فصلنامه علمی مرمت و معماری ایران
سال یازدهم، شماره بیست و ششم، تابستان ۱۴۰۰

نوع مقاله: پژوهشی
دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴
پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۶
صفحات: ۷۸-۶۷
10.29252/mmi.1730.13990716

نقدی بر نظریه تعیین ابتدای فصل‌ها در آتشکده نیاسر

ایرج صفایی*

چکیده

چارتاقی‌ها، سازه‌هایی کهن از دوره ایران باستان هستند. گرچه نمی‌توان به صراحت گفت، ولی بسیاری بر این باور هستند که این سازه‌ها، بناهای آئینی قبل از اسلام در ایران بوده‌اند. آتشکده نیاسر، یکی از سالم‌ترین نمونه‌های بازمانده در ارتفاعات نیاسر کاشان است. رضا مرادی غیاث‌آبادی، پژوهشگر آزاد، بررسی مفصلی بر روی چارتاقی‌های ایران از جمله آتشکده نیاسر انجام داده و معتقد است زاویه قرارگیری و تناسبات سازه آتشکده نیاسر طوری است که طلوع خورشید در روز نخست هر فصل بر محورهای خاصی از بنا انطباق داشته و از این‌رو، قابلیت تعیین آغاز فصل‌ها را دارد. ایشان نظریه خود را در دو کتاب "بناهای تقویمی و نجومی ایران (رصدخانه‌های ایران)" و "چارتاقی‌ها" در مورد آتشکده نیاسر مطرح کرده است. در این مقاله با توجه به محاسبات، اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات میدانی و همچنین تعریف پارامتر سعت مشرق، نشان می‌دهیم که امتداد طلوع خورشید در آغاز هیچ‌کدام از فصل‌ها بر محورهای بنا منطبق نمی‌شود؛ زیرا در اعتدالین، یعنی روز نخست فصل بهار و پاییز، خورشید از هیچ زاویه خاصی طلوع نمی‌کند. همچنین، نظریه ارائه‌شده در انقلاب تابستانی؛ یعنی روز نخست فصل تابستان و انقلاب زمستانی؛ یعنی نخستین روز زمستان نیز دقت لازم را ندارد.

در روز اول بهار و روز اول پاییز، خورشید دقیقاً از شرق طلوع می‌کند که با هیچ‌یک از محورهای ساختمان مطابقت ندارد. به اختلاف سمت نقطه طلوع آفتاب در هر روز از سال نسبت به شرق، سعت مشرق گفته می‌شود. گستره زاویه‌ای سعت مشرق، به عرض جغرافیایی ناظر و همچنین زاویه میل خورشید در هر روز از سال بستگی دارد. عرض جغرافیایی آتشکده نیاسر حدود ۳۴ درجه است. پس، بیشینه سعت مشرق حدود ۲۹ درجه است. یعنی در اولین روز تابستان، خورشید از سمت حدود ۶۱ درجه و در روز اول زمستان از سمت حدود ۱۱۹ درجه طلوع می‌کند. تغییرات زاویه میل خورشید در روزهای قبل و بعد از انقلابین بسیار کم هستند. بنابراین، اندازه‌گیری تغییرات سعت مشرق در این روزها باید بسیار دقیق باشد. اما قرارگیری ستون‌های آتشکده نیاسر این دقت را ندارد. یعنی برای حدود یک ماه، به نظر می‌رسد خورشید تقریباً از یک نقطه طلوع می‌کند. بنابراین ما نمی‌توانیم از آتشکده نیاسر برای مشخص کردن روز اول تابستان و روز اول زمستان استفاده کنیم.

کلیدواژه‌ها: چارتاقی، آتشکده، نجوم، سعت مشرق

* کارشناس ارشد اخترفیزیک، مسئول رصدخانه دانشگاه کاشان. isafaei@kashanu.ac.ir

مقدمه

آتشکده نیاسر، بنایی باستانی از اواخر دوره اشکانی یا اوایل دوره ساسانی است. این آتشکده در بالای کوهی مشرف به شهر کوچک نیاسر کاشان قرار دارد. در سال ۱۳۱۷ به شماره ۳۱۶ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. این بنا در نقطه‌ای با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۸ دقیقه و ۱۷ ثانیه شمالی (33:58:17) و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه و ۳۱ دقیقه شرقی (51:08:31) و در ارتفاع حدود ۱۷۱۶ متر از سطح دریا قرار دارد. دقت اندازه‌گیری ارتفاع ۵ متر است. اندازه‌گیری مختصات، توسط نگارنده و با استفاده از دستگاه گیرنده GPS انجام شده است. این بنا با قاعده تقریباً مربع، با اضلاع حدود ۱۱ متر و ارتفاع حدود ۱۰ متر ساخته شده است. چهار ستون L شکل در اطراف بنا چهار دهانه را ایجاد کرده و در بالای هر دهانه، یک تاق با قوس بیضی، ساختار تقریباً مربع را در بالای بنا شکل داده است. چهار فیلپوش، مربع بالای بنا را به هشت ضلعی، آنگاه تقریباً دایره تبدیل کرده است؛ چنانکه در عکس‌های منتشرشده در کتاب "آثار ایران" مشخص است (گدار و دیگران، ۱۳۸۷: ۱۵۶)، این سازه احتمالاً دارای گنبد بیضوی بوده که پس از تخریب با روش جناقی، سقف آن بازسازی شده است. بعدها که سقف بنا دوباره فرو ریخته است، در سال ۱۳۳۴ باز هم با روش جناقی بازسازی کرده‌اند. تا کنون چندین بار مرمت جزئی شده که آخرین بار در سال ۱۳۹۴ بوده است. بنا بر گفته کارکنان شهرداری نیاسر، در سال ۱۳۷۸ محوطه تاریخی اطراف آتشکده با بلدوزر تمیز شده و آثار احتمالی در اطراف بنا از بین رفته‌اند. ساکنان محلی می‌گویند در نزدیک بنا تنوره‌ای وجود داشته که تخریب شده است. همچنین گفته شده که آتشدانی از جنس سنگ خاکستری به ارتفاع یک تا یک و نیم متر در مرکز آن بوده است. کف‌سازی و سنگ‌فرش اطراف، همچنین مرمت غیردقیق سکوهای دور ستون‌ها موجب شده تا ساختار قبلی آنها از چشم‌ها پنهان بماند.

نظریه‌ای از طرف آقای رضا مرادی غیاث‌آبادی مطرح شده بود که طلوع خورشید از بین ستون‌های آتشکده نیاسر قابلیت تعیین ابتدای فصل‌ها را دارد. پرسش اصلی این بود که آیا این نظریه درست است یا خیر؟ بنابراین هدف اصلی این مقاله، بررسی دقت این نظریه از نظر نجومی بوده است.

پیشینه پژوهش

در کتاب "تاریخ کاشان"، کلانتر ضرابی، نوشتاری را از کتاب تاریخ قم برگرفته چنین می‌نویسد؛ «و در تاریخ قم بوصفی دیگر در وجه تسمیه نیاسر و بنا و بنیاد آنجا ناطق است که اردشیر پادشاه عجم بعد از فتح اصفهان بر سر این چشمه آمد. محلی رفیع خوش آب و هوا یافت. گفت همانا سه روز عشرت کنیم، چه این محلی است با روح و فضا و از وفور گل و لاله و ریاحین "نگارخانه چین است و نقش ارتنگی". بزمی ملوکانه آراستند. افریدون که سردار لشکر اردشیر بود چنین گفت که گل و ریاحین بزم شراب اهل رزم، سرهای شجاعان است. گویند سیصد سر از ابطال و شجاعان اصفهان همراه داشت، حاضر ساختند. گویا باین زبان و نعت بیان نمود که "هرایند خرن افرنیان سر" و بدین جهت به نیان سر موسوم شد و از کثرت استعمال نیاسر میگویند، زیرا که "نی" بزبان فارسیان عجم بمعنی شجاع است و "نیان" جمع "نی" است و "افر" کلمه رابطه است که بزبان فرس "بر" میگویند و "هرایند" یعنی آرایند و "خرن" بمعنی مجلس است. ترجمه این جمله آنکه بیارایند مجلس ما را بسر شجاعان. خلاصه بعد از سه روز فرمان داد تا برفراز آن کوه همان باغ و تالار را بنا کردند و در اطراف و نشیب آن دیهی بزرگ بنا نمودند و در سمت غربی چشمه اسکندریه نیاسر چهارطاقی آتشکده‌ای از سنگ تراش بنا نهادند و چهاردہ زرع در چهاردہ زرع که بالفعل بدون خرابی و درست برپا و معروف است به آتشکده نیاسر» (کلانتر ضرابی، ۱۳۷۸: ۸۸ و ۸۹). همچنین در جای دیگر کتاب، یکی از کوه‌های نیاسر با نام "کوه تالار" را نام می‌برد که همان کوهی است که آتشکده نیاسر بر آن ساخته شده است (همان: ۴۳).

در بخش آغازین از جلد نخست کتاب "آثار ایران" که مربوط به آذرکده‌ها است، گدار و دیگران درباره آتشکده نیاسر نوشته‌اند؛ «بنای مورد بحث در اواخر ۱۹۳۷ توسط آندره-پ-هاردی آرشیتکت میسیون باستان‌شناسی موزه لوور که در آن زمان در تپه سیالک بین شهر کنونی کاشان و باغ فین- کار می‌کرد، نقشه‌برداری و عکس‌برداری شده است. از او به سبب آنکه اجازه داده نتیجه مطالعاتش را در اینجا منتشر کنم سپاسگزارم. این آتشگاه نیز یک علامت بوده و در جاده مالرویی که از دلیجان به کاشان می‌رود، در محلی که از کاشان قابل رؤیت است یعنی لااقل در فاصله حدود سی کیلومتر -به خط مستقیم- از کاشان واقع شده است. از این چهارطاق چیز دیگری، سوای گنبد کوچکی که در چند قدمی آنجا قرار گرفته و قسمت اعظم آن ویران شده باقی نمانده است. نحوه ساخت و تاریخ بنای این گنبد با بنای گنبد چهارطاق یکسان و هم‌زمان است. این گنبد کوچک در جوار چشمه‌ای قرار دارد که وجود آن خود یکی دیگر از دلایل انتخاب محل برای آتشگاه است. در واقع این امر که آب به‌طور عموم در نزدیکی آتشگاه‌ها وجود داشته -و ما قبلاً

آن را خاطرنشان کردیم- مسئله قابل‌توجهی است» (گدار و دیگران، ۱۳۸۷: ۴۷). در کتاب "آثار ایران" همچنین متن، نقشه‌ها و عکس‌های آندره-پ-هاردی درباره آتشکده نیاسر تحت عنوان "بنای نیسر" به شرح زیر آورده شده‌اند. «بنای نیسر، نمونه کامل گنبد ساسانی است که بر زیربنایی مربع نهاده شده است. حالت بزرگی و عظمتی که در این چهارطاق به چشم می‌خورد، از تعامل عناصر متشکله و توازن و هماهنگی ترکیب بنا نشأت می‌گیرد» (همان: ۱۵۲).

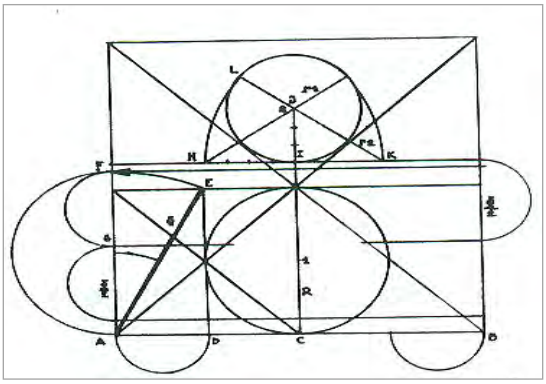
تحلیل بنا از نقطه نظر زیباشناسی

«حجم کلی بنا، مکعبی با تقسیمات موزون و هماهنگ است. دهانهٔ طاق یک در، مرکز مربع را اشغال کرده است. اگر خط AE را بر AF منطبق کنیم (تصویر ۱)، بستر تحتانی اسپری را که گنبد بر آن قرار داشته به‌دست می‌آوریم. این گنبد، به شهادت آنچه از آن باقی مانده و با توجه به قوس آن، به گنبد فیروزآباد شبیه است. کاربرد مصنف الزاویه AE در مربعی با ضلع AC=2R پایه و اساس تناسب و توازن بنا است؛ چرا که این امر ما را در دست‌یابی به تناسب "ربانی" و "رقم زرین" رهنمون می‌شود. مقیاسی که رعایت شده، مقیاس $\emptyset$ فی $\frac{\emptyset}{2}$ یا است. در واقع، بستر فوقانی اسپر بنا در $\frac{\emptyset}{2}$ نقطه C -نقطه‌ای که فاصله آن تا کف طاقی‌ها و اسپر یکسان و برابر است- قرار دارد» (همان).

چگونگی ساخت بنا

«این بنا بر صخره نهاده شده است. مصالح ساختمانی به‌کاررفته عبارت هستند از قلوه‌سنگ‌هایی که ابتدا به صورت درهم با ملاطی از گچ چیده شده، سپس به نسبتی که کار احداث بنا پیش رفته، سنگ‌ها دست‌چین شده و سرانجام در قسمت بالای طاقی‌ها آنها را تراشیده و شکل داده‌اند. در اینجا است که استفاده از سنگ‌های تراشیده به شکل آجر به چشم می‌خورد؛ تراش و برشی مبتکرانه که به کمک آن توانسته‌اند خرطومی‌ها و گوشه‌بندی‌ها را که گنبد بر آنها استوار شده بسازند. اولین چینه‌های گنبد باز هم از سنگ‌های مکعب هستند، سپس مخلوطی از گچ و سنگ‌ریزه که باعث سبکی وزن گنبد شده، به‌کار گرفته شده است. این سبکی به کمک چهار دهانهٔ مستطیلی‌شکل و هشت روزن باز هم بیشتر شده است. بنا را اندودی از گچ پوشانده و گچ‌بری‌های ظریفی داشته که هنوز زیر طاق‌بندی درها مشهود هستند. طاقچه کوچکی ظاهراً متعلق به دوره اسلامی و جای جای اندود کاه‌گل مشاهده می‌شود. بنا بر آنچه گذشت، این بنا مؤید ذوق و سلیقه ساسانیان در ارائه تناسب‌های موزون و هم‌آهنگ و به‌کارگیری علم هندسه در جهت استقرار خطوط ساختمان‌ها می‌باشد» (گدار و دیگران، ۱۳۸۷: ۱۵۶-۱۵۲).

در تصویر ۲، پلان بنا را می‌توانید مشاهده کنید. اندازه‌گیری و ترسیم پلان، توسط نگارنده انجام گرفته است. اندازه‌گیری‌ها با دقت حدود دو سانتی‌متر و زاویه‌ها با دقت دست کم یک درجه اندازه‌گیری و در نقشه نشان داده شده‌اند. همان‌گونه که در تصویر ۲ می‌بینید، ضلع شرقی بنا، زاویه‌ای در حدود ۱۱ درجه با امتداد شمال و جنوب می‌سازد. از آنجا که ضلع جنوبی کوچک‌تر از ضلع شمالی است، انحراف راستای ضلع غربی نسبت به ضلع شرقی بدیهی بوده و در شکل مشخص است. عرض پایه‌ها و دهانه‌ها اندکی با یکدیگر تفاوت دارد که در نقشه می‌توان اندازه هر یک را مشاهده نمود. با توجه به اینکه سکوهای دورِ سازه همراه با مرمت تغییراتی داده شده، عرض سکوها متفاوت است. گرچه این تفاوت‌ها در نقشه مشخص است، اما به دلیل نداشتن اصالت، اندازه آنها نوشته نشده است. عرض سکوها از ۳۶ تا ۶۰ سانتی‌متر متغیر است؛ بنابراین، فقط اندازه‌های خود بنا نوشته شده است. این بنا در طول قرن‌ها دستخوش تغییراتی شده است و بنا بر شواهدی، نگارنده احتمال می‌دهد برخی از مصالح آن در ساختمان‌های نزدیک آتشکده به‌کار برده شده باشند. اما ستون‌ها همواره پابرجا بوده و زاویه قرارگیری ضلع‌ها نسبت به هم تغییری نکرده است. اختلاف حدود ۱۵ سانتی‌متر در طول ضلع‌های شمالی و جنوبی در آتشکده نیاسر موجب شده تا راستای ضلع‌های شرقی و غربی، حدود دو درجه نسبت به همدیگر انحراف داشته باشند. در کل اندازه‌ها چندان دقیق نیستند. بنابراین، رصدخانه نامیدن چنین بنایی، شایسته دانش نجوم ایران باستان نیست؛ چرا که در دوره‌های اشکانی و ساسانی، دانش نجوم در ایران پیشرفت بسیاری داشته و یکی از نتایج



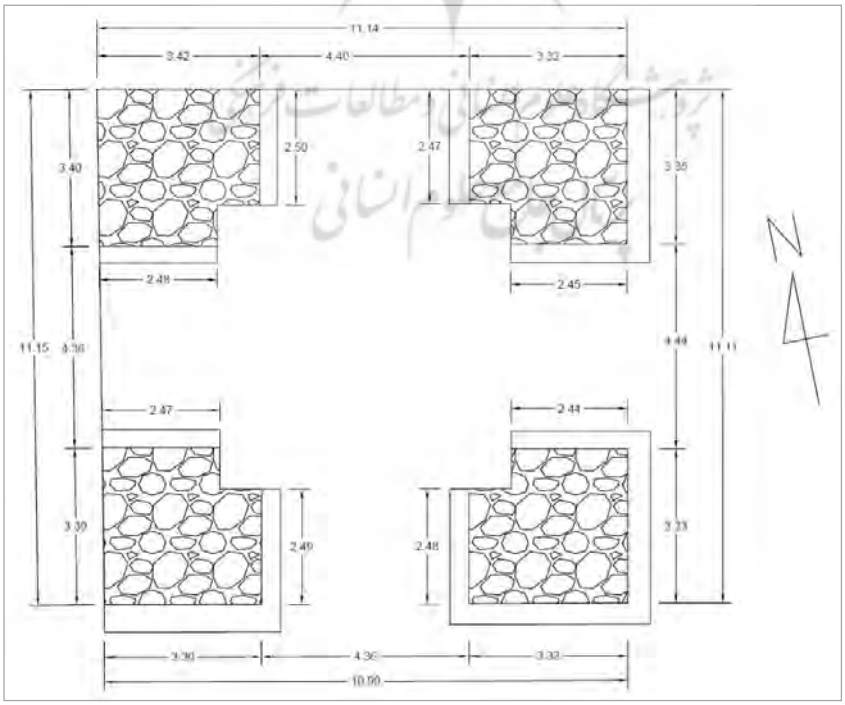
تصویر ۱. طرح تناسبات زیبایی‌شناسی آتشکده نیاسر (گدار و دیگران، ۱۳۸۷: ۱۵۴)

آن، پایه‌گذاری تدوین زیگ یا همان زیج است. «زیج شهریاری یا زیج شاهی برجای‌مانده از دوران ساسانی، الگویی برای توسعه و پیشرفت علم هیئت و تدوین بیش از ۲۰۰ زیج پس از آن بوده است» (کندی، ۱۳۷۴: ۲۹).

بیان نظریه

هر چند نگاه متفاوت آقای رضا مرادی غیاث‌آبادی به آثار تاریخی ستودنی است، اما اشتباه به‌ظاهر کوچکی در اندازه‌گیری‌ها و محاسبات، نتیجه متفاوتی را موجب شده است. ایشان کتابی با نام "بناهای تقویمی و نجومی ایران (رصدخانه‌های ایران)" منتشر نموده و سپس در سال ۱۳۸۳ آن را ویرایش و دوباره به چاپ رسانده که در هنگام نگارش این مقاله، چاپ دوم این کتاب در اختیار نگارنده بوده است. در فصل نخست کتاب، توضیحاتی از مبانی نجوم درباره چگونگی حرکت زمین به دور خورشید و دلیل پیدایش فصل‌ها و موارد مرتبط با آنها ارائه کرده است. در هر یک از بخش‌های بعدی کتاب، بنایی را به‌عنوان رصدخانه معرفی نموده و دلایلی برای آن بیان کرده است که هر یک از این بناها باید از نظر نجومی مورد بررسی قرار گیرد. فصل پنجم کتاب، به تعدادی از آتشکده‌ها که ساختار چارتاقی دارند اختصاص داده شده است. در بخش دوم از فصل پنجم کتاب، به "نظام گاهشماری در چارتاقی نیاسر" پرداخته است. در ابتدای این بخش، آتشکده نیاسر به‌طور اختصار معرفی شده است. در این کتاب، پلانی از بنا ارائه شده که در تصویر ۳ می‌توان مشاهده کرد. در متن و پلان اشاره شده که نقطه طلوع خورشید در اعتدالین، یعنی ابتدای فصل‌های بهار و پاییز، از بین ستون‌های آتشکده نیاسر قابل مشاهده بوده؛ درصورتی‌که هیچ دلیلی برای آن ارائه نشده است. به‌علاوه، بر این نکته تأکید شده است که نقطه طلوع خورشید در انقلاب تابستانی یعنی ابتدای فصل تابستان به اندازه ۲۳٫۵ درجه نسبت سمت شرق انحراف دارد (مرادی غیاث‌آبادی، ۱۳۸۳: ۱۷۵-۱۵۷). همچنین نوشته شده است که کوه، افق شرقی، در قسمتی که باید خورشید در روز نخست زمستان یعنی انقلاب زمستانی طلوع کند را محدود کرده و موجب شده است که سمت خورشید به اندازه ۱۳٫۵ درجه از سمت اصلی خود قبل از طلوع جابه‌جا شود؛ آنگاه با اختلاف زاویه ۳۷ درجه نسبت به سمت شرق طلوع کند (همان: ۱۶۴).

آقای مرادی غیاث‌آبادی در سال ۱۳۸۹ کتاب دیگری به نام "چارتاقی‌های ایران" منتشر کرده است. ایشان در این کتاب، نظریه قبلی خود را دوباره تکرار کرده است. همچنین، مواردی دیگر همچون نقطه غروب خورشید در ابتدای فصل‌ها را هم اضافه نموده و نوشته است؛ «کاربری و توانایی بنا به‌عنوان تقویم آفتابی و شاخص خورشیدی برای اندازه‌گیری زمان یا برای ثبت آیینی زمان در بنا. تعیین خط دید طلوع و غروب خورشید در انقلاب تابستانی و انقلاب زمستانی به‌عنوان نقاط نهایی و اوج خط سیر سالانه خورشید با دقت ۱ درجه. تعیین



تصویر ۲. پلان آتشکده نیاسر کاشان (نگارنده)

خط دیدهای طلوع و غروب در اعتدال بهاری و پاییزی با دقت دو درجه» (مرادی غیاث‌آبادی، ۱۳۸۹: ۱۶).

روش پژوهش

روش تحقیق در این مقاله در گام نخست، بررسی منابع کتابخانه‌ای و مستندات تاریخی در مورد آتشکده نیاسر و نظریه تعیین ابتدای فصل‌ها توسط این بنا بوده است. در گام دوم، بررسی میدانی شامل؛ اندازه‌گیری ابعاد و راستای قرارگیری آتشکده و انجام محاسبات نجومی برای تأیید یا رد نظریه آقای مرادی غیاث‌آبادی بوده است. در گام سوم، تطابق محاسبات نجومی انجام‌شده با مشاهده و تصاویری از لحظه طلوع خورشید از بین ستون‌های این آتشکده در طول سال و طی ۱۴ سال ثبت شده است.

سِعَت مشرق

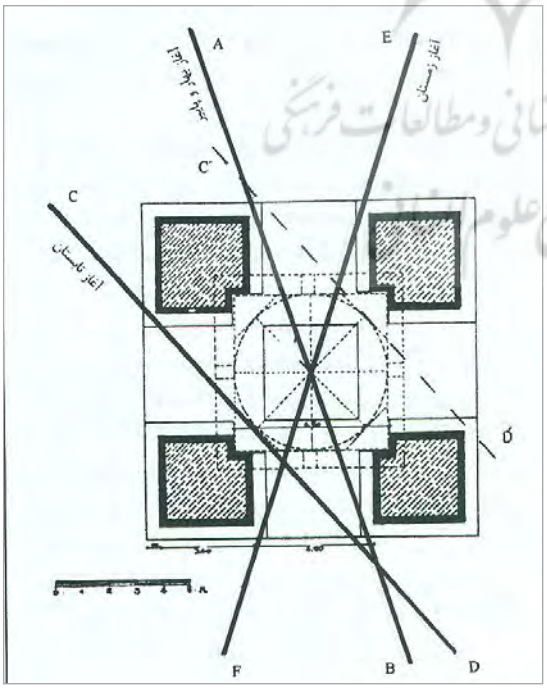
در علم هیئت که یکی از شاخه‌های دانش نجوم به شمار می‌آید، مسیر حرکت اجرام آسمانی نسبت به ناظر در آسمان بررسی می‌شود (عدالتی و فرخی، ۱۳۸۰: ۱۴). اینکه هر جرم آسمانی از دید هر ناظری در هر جای کره زمین از چه نقطه‌ای طلوع می‌کند؟ چه مسیری را در آسمان طی می‌کند؟ و در نهایت، در چه نقطه‌ای غروب می‌کند؟ نقطه طلوع 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. برای نمونه، سعت مشرق ستاره شباهنگ برای ناظری در عرض جغرافیایی آتشکده نیاسر، حدود ۲۰- درجه و ۱۹ دقیقه و ۴۲ ثانیه (۲۰:۱۹:۴۲-) (به سمت جنوب) است. اگر پس از عبارت سعت مشرق نام جِرم آسمانی آورده نشود، منظور سعت مشرق خورشید است. از آنجا که زاویه میل خورشید در طول سال تغییر می‌کند، سعت مشرق خورشید در روزهای مختلف سال متفاوت است. در استوای زمین، سعت مشرق خورشید دقیقاً برابر با زاویه میل خورشید است، اما هرچه عرض جغرافیایی به سمت قطبین کره زمین تغییر یابد -به‌غیر از اعتدالین- سعت مشرق افزایش می‌یابد؛ تا جایی که در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۶۶٫۵ درجه (۶۶٫۵- درجه در نیمکره جنوبی)، گاه سعت مشرق به ۹۰ درجه (۹۰- درجه در نیمکره جنوبی) هم می‌رسد. در این زمان، خورشید غروب نکرده و دور افق چرخش می‌کند و اصطلاحاً گفته می‌شود که روز قطبی است.

در بعضی از زیج‌های قدیمی، چگونگی محاسبه سعت مشرق ستارگان یا خورشید نگاشته می‌شده است.

شرف‌الدین محمد پسر مسعود مسعودی در باب هشتم از مقالت دوم کتاب "جهان دانش" نوشته است؛ «سِعَت مشرق قوسی بوَد از دایره افق، میان مطلع اعتدال و مطلع آفتاب یا غیر او از کواکب دیگر در یک وقت مفروض. و... غایت سعت مشرق آفتاب در شمال، سعت مشرق سر سرطان است، و در جنوب سعت مشرق سرجدی. و سعت مشرق هر جزوی از اجزای بروج در آفاق فلک مستقیم، همچند میل آن جزو باشد. اما در آفاق مایله بسبب زیادتی عرض بلد از میل اعظم، آن جزو زیادت گردد. و سعت مشرق سر سرطان در موضعی کی عرضش بتمام میل اعظم نزدیک بود، نود درجه نزدیک بود و نقطه مطلع او بنقطه شمال نزدیک باشد» (مسعودی، ۱۳۸۲: ۱۵۴). در کتاب "مفاتیح العلوم"، کاتب خوارزمی سعت مشرق را چنین تعریف کرده است؛ «سعه‌المشرق برای خورشید، آن فاصله‌ای است از افق که میان معدل النهار و محل طلوع خورشید قرار دارد» (کاتب خوارزمی، ۱۳۸۳: ۲۰۷).

در ادامه، به چگونگی محاسبه سعت مشرق می‌پردازیم. محاسبه زاویه سمت هر جرم آسمانی، با توجه به قضیه کسینوس‌ها در نجوم کروی، به صورت زیر است:

$$\cos Az = \frac{\sin\delta - \sin\phi \sin a}{\cos\phi \cos a} \qquad (۱)$$



تصویر ۳. پلان آتشکده نیاسر و خطوط دید خورشید در آغاز فصل‌ها از کتاب "بناهای تقویمی و نجومی" (مرادی غیاث‌آبادی، ۱۳۸۳: ۱۶۸)

که در اینجا Az زاویه سمت جرم آسمانی برای ناظر، d زاویه میل خورشید یا ستاره مورد نظر نسبت به استوای سماوی، Φ عرض جغرافیایی ناظر، δ زاویه میل جرم آسمانی و a زاویه ارتفاع جرم آسمانی مورد نظر است (عدالتی و فرخی، ۱۳۸۰: ۳۸۸). اگر زاویه سمت خورشید در هنگام طلوع را بخواهیم محاسبه کنیم، زاویه ارتفاع a باید برابر با صفر باشد. زاویه میل خورشید هم در روزهای مختلف سال تغییر می‌کند. در اعتدالین، یعنی روزهای نخست فصل‌های بهار و پاییز، زاویه میل خورشید تقریباً برابر با صفر است. در انقلاب تابستانی، یعنی تقریباً روز نخست تابستان، زاویه میل خورشید حدود ۲۳٫۵+ بوده و در انقلاب زمستانی، یعنی روز نخست زمستان، ۲۳٫۵- است. همان‌طور که لحظه تحویل سال، یعنی اعتدال بهاری در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز رخ می‌دهد، لحظه اعتدال پاییزی و لحظه انقلابین نیز در سال‌های مختلف ممکن است چند ساعت تغییر کند و دقیقاً مطابق با طلوع خورشید نباشد. از این‌رو، زاویه میل خورشید در لحظه طلوع با توجه به این تغییرات در هر سال باید در نظر گرفته شود. هر چند این تغییرات جزئی بوده و در محاسبات ما خللی ایجاد نمی‌کنند. از آنجا که در محاسبه، سمت خورشید در لحظه طلوع مورد نظر ما است، بنابراین اگر زاویه ارتفاع a در معادله ۱، صفر در نظر گرفته شود، می‌توان سمت طلوع خورشید را نسبت به راستای شمال، به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\cos Az = \frac{\sin \delta}{\cos \phi} \quad (۲)$$

در حالت کلی، در محاسبات باید اثر شکست نور در جو، اثر ارتفاع نسبت به نقاط اطراف، اثر رطوبت، فشار هوا و دیگر موارد هم در نظر گرفته شوند. ولی در اینجا به دلیل ناچیز بودن این آثار در محاسبات ما، از همه این موارد صرف نظر می‌کنیم. اگر در معادله ۲، صورت و مخرج کسر برابر باشند، زاویه سمت صفر می‌شود؛ یعنی خورشید در لبه افق شمالی طلوع و غروب می‌کند. این به معنی آغاز یا پایان شب قطبی در نواحی دور قطب شمال و جنوب کره زمین است. اما اگر در همین معادله، صورت کسر بزرگ‌تر از مخرج کسر باشد، معادله جواب ندارد. این وضعیت در طول روز قطبی در نواحی دور قطبین زمین رخ می‌دهد؛ چرا که در این زمان خورشید غروب نمی‌کند و دور افق ناظر در طول ۲۴ ساعت می‌چرخد. همان‌طور که گفته شد، سعت مشرق، اختلاف زاویه سمت طلوع خورشید با سمت مشرق است. بنابراین، مقدار آن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$OA = 90 - AZ \quad (۳)$$

در اینجا ما زاویه سعت مشرق را با OA نشان داده‌ایم. اگر زاویه سمت طلوع خورشید کمتر از ۹۰ درجه باشد، مقدار سعت مشرق بزرگ‌تر از صفر می‌شود؛ یعنی سمت طلوع خورشید به سمت شمال ناظر متمایل می‌شود. در نیمکره شمالی کره زمین، این شرایط در نیمه نخست سال خورشیدی و زمانی که زاویه میل خورشید مثبت است رخ می‌دهند. اگر زاویه سمت طلوع خورشید بیشتر از ۹۰ درجه باشد، مقدار سعت مشرق کوچک‌تر از صفر می‌شود؛ یعنی سمت طلوع خورشید به سمت جنوب ناظر متمایل می‌شود. در نیمکره شمالی کره زمین، این شرایط در نیمه دوم سال خورشیدی و زمانی که زاویه میل خورشید منفی است رخ می‌دهند. بدیهی است در اعتدالین، مقدار سعت مشرق صفر است. سعت مشرق در انقلاب تابستانی، بیشترین مقدار مثبت و در انقلاب زمستانی، بیشترین مقدار منفی را دارد.

از معادله ۲ و ۳ می‌توان نتیجه گرفت سعت مشرق، بستگی به عرض جغرافیایی ناظر دارد. عرض جغرافیایی آتشکده نیاسر ۳۳ درجه و ۵۸ دقیقه و ۱۷ ثانیه شمالی (۳۳:۵۸:۱۷) است. از آنجا که زاویه میل روزانه خورشید در هر سال اندکی متفاوت است، از جدول ۱؛ جدول میانگین زاویه میل روزانه خورشید استفاده می‌کنیم. با نگاه اجمالی به جدول ۱ می‌توان دریافت که تغییرات زاویه میل خورشید غیرخطی است؛ یعنی تغییرات در روزهای قبل و بعد از اعتدالین بسیار تندتر از تغییرات در نزدیک انقلابین است، به‌طوری که در هر یک از انقلابین، تغییرات زاویه میل خورشید در مدت زمان چهار روز، کمتر از یک دقیقه قوسی و فقط در حد چند ثانیه قوسی است. همچنین، تغییرات زاویه میل خورشید از ۲۱ خرداد تا ۱۲ تیر، یعنی ۲۳ روز، کمتر از ۲۶ دقیقه قوسی است. در انقلاب زمستانی هم تغییرات زاویه میل خورشید از ۲۱ آذر تا ۱۱ دی، یعنی ۲۱ روز، کمتر از ۲۶ دقیقه قوسی است. سعت مشرق، بستگی مستقیم با زاویه میل خورشید دارد. پس ثبت تغییرات بسیار ناچیز سعت مشرق، نیاز به ابزار یا سازه‌های بسیار دقیق دارد. ساختار ستون‌های آتشکده نیاسر به هیچ وجه قابلیت چنین اندازه‌گیری‌های دقیقی در حد ثانیه قوسی و حتی دقیقه قوسی در محدوده انقلاب تابستانی و انقلاب زمستانی را ندارد. در این جدول، بیشینه زاویه میل خورشید ۲۳ درجه و ۲۶ دقیقه کمانی آورده شده است. بنابراین، سمت طلوع خورشید در انقلاب تابستانی در آتشکده نیاسر ۶۱ درجه و ۲۰ دقیقه و ۴۳ ثانیه شرقی (۶۱:۲۰:۴۳) است. پس، سعت مشرق برابر با ۲۸ درجه و ۳۹ دقیقه و ۱۷ ثانیه (۲۸:۳۹:۱۷) به‌دست می‌آید. مقدار سعت مشرق در انقلاب زمستانی هم به همین اندازه است. بنابراین، با مقدار ارائه‌شده توسط آقای مرادی غیاث‌آبادی مطابقت ندارد.

در تصویر ۴، طلوع خورشید در محل آتشکده نیاسر در سه روز خاص نشان داده شده است. سمت راست، طلوع خورشید در انقلاب زمستانی، یکم دی ۱۳۸۶ در ساعت ۷:۰۷ تصویربرداری شده است. در این زمان، خورشید در آستانه طلوع بوده و زاویه ارتفاع خورشید حدود ۳۷ دقیقه کمانی زیر افق بوده است؛ یعنی افق صفر درجه در این نقطه کاملاً باز است. در مرکز شکل، طلوع خورشید در یکم فروردین ۱۳۸۷ در ساعت ۶:۱۴ تصویربرداری شده است. در این

تصویر ۴. عکس‌های کنار هم چیده‌شده نقطه طلوع خورشید در روز نخست فصل‌ها در آتشکده نیاسر و گستره سعت مشرق (نگارنده)

جدول ۱. میانگین زاویه میل خورشید در طول سال خورشیدی (URL: 1)

روز	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	امرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۱	0° 00'	+11° 39'	+20° 16'	+23° 26'	+20° 12'	+11° 39'	+0° 10'	-11° 12'	-20° 00'	-23° 26'	-20° 05'	-11° 13'
۲	+0° 24'	+12° 00'	+20° 28'	+23° 26'	+20° 00'	+11° 19'	-0° 14'	-11° 33'	-20° 13'	-23° 26'	-19° 52'	-10° 52'
۳	+0° 47'	+12° 20'	+20° 39'	+23° 25'	+19° 47'	+10° 58'	-0° 37'	-11° 54'	-20° 26'	-23° 26'	-19° 38'	-10° 30'
٤	+1° 11'	+12° 40'	+20° 50'	+23° 24'	+19° 34'	+10° 38'	-1° 00'	-12° 14'	-20° 38'	-23° 25'	-19° 24'	-10° 08'
٥	+1° 35'	+13° 00'	+21° 01'	+23° 23'	+19° 21'	+10° 17'	-1° 24'	-12° 35'	-20° 50'	-23° 23'	-19° 10'	-9° 46'
٦	+1° 58'	+13° 19'	+21° 12'	+23° 21'	+19° 08'	+9° 56'	-1° 47'	-12° 55'	-21° 01'	-23° 21'	-18° 55'	-9° 24'
٧	+2° 22'	+13° 38'	+21° 22'	+23° 19'	+18° 54'	+9° 35'	-2° 10'	-13° 15'	-21° 12'	-23° 19'	-18° 40'	-9° 02'
٨	+2° 45'	+13° 58'	+21° 31'	+23° 16'	+18° 40'	+9° 13'	-2° 34'	-13° 35'	-21° 23'	-23° 16'	-18° 25'	-8° 39'
٩	+3° 09'	+14° 16'	+21° 41'	+23° 13'	+18° 25'	+8° 52'	-2° 57'	-13° 55'	-21° 33'	-23° 12'	-18° 09'	-8° 17'
١٠	+3° 32'	+14° 35'	+21° 50'	+23° 09'	+18° 10'	+8° 30'	-3° 20'	-14° 14'	-21° 43'	-23° 08'	-17° 53'	-8° 03'
١١	+3° 55'	+14° 54'	+21° 58'	+23° 05'	+17° 55'	+8° 09'	-3° 44'	-14° 34'	-21° 52'	-23° 04'	-17° 37'	-7° 49'
١٢	+4° 18'	+15° 12'	+22° 06'	+23° 01'	+17° 40'	+7° 47'	-4° 07'	-14° 53'	-22° 01'	-22° 59'	-17° 20'	-7° 26'
١٣	+4° 42'	+15° 30'	+22° 14'	+22° 56'	+17° 24'	+7° 25'	-4° 30'	-15° 11'	-22° 10'	-22° 54'	-17° 03'	-7° 03'
١٤	+5° 05'	+15° 47'	+22° 22'	+22° 51'	+17° 08'	+7° 03'	-4° 53'	-15° 30'	-22° 18'	-22° 48'	-16° 46'	-6° 40'
١٥	+5° 28'	+16° 05'	+22° 29'	+22° 45'	+16° 52'	+6° 40'	-5° 16'	-15° 48'	-22° 25'	-22° 42'	-16° 28'	-6° 17'
١٦	+5° 51'	+16° 22'	+22° 35'	+22° 39'	+16° 36'	+6° 18'	-5° 39'	-16° 06'	-22° 32'	-22° 36'	-16° 10'	-5° 54'
١٧	+6° 13'	+16° 39'	+22° 42'	+22° 33'	+16° 19'	+5° 56'	-6° 02'	-16° 24'	-22° 39'	-22° 28'	-15° 52'	-5° 30'
١٨	+6° 36'	+16° 55'	+22° 47'	+22° 26'	+16° 02'	+5° 33'	-6° 25'	-16° 41'	-22° 46'	-22° 21'	-15° 34'	-5° 07'
١٩	+6° 59'	+17° 12'	+22° 53'	+22° 19'	+15° 45'	+5° 10'	-6° 48'	-16° 58'	-22° 52'	-22° 13'	-15° 15'	-4° 44'
٢٠	+7° 21'	+17° 27'	+22° 58'	+22° 11'	+15° 27'	+4° 48'	-7° 10'	-17° 15'	-22° 57'	-22° 05'	-14° 56'	-4° 20'
٢١	+7° 43'	+17° 43'	+23° 02'	+22° 04'	+15° 10'	+4° 25'	-7° 32'	-17° 32'	-23° 02'	-21° 56'	-14° 37'	-3° 57'
٢٢	+8° 07'	+17° 59'	+23° 07'	+21° 55'	+14° 52'	+4° 02'	-7° 55'	-17° 48'	-23° 07'	-21° 47'	-14° 18'	-3° 33'
٢٣	+8° 28'	+18° 14'	+23° 11'	+21° 46'	+14° 33'	+3° 39'	-8° 18'	-18° 04'	-23° 11'	-21° 37'	-13° 58'	-3° 10'
٢٤	+8° 50'	+18° 29'	+23° 14'	+21° 37'	+14° 15'	+3° 16'	-8° 40'	-18° 20'	-23° 14'	-21° 27'	-13° 38'	-2° 46'
٢٥	+9° 11'	+18° 43'	+23° 17'	+21° 28'	+13° 56'	+2° 53'	-9° 02'	-18° 35'	-23° 17'	-21° 16'	-13° 18'	-2° 22'
٢٦	+9° 33'	+18° 58'	+23° 20'	+21° 18'	+13° 37'	+2° 30'	-9° 24'	-18° 50'	-23° 20'	-21° 06'	-12° 58'	-1° 59'
٢٧	+9° 54'	+19° 11'	+23° 22'	+21° 08'	+13° 18'	+2° 06'	-9° 45'	-19° 05'	-23° 22'	-20° 54'	-12° 37'	-1° 35'
٢٨	+10° 16'	+19° 25'	+23° 24'	+20° 58'	+12° 59'	+1° 43'	-10° 07'	-19° 19'	-23° 24'	-20° 42'	-12° 16'	-1° 11'
٢٩	+10° 37'	+19° 38'	+23° 25'	+20° 47'	+12° 39'	+1° 20'	-10° 29'	-19° 33'	-23° 25'	-20° 30'	-11° 55'	-0° 48'
٣٠	+10° 58'	+19° 51'	+23° 26'	+20° 36'	+12° 19'	+0° 57'	-10° 50'	-19° 47'	-23° 26'	-20° 18'	-11° 34'	-0° 24'
٣١	+11° 19'	+20° 04'	+23° 26'	+20° 24'	+11° 59'	+0° 33'						

زمان، زاویه ارتفاع خورشید ۲۲ دقیقه کمانی زیر افق بوده است. بنابراین در نقطه اعتدال بهاری، از آتشکده نیاسر به دلیل اثر ارتفاع ناظر و اثر شکست نور در جو، مقدار کمی افق منفی داریم. در سمت چپ، طلوع خورشید در یکم تیر ۱۳۸۶ در ساعت ۵:۵۵ تصویربرداری شده است. در این زمان، زاویه ارتفاع خورشید حدود ۳۶ دقیقه کمانی زیر افق بوده است. چنانکه مشاهده می‌شود، افق منفی در انقلاب تابستانی بیشتر است، اما غبار صبحگاهی در کویر مرکزی ایران موجب می‌شود تا در دقایق نخست مشاهده خورشید مخصوصاً در انقلاب تابستانی به‌سادگی امکان‌پذیر نباشد. بنابراین گرچه در انقلاب تابستانی افق منفی وجود دارد، ولی هنگامی که خورشید به افق صفر درجه می‌رسد، قابل مشاهده می‌شود.

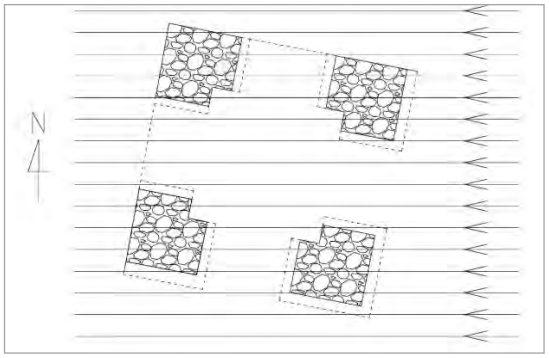
بررسی امتداد طلوع خورشید در اعتدالین در آتشکده نیاسر

گرچه آتشکده نیاسر در منطقه کوهستانی قرار گرفته و محدوده افق شرقی در بعضی از نقاط با کوه‌ها اندکی پوشیده شده، اما در سمت شرق (یعنی دقیقاً زاویه ۹۰ درجه نسبت به شمال)، تقریباً افق صفر درجه باز است و طلوع خورشید در یکم فروردین و یکم مهر بدون مزاحمت کوه‌ها قابل مشاهده است. در تصویر ۵ خطوط موازی، امتداد زاویه طلوع خورشید در اعتدالین هستند. مشاهده می‌شود که این خطوط با هیچ محوری از بنا منطبق نیستند. همچنین، طلوع خورشید از هیچ زاویه بسته‌ای قابل مشاهده نیست. بنابراین، تعیین ابتدای فصل بهار و فصل پاییز به هیچ وجه با نظریه بیان‌شده در مورد آتشکده نیاسر میسر نیست. این یکی از بزرگ‌ترین اشتباهات آقای مرادی غیاث‌آبادی در محاسبات است؛ چرا که بقیه جهت‌ها از آن نتیجه‌گیری شده است.

بررسی امتداد طلوع خورشید در انقلاب تابستانی در آتشکده نیاسر

همان‌گونه که قبلاً گفته شد، سعت مشرق زاویه طلوع خورشید در انقلاب تابستانی در آتشکده نیاسر سمت طلوع خورشید ۶۱ درجه و ۲۰ دقیقه و ۴۳ ثانیه (۶۱:۲۰:۴۳) است. بنابراین به میزان ۲۸ درجه و ۳۹ دقیقه و ۱۷ ثانیه نسبت شرق، به سمت شمال انحراف دارد. افق شرقی در محدوده‌ای که خورشید در انقلاب تابستانی طلوع می‌کند، کاملاً باز است. از آنجا که نیاسر در منطقه کوهستانی قرار گرفته است، اختلاف ارتفاع آتشکده نیاسر نسبت به کویر مرکزی ایران، در سمت شرق و شمال شرقی افق منفی ایجاد می‌کند؛ یعنی خورشید قبل از رسیدن به افق باید قابل مشاهده باشد، اما به دلیل وجود غبار سطحی در فصول گرم سال در کویر مرکزی ایران، قرص خورشید را پس از چند دقیقه می‌توان دید. بنابراین تقریباً هنگامی که خورشید به افق صفر درجه می‌رسد، قابل دیدن است؛ یعنی اثر غبار سطحی کویر، اثر افق منفی ناشی از ارتفاع را خنثی می‌کند. ما در محاسبات خود، آثار جوی و اثر ارتفاع را در نظر نگرفته‌ایم؛ چرا که تأثیر آنها ناچیز بوده یا با یکدیگر خنثی می‌شوند. در تصویر ۶ الف، پلان آتشکده نیاسر و خطوط امتداد طلوع خورشید در انقلاب تابستانی نشان داده شده‌اند. به‌سادگی می‌توان مشاهده کرد که راستای خطوط با هیچ‌کدام از محورهای بنا منطبق نیست.

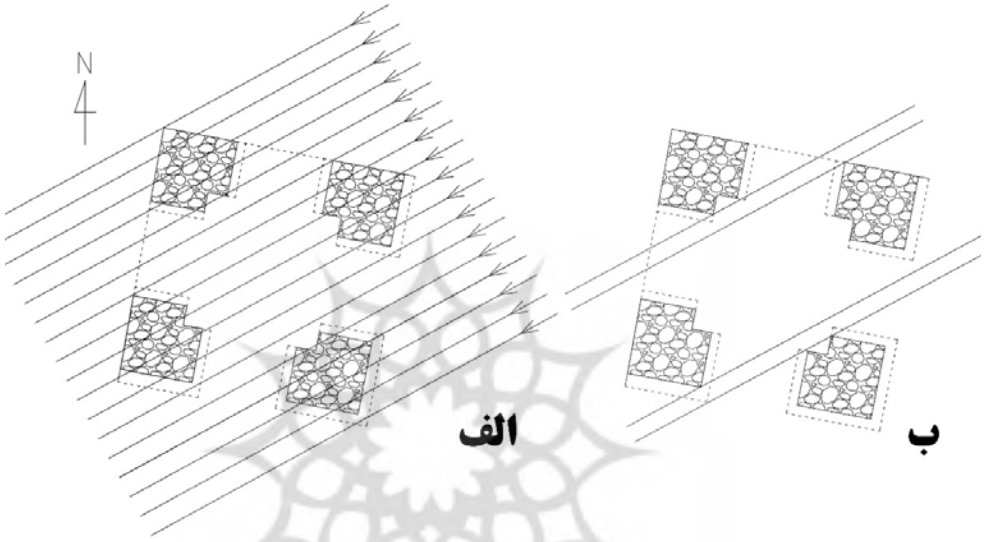
اما در نظریه آقای مرادی غیاث‌آبادی گفته شده که خورشید از زاویه بسته بین ستون‌های آتشکده طلوع می‌کند. این مورد واقعیت دارد، اما کمی با آنچه که در نظریه بیان شده متفاوت است. همان‌گونه که گفته شد، ایشان زاویه انحراف خط طلوع خورشید نسبت به شرق را ۲۳٫۵ درجه در نظر گرفته، درصورتی‌که این زاویه بیشتر از ۲۸ درجه است. بنابراین، زاویه طلوع منطبق با محور بنا نیست، اما طلوع خورشید از بین ستون‌ها قابل مشاهده است. این مورد می‌تواند اتفاقی باشد، ولی اگر مورد بررسی قرار دهیم خواهیم دید که اگر هم اتفاقی نباشد، دقیق نیست. در تصویر ۶ ب، زاویه بسته امتداد خط دید طلوع خورشید در انقلاب تابستانی در آتشکده نیاسر نشان داده شده است. همان‌گونه که در تصویر ۶ ب نشان داده شده، امتداد این خطوط با محوری که از دو رأس مربع پلان سازه ایجاد می‌شود، منطبق نیست. اگر فرض کنیم که این زاویه بسته بین ستون‌ها اتفاقی نبوده، باید ناظر از نقطه‌ای طلوع خورشید را رصد می‌کرده است. اگر ناظر در کنار بنا باشد، گستره میدان دید افقی او حدود ۸ درجه کمانی خواهد بود و اگر در فاصله حدود ۲۰ متری (وجود ناهمواری‌ها در فاصله بیشتر از ۲۰ متر اجازه رصد نمی‌دهد)



تصویر ۵. راستای طلوع خورشید در اعتدال بهاری و اعتدال پاییزی در آتشکده نیاسر (نگارنده)

بنا قرار گیرد، زاویه دید محدودتر شده و به حدود ۲ درجه کاهش می‌یابد. قرص خورشید حدود ۳۰ دقیقه قوسی یا نیم درجه گستردگی زاویه‌ای دارد. اگر قرار باشد ناظر تمام قرص خورشید را از بین ستون‌ها در هنگام طلوع ببیند، باز هم یک و نیم درجه از گستره زاویه‌ای باقی می‌ماند. اگر در معادله ۲، زاویه سمت در انقلاب تابستانی را با یک و نیم درجه جمع کرده و به‌جای Az قرار دهیم، در عرض جغرافیایی آتشکده نیاسر، زاویه میل تا ۲۲ درجه و ۱۴ دقیقه را پوشش می‌دهد.

به‌عبارتی، از روز ۱۳ خرداد (3 Jun) تا ۱۹ تیر (10 Jul)، زاویه میل خورشید بیشتر از ۲۲ درجه و ۱۴ دقیقه است. با این حساب، بیشتر از یک ماه می‌توان طلوع قرص خورشید را از بین ستون‌های آتشکده نیاسر در امتداد خط دید انقلاب تابستانی مشاهده نمود. اگر هدف فقط مشاهده قسمتی از قرص خورشید در هنگام طلوع در انقلاب تابستانی باشد، این بازه زمانی به بیش از دو ماه افزایش می‌یابد. در نتیجه، این بنا برای تعیین انقلاب تابستانی هم کاربرد ندارد. در تصویر ۷،



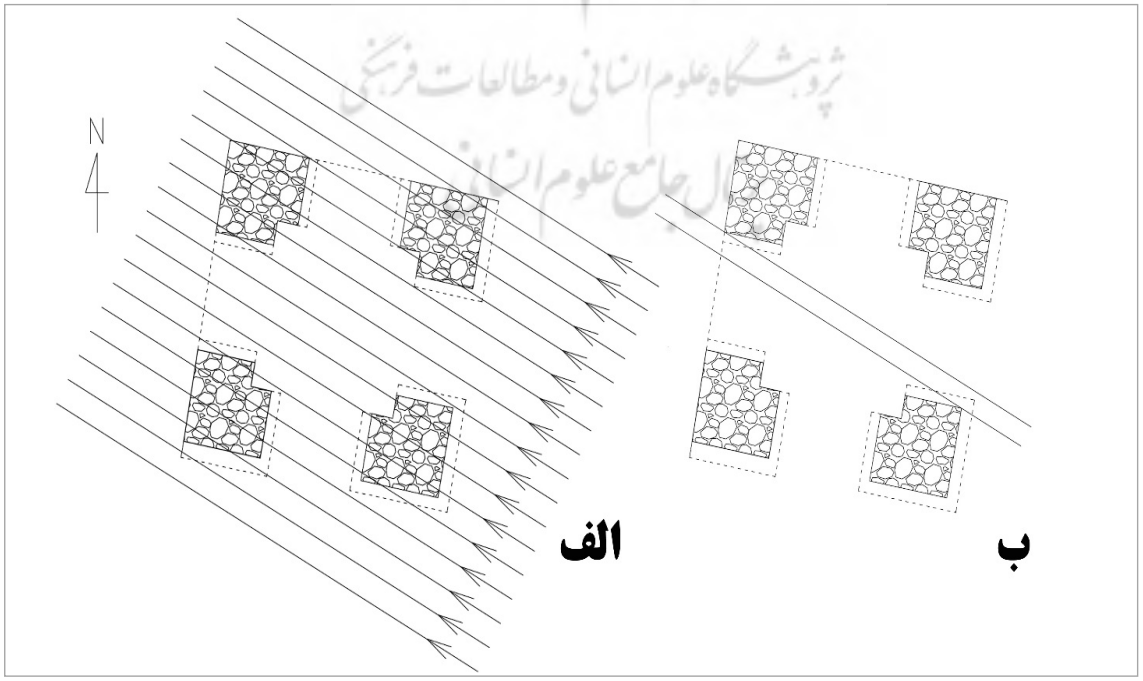
تصویر ۶. بخش الف، امتداد خطوط طلوع خورشید و در بخش ب، امتداد خطوط دید طلوع خورشید از بین ستون‌های آتشکده نیاسر در انقلاب تابستانی نشان داده شده است (نگارنده).

تصویر ۷. طلوع خورشید از بین ستون‌های آتشکده نیاسر در بخش (الف) و (ب) به ترتیب از خط دید راست و چپ بنا در یکم تیر ۱۳۸۹ و در بخش (پ) و (ت) به ترتیب از خط دید راست و چپ بنا در ۲۲ تیر ۱۳۸۹ (نگارنده)

طلوع خورشید از بین ستون‌های آتشکده نیاسر در یکم تیر در مقایسه با ۲۲ تیر، ۲۱ روز پس از انقلاب تابستانی، از دو خط دید نشان داده شده است. همان‌گونه که در این تصویر دیده می‌شود، اختلاف چندانی بین نقطه طلوع خورشید در این بازه زمانی نیست. از آنجا که تغییرات زاویه میل خورشید نسبت به انقلابین متقارن هستند، ۲۱ روز قبل از انقلاب تابستانی هم می‌توان چنین تصویری را ثبت نمود. بنابراین در بازه زمانی بیش از یک ماه می‌توان طلوع خورشید را از بین ستون‌های آتشکده نیاسر مشاهده کرد. پس این روش برای تعیین ابتدای فصل تابستان کاربرد ندارد.

بررسی امتداد طلوع خورشید در انقلاب زمستانی در آتشکده نیاسر

هر چند گفته شده که نقطه طلوع خورشید در انقلاب زمستانی با کوه بسته شده است، ولی با مشاهده و اندازه‌گیری می‌توان دید که در نقطه طلوع خورشید در انقلاب زمستانی، افق صفر درجه قابل دیدن است. در زمستان و در مناطق کوهستانی، غبار چندانی نیست. بنابراین، خورشید را در روز نخست زمستان درصورتی‌که آسمان ابری نباشد، پس از طلوع به‌سادگی می‌توان دید. این بار هم نقطه طلوع خورشید نسبت به سمت شرق ۲۸ درجه و ۳۹ دقیقه و ۱۷ ثانیه انحراف دارد. آقای مرادی غیاث‌آبادی نوشته است که خط دید نقطه طلوع خورشید ۳۷ درجه نسبت به سمت شرق انحراف دارد. این عدد از هیچ روشی قابل حصول نیست. از آنجا که بر آن تأکید شده است، پس اشتباه نوشتاری هم نیست. دلیل آن را کوه بلند در راستای خط دید بیان فرموده‌اند. در تصویر ۴، اثری از چنین کوهی مشاهده نمی‌شود. در تصویر ۸ الف، راستای طلوع خورشید در انقلاب زمستانی در آتشکده نیاسر نشان داده شده است. چنانکه در تصویر دیده می‌شود، راستای این خطوط هم با هیچ‌کدام از محورهای بنا سازگار نیست. اما در نظریه آقای مرادی غیاث‌آبادی گفته شده که خورشید از زاویه بسته بین ستون‌ها قابل مشاهده است. در تصویر ۸ ب، خط دید محاسبه‌شده نشان داده شده است. چنانکه در تصویر می‌بینید، این خط دید تنها از یک سمت بسته است. در اینجا برخلاف انقلاب تابستانی، بازه زمانی قابل‌مشاهده محدود نیست. پس به‌سادگی می‌توان اتفاقی بودن طلوع خورشید از این زاویه را پذیرفت. اما باز هم ما فقط پهنای خط دید را در نظر گرفته و محاسبات را تکرار می‌کنیم. از کنار بنا، گستره زاویه‌ای خط دید حدود ۴ درجه است. این بار از بنا حدود ۱۰ متر فاصله می‌گیریم؛ چرا که شیب تپه‌ای که آتشکده بر آن ساخته شده است، بیش از این اجازه را به ما نمی‌دهد. از فاصله ۱۰ متری بنا، گستره زاویه‌ای خط دید حدود ۲ درجه است. باز هم محاسبات مرحله قبل را برای قابلیت مشاهده قرص خورشید در این گستره زاویه‌ای تکرار می‌کنیم. مشخص می‌شود که از ۱۴ آذر (5 Dec) تا ۱۸ دی (8 Jan)، زاویه میل منفی خورشید کمتر از منفی ۲۲ درجه و ۱۴ دقیقه است. بنابراین، بازه زمانی تعیین انقلاب زمستانی هم بیش از یک ماه است.



تصویر ۸. در بخش الف، راستای طلوع خورشید و در بخش ب، خط دید طلوع خورشید از بین ستون‌های آتشکده نیاسر در انقلاب زمستانی (نگارنده)

در تصویر ۹، نقطه طلوع خورشید از ۲۵ آذر تا ۱۱ دی نشان داده شده است. مشاهدات و تصویربرداری‌ها دقیقاً محاسبات را تأیید می‌کنند؛ یعنی از آنجا که تغییر نقطه طلوع خورشید در چند روز قبل و بعد از انقلاب زمستانی ناچیز است، خورشید با اختلاف ناچیزی در یک بازه زمانی بیش از بیست روز تقریباً از یک نقطه طلوع می‌کند. پس نمی‌توان آغاز فصل زمستان را با دقتی قابل‌قبول مشخص نمود. از طرفی، همان‌گونه که در بالا اشاره شد، زاویه طلوع خورشید در محدوده انقلاب زمستانی بسته نمی‌شود. بنابراین، در بازه زمانی طولانی چند ماه طلوع خورشید قابل مشاهده است. فقط دهانه‌ای که خورشید از آن زاویه طلوع می‌کند، کم یا زیاد می‌شود. چنانکه در تصویر ۱۰، طلوع خورشید در ۳۰ روز قبل از انقلاب زمستانی را باز هم از بین ستون‌های آتشکده نیاسر می‌توان دید. فقط بازه زاویه‌ای بین ستون‌ها که خورشید از آنجا طلوع می‌کند، بسیار زیاد شده است. البته عکس‌های بسیاری از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۸ در طول سال از زاویه طلوع خورشید از بین ستون‌های این بنا توسط نگارنده گرفته شده‌اند که به همین چند مورد بسنده می‌کنیم.

تصویر ۹. طلوع خورشید از بین ستون‌های آتشکده نیاسر در محدوده انقلاب زمستانی. بخش (الف) و (ب) به ترتیب عکس نمای باز و نمای بسته طلوع خورشید در ۲۵ آذر ۱۳۹۸ و در بخش (پ) طلوع خورشید در یکم دی ۱۳۸۹ هم‌زمان با انقلاب زمستانی و در بخش (ت) و (ج) به ترتیب عکس نمای باز و بسته طلوع خورشید در ۱۱ دی ۱۳۹۸ (نگارنده)

تصویر ۱۰. طلوع خورشید از بین ستون‌های آتشکده نیاسر در روز ۱ آذر ۱۳۹۸، یک ماه قبل از انقلاب زمستانی (نگارنده)

نتیجه‌گیری

آقای مرادی غیاث‌آبادی در کتاب "بناهای تقویمی و نجومی ایران"، آتشکده نیاسر را رصدخانه نامیده است. در تعریف، رصدخانه به جایگاه پژوهش نجومی گفته می‌شود. اما بناهای یادشده ظاهراً چنین کاربری را نداشته‌اند. معمولاً در طول تاریخ، ستاره‌شناسان همواره دقیق‌ترین فن‌آوری‌های روز را برای مشاهده و ثبت پدیده‌های نجومی استفاده می‌کرده‌اند. با نگاهی به پلان آتشکده نیاسر می‌توان دریافت که این ستون‌های بنا با چنان دقتی که در خور نجوم آن زمان باشد، ساخته نشده‌اند.

همچنین، گفته شده که ابتدای فصل‌ها را می‌توان در این بنا تشخیص داد. چنانکه گفته شد، این کاربری هم در این بنا مشاهده نمی‌شود. بنابراین، گرچه آقای مرادی غیاث‌آبادی با نگاهی متفاوت به تحلیل یک آتشکده باستانی پرداخته است، اما به دلیل اندازه‌گیری‌ها و محاسباتی که دقت کافی را نداشته، به نتیجه درستی نرسیده است. در واقع، رویکرد تقویمی بناهایی که با طلوع و غروب خورشید قرار بوده روز یا روزهای خاصی از سال را مشخص کنند، باید با اندازه‌گیری دقیق راستای بنا و محاسبه دقیق سعت مشرق یا سعت مغرب انجام شود و نتایج با مشاهدات کامل تأیید شوند. بنابراین، به‌سادگی نمی‌توان کاربری نجومی یا کاربری تقویمی را به یک بنا نسبت داد.

منابع و مآخذ

- عدالتی، تقی و فرخی، حسن (۱۳۸۰). **اصول و مبانی جغرافیای ریاضی (زمین در فضا)**. چاپ سوم، مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی.
- کاتب خوارزمی، ابوعبداله محمد بن احمد بن یوسف (۱۳۸۳). **مفاتیح العلوم**. ترجمه حسین خدیو جم، چاپ سوم، تهران: علمی و فرهنگی.
- کلانتر ضرابی، عبدالرحیم (سهیل کاشانی) (۱۳۷۸). **تاریخ کاشان**. به کوشش ایرج افشار، چاپ چهارم، تهران: امیرکبیر.
- کندی، ادوارد استوارت (۱۳۷۴). **پژوهشی در زیج‌های دوره اسلامی**. ترجمه محمد باقری، چاپ اول، تهران: علمی و فرهنگی.
- گدار، اندره و دیگران (۱۳۸۷). **آثار ایران**. ترجمه ابوالحسن سرومقدم، چاپ پنجم، جلد اول، مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی.
- مرادی غیاث‌آبادی، رضا (۱۳۸۳). **بناهای تقویمی و نجومی ایران (رصدخانه‌های ایران)**. چاپ دوم، شیراز: نوید شیراز.
- ---------- (۱۳۸۹). **چارتاقی‌های ایران**. چاپ اول، تهران: ایران‌شناسی.
- مسعودی، شرف‌الدین محمدبن مسعود (۱۳۸۲). **جهان دانش**. مقدمه، تصحیح و ترجمه جلیل اخوان زنجانی، چاپ اول، تهران: میراث مکتوب.

- URL 1: https://www.starpath.com (access date: 202129/07/).

Received: 2020/03/04
Accepted: 2020/10/07

A critique on the theory of determining the first day of the seasons at Niasser fire-temple

Iraj Safaei*

Abstract

Chahar-taqies are buildings from ancient Iran. Although not for sure, many believe that these buildings were pre-Islamic religious buildings in Iran. Niasser fire-temple is one of the examples of constructions that are in good condition in the Niaser Mountains of Kashan. Reza Moradi Ghiasabadi, a freelance researcher, has done extensive research on Iranian Chahar-taqies, including the Niasser fire-temple. He believes that the angles and positioning of the Niasser fire-temple structure are such that the sunrise on the first day of each season is consistent with certain axes of the building. Therefore, it can be used to determine the beginning of each season. He has expressed his theory in two books on "The calendar buildings" and "Calenddric Structure of Iran" about the Niasser fire-temple. In this study, by calculations, measurements and field observations as well as defining the ortive amplitude parameter, we show that the sunrise along the beginning of each season does not match the axes of the building. Because in the equinox, that is the first day of spring and fall, the sun does not rise from any specific angle. In addition, the proposed theory has not paid attention to the first day of summer and the first day of winter. On the first day of spring and the first day of autumn, the sun rises from exactly east, which does not match any of the axes of the building. The difference in sunrise azimuth every day of the year from the east azimuth is called the ortive amplitude. The ortive amplitude depends on the latitude of the observer as well as the angle of declination of the sun every day of the year. The latitude of the Niassar fire-temple is about 34 degrees. Hence, the ortive amplitude is about 29 degrees. That is, on the first day of summer the sun rises on azimuth about 61 degrees. On the first day of winter, the sun rises on azimuth about 119 degrees. Declination of the sun in the days before and after the solstices is very small. Therefore, the measurement of the ortive amplitude in the solstices must be very precise. But the columns in Niasser fire-temple does not have that precision. In other words, for about a month, the sun appears to rise from one point. Hence, we can not use the Niasser fire-temple to specify the first day of summer and the first day of autumn. We conclude that the theory presented in solstices, namely the first day of summer and the first day of winter, is also inaccurate.

Keywords: Chahar-taqi, Fire-temple, Astronomy, Ortive amplitude

* University of Kashan Observatory, Kashan, Iran. *isafaei@kashanu.ac.ir*