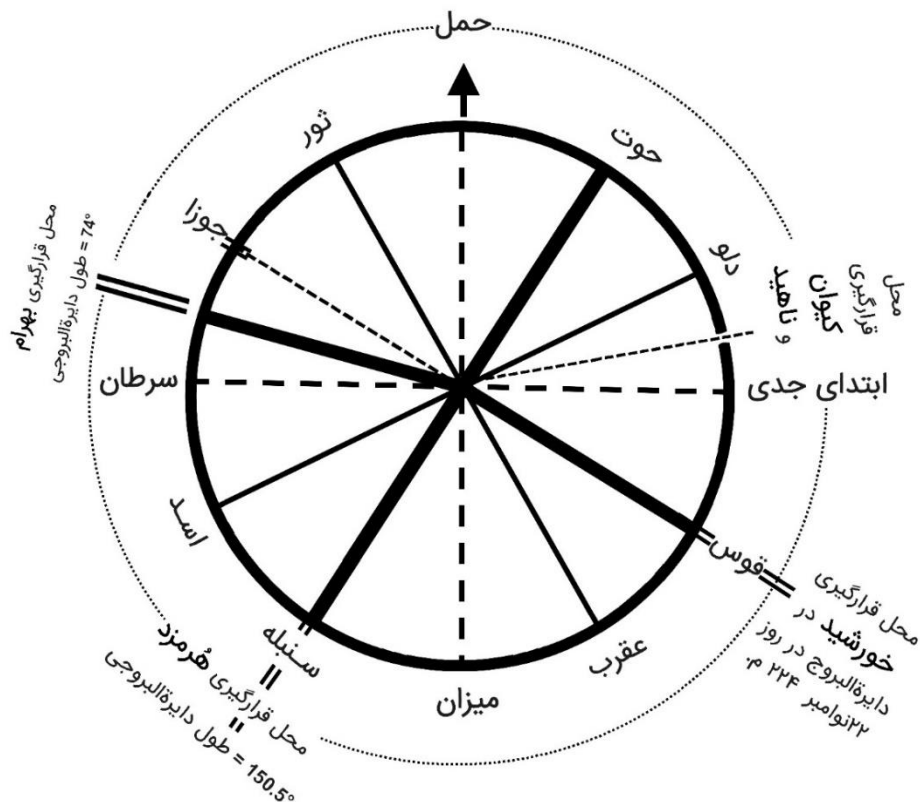
مطابق شبیه‌سازی آسمان در نرم‌افزار استاری‌نایت، در صبح‌گاه ۲۲ نوامبر سال ۲۲۴ میلادی (اول آذرماه بهیژی = اول فروردین ماه عرفی)، کمی پیش از برآمدن خورشید از فراز رشته‌کوه شرقی در ساعت ۶:۵۰ (شش و پنجاه دقیقه) صبح، سیاره‌های هرمزد و بهرام هر دو بالای افق به ترتیب با زاویه‌های ارتفاعی ۷۱ و ۱۱ درجه تقریباً هم‌راستا با محور خیابان‌های شمالی- جنوبی و شرقی- غربی قرار داشته و قابل رؤیت‌اند. در این هنگام، زاویه سمت خورشید، ۱۱۵ درجه؛ زاویه سمت هرمزد، ۲۱۲ درجه؛ و زاویه سمت بهرام، ۲۹۲ درجه است. قدر ظاهری هرمزد، ۲/۱- (منفی دو و یک‌دهم) و قدر ظاهری بهرام، ۱/۴۲- (منفی 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 منطقه البروج است که در وقت انجام کاری، در افق شرقی واقع می‌شود - جدی می‌شود، طول دایره البروجی خورشید (مهر) به ۲۴۰ درجه و ۲۶ دقیقه رسیده است که می‌شود اوایل بُرج نیمسب (قوس)؛ در این هنگام طول دایره البروجی سیاره هرمزد به ۱۵۰ درجه و ۳۲ دقیقه می‌رسد که می‌شود اوایل بُرج خوشه (سنبله)؛ و طول دایره البروجی 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 دایره البروجی ۱۵۷ درجه و ۵۸ دقیقه، بالای افق جنوب غربی در مقارنه با سیاره هرمزد است. طول دایره البروجی سیاره کیوان، ۲۸۳ درجه و ۱۲ دقیقه است که تقریباً می‌شود نیمه بُرج جدی. سیاره ناهید هم با طول دایره البروجی 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 جدی) قرار دارد و خداوند طالع است؛ و هم به دلیل مقارنه با ناهید، و قرارگیری در وتد طالع، سعدترین حالت را دارد. هُرمزد هم به فاصله چهار بُرج، نظر تثلیث و مساعد با طالع دارد. طالع، جدی است که بُرج خاکی (ارضی) است و ماه (قمر) هم که در مقارنه با هرمزد، مسعود است، از بُرج خاکی خوشه (سنبله) با نظر سعد به طالع پیوسته است^۱.

بر این پایه، اگر مبنای جانمایی دروازه‌های شهر گور، طول دایره البروجی کواکب باشد، محل خورشید و هُرمزد برای محور خیابان‌های شمالی جنوبی و شرقی شهر گور، تأمین دلیل می‌کند. آن چه که از بررسی‌های تنجیمی برآورد می‌شود این است که سال ساخت دقیقاً در سال ۲۲۴ میلادی تثبیت می‌گردد؛ اما چون محور خیابان غربی و دروازه آن، تقریباً به اندازه ۱۵ درجه با محل سیاره بهرام فاصله دارد، ممکن است تصمیم‌گیری برای ساخت در نوروز عُرفی انجام شده باشد که آن هنگام جایگاه سیارات در محل تقریباً درست بوده است، ولی طرح‌اندازی شهر با فاصله یک‌ماهه در انقلاب زمستانی همان سال انجام گرفته باشد (شکل ۲۳).



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

۳-۳. جمع‌بندی بحث

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که با کاربرد شیوه سال‌یابی نجومی امکان قدمت‌یابی و مشخص‌نمودن تاریخ بنای شهر گور 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 هم‌راستا با زاویه‌های سمتی خورشید، بهرام و هرمزد در سپیده‌دم و طلوع آفتاب ابتدای بُرج بُزمای (جَدی) (روز انقلاب زمستانی) سال ۲۲۴ میلادی است؛ و طرح دایره‌ای‌شکل شهر را به مثابه زایچه‌ای می‌نماید که تاریخ بنای شهر در آن مستتر است. این مدل پیکربندی ستاره‌ای فقط در این تاریخ خاص اتفاق می‌افتد و با تاریخ به دست آمده از متون ادبی و پژوهش‌های باستان‌شناختی که زمان بنای شهر را پس از پیروزی نهایی اردشیر بر اردوان عنوان می‌کردند منطبق شده و بر آن صحنه می‌گذارد.

به استناد بندهشن، رون‌ها یا جهت‌گیری‌های اصلی در استقرارهای مکانی در عهد ساسانی، موافق با مطالع و مغارب خورشید در انقلابین زمستانی و تابستانی بوده است. طبق گزارش‌های تاریخی، محور دروازه شرقی شهر جی (اصفهان قدیم) نیز هم‌راستای 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 عُرَفی زرتشتی (بدون کبیسه) و بهیژی (مکبوس) نشان می‌دهد که در آغاز کار ساسانیان، نوروز و فروردین ماه عُرَفی که آغاز سال نوی رسمی در مملکت بود، نزدیک به یک ماه قبل از انقلاب زمستانی (در اوایل آذرماه بهیژی) می‌افتاد. باستان‌سنجی خیابان شرقی گور، این خیابان را محور بازار معرفی می‌کند؛ لذا می‌توان به قرینه شهر جی، مکان نوروزگاه (خورین) در شهر گور را در مجاورت همین دروازه پیشنهاد داد. بررسی نرم‌افزاری طول دایره‌البروجی خورشید، هرمزد و بهرام نشان می‌دهد که در ابتدای آذرماه بهیژی (۲۲ نوامبر) سال ۲۲۴ میلادی، طول دایره‌البروجی خورشید (مهر) و هرمزد در تناسب با محور خیابان‌های شرقی و شمالی جنوبی شهر گور است و محور خیابان غربی و دروازه بهرام نیز با اختلاف ۱۵ درجه‌ای با موقعیت سیاره بهرام در دایره‌البروج مرتبط می‌گردد.

از این منظر، چرایی انحراف محور خیابان شمالی جنوبی شهر گور نسبت به راستای شمال- جنوب واقعی که از سوی برخی پژوهشگران، «تسهیل عملیات آبرسانی در شهر» عنوان شده بود، در چارچوب نظریه نوینی که جانمایی دروازه‌های شهر را بر مبنای زوایای سمت و طول دایره‌البروجی سیارات مدنظر داشته، قابل بازنگری است.

۴. 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» به عنوان یک نمونه موردی با این روش مورد سال‌یابی قرار گرفته است. پیش‌تر، گزارش‌های تاریخی و باستان‌شناسانه زمان ساخت این شهر را در بازه‌ای بیست ساله بین ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلادی مشخص کرده بود؛ اما دستور این مقاله آن است که با به‌کاربردن روش سال‌یابی نجومی، سال ساخت کاملاً مشخص شده و داده‌های رصدی و تنجیمی، بازه ساخت را منحصر به محدوده یک‌ماهه پایان پاییز 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 اردوان اشکانی است. نگارندگان بر این تاریخ تأکید دارند؛ با این وجود اگر ملاحظات تنجیمی هم مدنظر باشد، زمان ساخت شهر نهایتاً به یک‌ماه پیش از انقلاب زمستانی سال ۲۲۴ م، در آغاز آذرماه بهیژی (۲۲ نوامبر) خواهد رسید. در مجموع، پیکربندی سیاره‌ای/ ستاره‌ای یادشده، هم به لحاظ زوایای سمت و هم طول 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 طرح‌اندازی شهر گور که در این مقاله تشریح و معرفی گردید، به عنوان یک نظریه جدید در ارتباط با شیوه شهرسازی ساسانیان، در دیگر شهرهای چهار دروازه ایرانی در آن عهد (و نیز در سده‌های نخست 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 مشاوره 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 شروط اختیارات و احکام نجومی مرتبط با بنای عمارات و شهرها، نک: (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). Arch/Eology 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). Bundahīšn. 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: Āgah. [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]
- Labbaḥ-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 ma'rifat 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). Si'at-e Mashriq [Ortive Amplitude]. In Ġ. Ḥaddād 'Ādil, & M. Mīrsalīm (Eds.), *Dānišnāma-i ġabān-i islām [Encyclopedia of the World of Islam]* (pp. 510-512). Tehran: Bunyād-i Dā'irat al-Ma'ārif 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.
- Suhrah. (1994). 'Aḡā'ib al-aqālīm al-sab'a. 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., Schaukowsch, 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، عزالدین علی بن محمد. (۱۳۷۱). تاریخ کامل بزرگ اسلام و ایران. مترجم: ابوالقاسم حالت. تهران: انتشارات علمی.

ابن رسته، احمد بن عمر. (۱۳۶۵). الاعلاق النفیسه. ترجمه: حسین قره‌چانلو. تهران: امیرکبیر.

باسورث، کلیفورد ادموند. (۱۳۹۶). اردشیرخوره. 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، پدram. (۱۳۹۵). آبریزگان و آذرچشن: انقلابین و تقویم دوره ساسانی. پژوهش‌های ایران‌شناسی، سال ۶، شماره ۱: ۳۵-۵۳.

جیهانی، ابوالقاسم احمد. (۱۳۶۸). اشکال العالم. مترجم: کاتب علی بن عبدالسلام. تصحیح و توضیح: فیروز منصوری. تهران: شرکت به‌نشر، انتشارات آستان قدس رضوی.

حاکم‌نیشابوری، ابوعبدالله. (۱۳۷۵). تاریخ نیشابور. ترجمه: محمدین حسین خلیفه نیشابوری. به تصحیح: محمدرضا شفیعی کدکنی. تهران: آگه.

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: ۱۷۱-۱۴۹.

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 الاقالیم السبعة إلى نهاية 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: ۷۸-۶۷.

عبداللهی، رضا. (۱۳۸۷). تاریخ تاریخ در ایران (گاه‌شماری‌های ایرانی). تهران: امیرکبیر. عدالتی، تقی و فرخی، حسن. (۱۳۸۰). اصول و مبانی جغرافیای ریاضی (زمین در فضا). مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.

فرنیغ دادگی. (۱۳۸۰). بدهش. ترجمه مهرداد بهار. تهران: توس. قیطرانی، ولی. (۱۳۸۴). نجوم به روایت بیرونی [تلخیص و بازنویسی کتاب التفهیم لاوائل صناعة التنجیم اثر ابوریحان بیرونی]. تهران: اهل قلم.

کاظمی، یاغش؛ کیانی‌ده‌کیانی، غلامرضا و صفایی، ایرج. (۱۴۰۱). بازخوانی ملاحظات نجومی در طرح‌اندازی میدان نقش جهان اصفهان. نشریه علمی معماری اقلیم گرم و خشک، سال ۱۰، شماره ۱۵: ۳۲-۱. کربن، هنری. (۱۳۸۳). ارض ملکوت و کالبد انسان در روز رستاخیز؛ از ایران مزدایی تا ایران شیعی. ترجمه: سیدضیاءالدین دهشیری. تهران: طهوری.

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

گاوبه، هاینس. (۱۳۶۵). شهر اصفهان. ترجمه: افسر کرامت‌الله. در: کیانی، محمد یوسف (به‌کوشش). نظری اجمالی به شهرنشینی و شهرسازی در ایران (صص. ۲۸۴-۳۰۱). تهران: ارشاد اسلامی با همکاری هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران (هما). گاوبه، هاینس. (۱۳۸۶). ساختار شهر بخارا در سده چهارم به روایت متون عربی و پارسی. ترجمه: سید عمادالدین خضرائی. گلستان هنر، ۳ (۱): ۹۶-۹۳.

گرستر، جرج. (۱۳۶۵). سیمای شهرهای ایران از دریچه هما. در: کیانی، محمد یوسف (به‌کوشش). 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، مفضل بن سعد. (۱۳۸۵). محاسن اصفهان. ترجمه: حسین بن محمد آوی. به کوشش: عباس اقبال آشتیانی. اصفهان: سازمان فرهنگی-تفریحی شهرداری اصفهان.

مشکور، محمدجواد (مصحح). (۱۳۳۹). کارنامه اردشیر بابکان. تهران: کتابفروشی و چاپخانه دانش. مقدسی، محمدبن احمد. (۱۳۸۵). احسن التقاسیم 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). اردشیرخوره نخستین پایتخت ساسانیان (شکل‌گیری، توسعه، فضاهای شهری و بناهای تاریخی). تهران: انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران. موسوی، راضیه سادات. (۱۳۹۶). سعت مشرق. در: غلامعلی حدادعادل و مصطفی میرسلیم. دانشنامه جهان اسلام (ج. ۲۳) (صص

- ۵۱۲-۵۱۰). تهران: بنیاد دایرةالمعارف اسلامی.
- نبئی، ابوالفضل. (۱۳۷۱). هدایت طلبان به دانش اسطرلاب؛ آشنایی با اسطرلاب و روش کاربرد آن. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.
- هوف، دیتريش. (۱۳۶۵). شهرهای ساسانی. ترجمه: محمد رحيم صراف. در: محمد يوسف کيانی (به کوشش). نظری/جمالی به شهرنشینی و شهرسازی در ایران (صص ۱۷۶-۲۰۴). تهران: ارشاد اسلامی با همکاری هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران (هما).
- هوف، دیتريش. (۱۳۶۶). فیروزآباد. ترجمه: کرامت‌الله افسر. در: محمد يوسف کيانی (به کوشش). شهرهای ایران ج ۲. (صص. ۷۵-۱۱۷). تهران: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.