

ساعت آبی برج بادها در آتن

محمدجواد ناطق^۱

اشاره: ساعت‌های آبی چون محرکه‌شان آبی بوده به این اسم نامیده شده‌اند. سابقه استفاده از ساعت‌های آبی به تمدن‌های کهن مثل بابل، کلد، فنیقیه، مصر و سرزمین‌های ایلامیان، مادها، و آشوریان برمی‌گردد. بسیاری از پژوهشگران مثل دوبوا^۲ (ص ۴۹) به این سوابق اشاره کرده‌اند. یکی از قدیمی‌ترین ساعت‌های آبی که هنوز آثاری از آن باقی مانده در برج بادها واقع در آگورای رومی آتن قرار دارد جایی که مدتی خانقاه درویشان ترک بوده است. باید یادآور شد که فناوری طراحی و ساخت ساعت‌های آبی دچار دگرگونی‌هایی شد و به‌ویژه در مناطق اسلامی مثل ایران، سوریه، مغرب و اندلس رواج زیادی یافت. بقایایی از بعضی از این ساعت‌ها و همچنین آثاری مکتوب در باره آنها برج مانده است که از جمله می‌توان به کتاب علم الساعات والعمل بها تألیف رضوان بن محمد الساعاتی الخراسانی (سده ۵۶هـ) و کتاب الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل تألیف جزری (سده ۵۶هـ) اشاره کرد. جزری در کتاب خود (ص ۹-۱۹۳)^۳ شش نوع ساعت آبی را به تفصیل شرح می‌دهد.^۴

برج بادها

آگوراها در یونان باستان مراکز فعالیت‌های ورزشی، هنری، مذهبی و سیاسی شهرها به‌شمار می‌آمدند و آگورای آتن مهم‌ترین آنها بود. رومی‌ها پس از شکست دادن یونانی‌ها در سده دوم پیش از میلاد یک میدان گردهم‌آیی نزدیک آگورای یونانی به شیوه رومی ساختند که به «آگورای رومی» آتن مشهور است. گوهر گران‌بهای این آگورا برج بادهاست که در سده اول پیش از میلاد ساخته شد. آگورای رومی در شمال آکروپولیس و در شرق آگورای یونانی واقع است. ابعاد بیرونی کل

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مکانیک، nategh@modares.ac.ir

2. Pierre Dubois, *Histoire de l'Horlogerie depuis Son Origine jusqu'à Nos Jours*, Administration du Moyen Ages et la Renaissance, Paris, 1849.

۳. بدیع‌الزمان جزری، مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی، الجامع بین العلم والعمل النافع فی صناعة الحیل، ترجمه و تحشیه محمدجواد ناطق، حمیدرضا نفیسی و سعید رفعت‌جاه، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۸۰.

۴. نیز بنگرید به: «بررسی سازوکارهای ساعت‌های آبی به انضمام ترجمه و تحقیق مقاله هشتم کتاب میزان الحکمة خازنی»، رساله کارشناسی ارشد سمیرا دباغ‌منش، پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران، ۱۳۸۹. - میراث علمی.

مجموعه ۱۱۱ در ۹۸ متر است در حالی که ابعاد فضای مرکزی در زمان رومی‌ها ۸۲ در ۵۷ متر بود.



آگورای رومی آتن و برج بادها با دورنمایی از آکروپولیس

برج بادها دارای بادنما، ساعت‌های آفتابی و یک ساعت آبی بود. ساعت آبی آن مدت‌ها پیش از میان رفته است. برج بادها اساساً سازه‌ای مرمرین و هشت‌وجهی، قطرش حدود ۷/۸ متر و ارتفاعش تا بالای سقف حدود ۱۴/۳ متر است. هشتی‌های کوچکی درگاه‌ها را در دو طرف دربر گرفته‌اند، یک برج کوچک استوانه‌ای به پشت یا وجه جنوبی برج متصل است. در هر یک از هشت وجه برج یک ساعت آفتابی هست و ساعت آفتابی نهمی نیز بر سطح انحنا دار برج استوانه‌ای وجود دارد. برج بادها بر اثر انباشت مواد، نیمه‌مدفون بود و در سال‌های ۱۸۳۷ و ۱۸۴۵ میلادی حفاری شد. این برج در سال‌های ۱۹۱۶ تا ۱۹۱۹ و همچنین در سال ۱۹۷۶ بازسازی شد.

ویترویوس^۱ (مقاله اول، بخش ششم، ص ۲۲) به این برج اشاره می‌کند و می‌گوید:

طبق نظر بعضی تنها چهار باد وجود دارد [که از چهار جهت اصلی می‌وزند]... آنان که تفاوت بادها را دقیق‌تر بررسی می‌کنند به هشت باد قائلند، به‌ویژه آندرونیک سیروسی^۲ که بر این اساس برج مرمرینی به شکل هشت‌وجهی در آتن بنا کرد که بر هر وجهش مجسمه‌ی نمادی از بادها را داشت که به سوی آن وجه می‌وزید. روی برج هم یک بادنما قرار داد که می‌چرخید و همیشه به سوی بادی که می‌وزید قرار می‌گرفت و با میله‌اش به مجسمه‌ی مربوط به آن اشاره می‌کرد.^۳

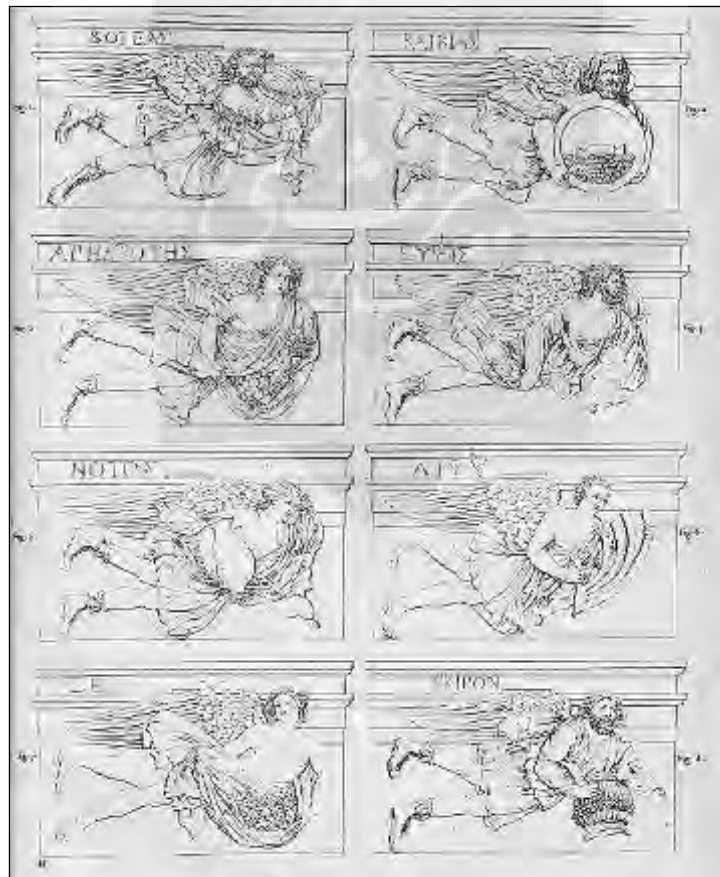
طبق توصیفی که در سال ۱۷۶۲ از برج بادها شده است، دو در به ساختمان باز می‌شد، یکی از

۱. Pollio Vitruvius (ت. ۷۰-۸۰ ق.م-د. پس از ۱۵ ق.م)، دانشمند یونانی مؤلف کتاب ده مقاله معماری.

۲. Andronicus of Cyrrhus اخترشناس مقدونی در سده اول پیش از میلاد و سازنده برج بادها

3. Vitruvius Pollio, *Les Dix Livres d'Architecture de Vitruve*, tr. Claude Perrault, 2nd ed., Paris, 1684.

آنها در وجه شمال شرقی که هنوز استفاده می‌شد، دیگری در وجه شمال غربی که در زمان گزارش بسته مانده و با خاک پوشیده شده بود. پس از خاک برداری، چارچوب در نمایان و اطلاعات زیادی حاصل شد که بازسازی طرح برج را به شکل اصلی میسر می‌ساخت. مجسمه‌های فاخر و برجسته روی وجوه هشت وجهی ویژگی‌های بادی را که نماد آنند بیان می‌کنند. زیر هر یک از این مجسمه‌ها یک ساعت آفتابی وجود دارد. ساعت وجه شرقی معکوس ساعت وجه غربی است. خط نشان دهنده ظهر بر روی ساعت وجه جنوبی عمودی است و خطوط ساعت‌های پیش از ظهر نسبت به آن با خطوط ساعت‌های نظیر در بعد از ظهر متقارنند. روشن است اخترشناسی که بر این اساس ساعت‌های آفتابی را مدرج کرده فرض را بر این گذاشته است که وجوه این برج هشت وجهی درست روبروی چهار جهت اصلی و چهار جهت فرعی واقعند. برج بادها به نام سازنده‌اش برج آندرونیک سیروسی نامیده می‌شود.



تصاویر مجسمه‌های نماد بادها

احتمال داده‌اند که برای مدرج کردن ساعت‌های آفتابی از ساعت آبی درون برج استفاده شده باشد. اما قاعدتاً باید روش‌های ریاضی را که امروزه هم معتبر است به کار برده باشند.

رقص درویشان ترک در برج بادها

در نیمه قرن هجدهم میلادی [۱۲هـ] برج بادها خانقاه درویشان ترک بود و آن را «تکیه» می‌نامیدند و گاهی در آنجا مراسم سماع برگزار می‌شد. در گزارشی از همان روزگار آمده است:



سماع درویشان ترک در برج بادها

برج بادها اکنون تکیه یا خانقاه درویشان است. ما در مراسمی مذهبی حاضر بودیم که با رقص فوق‌العاده‌شان پایان یافت. جمعیت چهارزانو روی پوست‌های بز نشسته بودند و دایره بزرگی تشکیل می‌دادند. مرشد که مرد جذاب و خوش‌سیمایی با ریشی جوگندمی بود ذکر گفتن را شروع کرد؛ بقیه هم هم‌سرایی می‌کردند. همگی طبق معمول چندین بار سجده کردند. ناگهان به بالا جستند، لباس‌های رویی را به سرعت درآوردند، دست به دست هم دادند، به آرامی با نغمه ساز الله‌گویان چرخ می‌زدند. آهنگ سماع با تندتر شدن سازها تندتر می‌شد و فریاد الله، لا اله الا الله سر می‌دادند. با تندتر شدن سماع، جمله‌های دیگری افزوده می‌شد. ناگهان مرشد با غلیان احساسات از حلقه آنان به میانه درآمد، موهایش را به پشت سر ریخت، شروع به چرخیدن کرد؛ بدنش روی یکی از انگشتان پا درجا می‌چرخید. یکی دیگر در پی او در جهت دیگر شروع به چرخیدن کرد و سپس

تعدادشان به چهار یا پنج تن رسید. حرکتشان به تدریج تندتر می‌شد و به حد حیرت‌انگیزی رسید. گیسوان رهاشده‌شان در هوا موج می‌زد. درویشان نیز هوهوکشان دورادور آنها سرشان را پایین و بالا می‌بردند. گنبد، آهنگ تند و پرهیجان را برمی‌گرداند و طنینی چون مجالس جشن و شادمانی ایجاد می‌شد. پس از مدتی دراز بعضی حلقه را ترک کردند و از حال رفتند. باور بر این بود که در این حال، شور و جذبه عرفانی به آنها دست داده بود و صحنه به پایان رسید.



نمای برج بادها در زمان تهیه گزارش در سال ۱۷۶۲ م (استوارت و روت، فصل ۳، ص ۴۲، لوح ۱۳، شکل ۱)^۱

پدیدار شدن بخش‌های نهفته

درون برج از خاک و زباله انباشته شده بود و ناهمواری آن می‌توانست مانع اعمال مذهبی درویشان باشد. همه‌جا در فاصله‌ای حدود دو متر و ده سانتی متر از کف اصلی کف‌پوشی از چوب کاج گذاشته بودند. با اجازه مرشد کف را کردند و زباله‌های زیرش را بیرون بردند. کف اصل یکسره از مرمر سفید بود و در آن چند حفره و مجرا وجود داشت که احتمالاً بقایای یک ساعت آبی بود. مجرای اصلی در خطی مستقیم از جبهه جنوبی هشت وجهی به وسط کف تا محل حفره‌ای گرد کشیده شده بود و حفره به یک آب‌راهه زیرزمینی مرتبط بود. برون‌ریز ساعت آبی به سهولت از این حفره خارج می‌شد. برج کوچک استوانه‌ای بیرون وجه جنوبی برج می‌توانست منبعی برای تأمین

1. Stuart James, Revett Nicholas, *The Antiquities of Athens*, vol. I, London, 1825.

پیوسته آب مورد نیاز ساعت آبی باشد. جریان آبی در آن نزدیکی باید آب این منبع را تأمین می‌کرد. چشمه‌ای در پای صخره‌ای که آکروپولیس بر آن بنا شده وجود دارد و جریان آبی از آن سرچشمه می‌گیرد که بخشی از زیر زمین و بخشی دیگر از راه لوله‌های گلی به مسجد اصلی که ترک‌ها در آن وضو می‌گرفتند منتقل می‌شد. این نهر پیش از رسیدن به مسجد از حدود سه متری برج می‌گذشت.

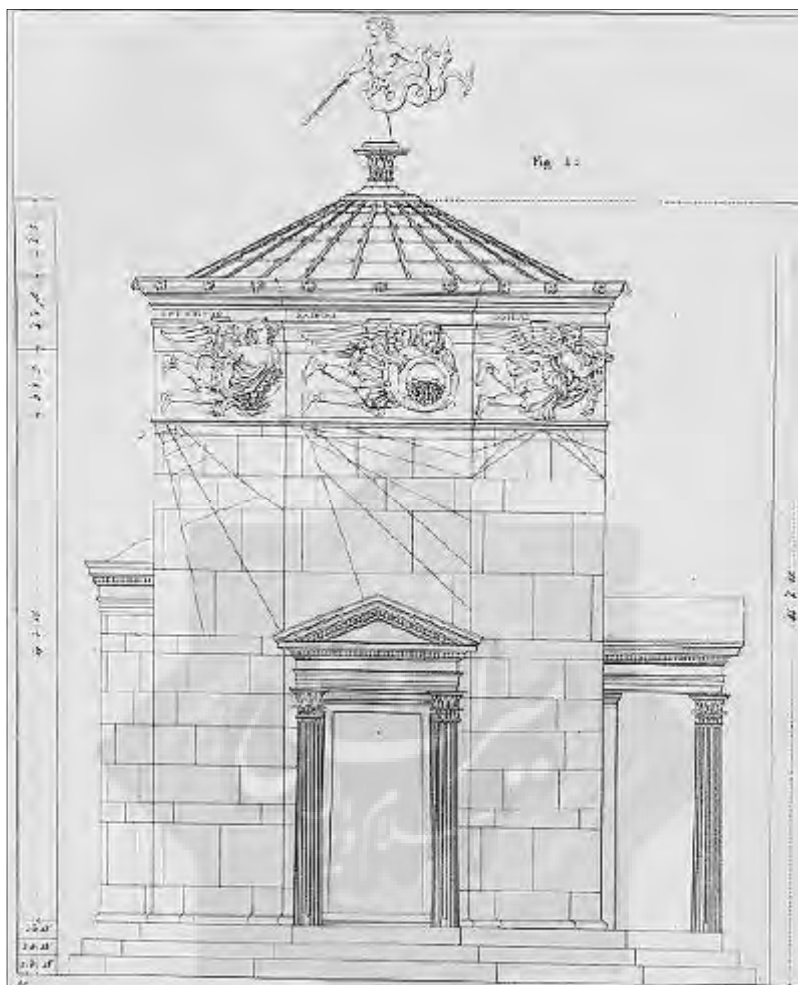


آگورای آتن با مسجد فاتحیه در سمت چپ و برج بادها در سمت راست. مسجد فاتحیه در سال ۱۴۵۸ م مقارن با دیدار سلطان محمد فاتح از آتن ساخته شد.

ویتروویوس و وارو^۱ از برج بادها یاد می‌کنند ولی به ساعت‌های آفتابی یا به وجود چیزی درون برج اشاره‌ای ندارند؛ این امر، به‌ویژه در مورد ویتروویوس، عجیب است زیرا او در کتاب‌هایش مفصلاً به ساعت‌های آفتابی و آبی و مخترعان آنها پرداخته است. ویتروویوس از سازه برج بادها تنها با عبارت «برج مرمین هشت‌وجهی» یاد می‌کند و می‌گوید که بالای سقفش بادنمایی برنزی قرار داشت که می‌چرخید و به مجسمه‌ها در هشت جهت اشاره می‌کرد. وارو که پیش‌تر از ویتروویوس می‌زیست برج را «اورولوژیوم» می‌نامد؛ اصطلاحی که برای ساعت‌های آفتابی و آبی به کار می‌رود. نام باستانی نهری که به سمت برج می‌رفت و نام چشمه‌ای که آب این نهر را تأمین می‌کرد نیز «کلپسیدرا» (به معنی ساعت آبی) است.

خطوط ساعات روی ساعت‌های آفتابی واقع در وجوه بیرونی برج بادها در شب یا در هوای ابری قابل استفاده نبود و این مجموعه با داشتن یک ساعت آبی تکمیل می‌شد.

۱. Marcus Terentius Varro از دانشمندان و نویسندگان روم باستان (۱۱۶-۲۷ ق.م).



نمای طرح بازسازی شده برج (استوارت و روت، فصل ۳، ص ۴۳، لوح ۱۴، شکل ۱)

در سده‌های اخیر بناهای زیبایی با الهام از معماری برج بادها به صورت هشت وجهی با کاربردهای گوناگون ساخته شده و تمبرهای یادگاری نیز از مجسمه‌های بادهای برج انتشار یافته است.

ویژگی‌های ساعت آبی درون برج

نوبل و پرایس با استفاده از آنچه از برج بادها به دست آمد به بررسی سازوکار ساعت آبی درون برج پرداختند.^۱ طرح بازسازی شده این ساعت با استفاده از گفتار آنان به طور خلاصه در پی می‌آید.

1. Nobe Joseph V., Price Derek J. De Solla, "The Water Clocks in the Tower of the Winds," *American Journal of Archaeology*, vol. 72, no. 4. (Oct. 1968), pp. 346-355.

آب از چشمه کلسیدرا واقع در دامنه شمالی آکروپولیس با فشار وارد برج استوانه‌ای می‌شد. آب لوله ورودی از دیوار بالا می‌رفت و درون منبع بزرگ بالایی تخلیه و آب ساعت آبی با فشار ثابت تأمین می‌شد. یک لوله سرریز نزدیک لبه بالایی منبع قرار داشت که آب با سرعت متغیری از آن به مرکز برج هشت‌وجهی می‌رفت و فواره‌ها و سایر ابزارهای نمایشی را به کار می‌انداخت. آب مورد نیاز ساعت از نزدیکی انتهای منبع بالایی خارج و با شیری که به‌دقت تنظیم شده بود کنترل می‌شد. این شیر چنان تنظیم شده بود که منبع پایینی دقیقاً در مدت ۲۴ ساعت کاملاً پر شود. با پر شدن منبع پایینی، شناوری همراه آب بالا می‌آمد و زنجیر برنزی نازکی متصل به این شناور حرکتش را به یک ابزار نمایش گذشت ساعات در مرکز برج هشت‌وجهی منتقل می‌کرد. در پایان ۲۴ ساعت که منبع پایینی پر شده و شناور به انتهای بالایی خود رسیده بود خدمتکاری شیر زیرین این منبع را باز می‌کرد تا آب در سوراخ مستطیل شکل فاضلاب تخلیه شود. سپس این روند در ۲۴ ساعت بعدی تکرار می‌شد. آب مورد نیاز ساعت از مقداری بالاتر از کف منبع تغذیه، یعنی منبع بالایی، برداشت می‌شد تا لجن یا رسوبات ته منبع منفذ ظریفی را که برای تنظیم ساعت آبی به کار می‌رفت نگیرد. سازوکاری که در این جا توصیف شد با آنچه ویتروویوس تشریح کرده است هم‌خوانی دارد.

درباره خود سازوکار تا حدی می‌توان مطمئن بود ولی در مورد نمای بیرونی ساعت نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد. ظاهر ساعت می‌توانست به صورت‌های مختلفی باشد، مثلاً زنجیر متصل به شناور می‌توانست چرخ‌دنده‌ای را بچرخاند که باعث شود میله مدرجی بالا رود و ساعات روز را نشان دهد، یا آدمک خودکاری را به کار اندازد که هر ساعت با چوب‌دست خود بر زنگی بکوبد.

مشکلی که در این میان وجود داشت تغییر مدت ساعات زمانی (فصلی) بود. در گذشته مدت روز و مدت شب به‌طور جداگانه به دوازده ساعت مساوی تقسیم می‌شد. آشکار است که به این ترتیب مدت هر ساعت روز با هر ساعت شب و همچنین با هر ساعت روز و شب‌های دیگر سال متفاوت بود. تنظیم جریان آب ساعت آبی برای هر روز و هر شب به‌منظور نشان دادن صحیح گذشت ساعات به‌سهولت میسر نبود. چندین روش اصلاحی برای حل این مشکل ساعت آفتابی ممکن بود. در یکی از این روش‌ها که ویتروویوس برای ساعت دایرة البروجی توصیف کرده است جریان آب با تغییر ارتفاع سوراخ آب خروجی در نزدیکی انتهای بالایی منبع تنظیم می‌شد. در این حالت سوراخ را می‌توانستند روی یک ورق گرد دریاورند و آن را روی دیواره منبع نصب کنند به طوری که بتواند بچرخد. لبه‌های این ورق باید کاملاً آب‌بندی می‌شد. با چرخاندن ورق به‌اندازه‌ای در حدود یک‌درجه چنانکه ورق در طول یک‌سال یک دور بزند، و با تنظیم دقیق شعاع ورق و عمق مرکز آن نسبت به سطح، بالا و پایین رفتن سوراخ می‌توانست تغییر لازم را در سرعت آب خروجی از سوراخ ایجاد کند. شاید چنین وسیله‌ای در آن زمان خواب و خیالی بیش نبوده باشد. مهندسی و

محاسبه اندازه چنین ورق چرخان یا وسیله مشابه دیگری بسیار مشکل و احتمالاً خارج از حد توانایی علمی و فنی یونانیان بود. در مورد برج‌بادهای، تقریباً غیرقابل دسترس بودن محل قرارگیری منبع با ارتفاع آب معین در محفظه بالایی برج‌گرد عملاً چنین امکانی را منتفی می‌سازد. راه حل دیگر آن بود که ارتفاع شناور درون استوانه نه با یک مقیاس بلکه با تعدادی از آنها که بتواند هر هفته یا هر ماه عوض شود یا به‌طور پیوسته روی یک استوانه چرخان تغییر یابد سنجیده شود. منطقی است که چنین طرحی در برج‌بادهای به‌کار رفته باشد.

با وجود این، وسیله دیگری وجود دارد که انتظارات را بیش‌تر برآورده می‌کند. در ساعت آنافوریک که احتمالاً هیپارکوس^۱ (حدود ۱۴۰ ق.م) اختراع کرده و ویتروویوس جزئیاتش را شرح داده است مشکل ساعات زمانی (نابرابر) به‌جای تعویض موردی مقیاس یا تغییر سرعت جریان آب با راه حل نجومی به‌خوبی حل شده است. ساعت آنافوریک علاوه بر اعلام زمان، مدلی نمایشی از جهان شناخته‌شده عرضه می‌کرد. شاید فایده اصلی این نمایش برای اختربینانی بود که می‌خواستند طالعی را که در روز اتفاق می‌افتاد پیش‌گویی کنند. این نوع نمایش جنبی، دل‌مشغولی همیشگی و جذاب بشر از زمان‌های اولیه تا عصر حاضر بوده است. پس در چنین حال و هوایی کل بنای برج‌بادهای را باید شاهکاری تلقی کرد که نمادی از کیهان و عناصر را در انظار عمومی به نمایش می‌گذارد و موجب شگفتی می‌شود. در این حالت ساعت آنافوریک محتمل‌ترین گزینه برای ابزار نمایش متصل به استوانه ساعت آبی است.

لازم به گفتن است که صفحه مرکب ساعت آنافوریک همانند اسطرلاب با خطوط دایره‌ای که نشان‌دهنده ماه‌های سال، افق و نصف النهار بود خط‌کشی می‌شد، یک شاخص بر محلی مناسب روز یا شب مربوطه بر روی این خط‌کشی‌ها قرار می‌گرفت که همراه صفحه ساعت می‌چرخید و گذشت ساعات را در آن روز یا شب نشان می‌داد.

قرص برنزی ساعت آنافوریک با اندازه و وزنی که داشت باید خوب یا تاقان‌بندی می‌شد. انتهای محور حامل قرص احتمالاً به صورت استوانه‌ای چوبی پهن شده بود تا قطری به اندازه یک‌چهارم ارتفاع منبع استوانه‌ای آب حاصل آید؛ این کار لازم بود تا یک دور دوران محور در یک روز معادل ارتفاعی باشد که شناور، آن را در طول استوانه از ته تا رأس طی می‌کرد. ضمناً استوانه باید به اندازه کافی گشاد می‌بود تا شناور بزرگی را در خود جا دهد زیرا نیروی محرک تنها از تفاوت وزن شناور در هوا و وزنش در آب حاصل می‌آید. برای چرخاندن چنین قرص سنگینی نیروی زیادی لازم است. اصطکاک در یاتاقان‌ها زیاد خواهد بود به‌ویژه با محوری که باید به اندازه‌ای ضخیم باشد تا بتواند

^۱ Hipparchos

بدون خم شدن، قرص برنزی سنگین را حمل کند.

شاید چنین قرصی در مرکز برج بادها به عنوان وسیله نمایش به کار می‌رفته است. این قرص هر روز یک بار توسط زنجیر ظریفی می‌چرخید. زنجیر از قرقره‌هایی که به طوقه‌های لوله اصلی واقع در شیار کف نصب شده بود عبور می‌کرد. دو پایه کناری هم قرص آنافوریک و هم شبکه سیم‌های نشان‌دهنده ساعت را حمل می‌کرد و چون دو پایه به منبع آب هم وصل بودند لابد فواره‌هایی از آنها فوران می‌یافت. ستون پشتی نقش تکیه‌گاه داشت، اما آب درونش نمی‌رفت. مجسمه تزئینی متناسب با محفظه بالاتر از سه پایه قرار داشت.

قسمت درونی برج را نمی‌توان با اطمینان بازسازی کرد، اما ارائه طرحی که متناسب با یافته‌های باستان‌شناسی و فناوری آن دوره باشد میسر است. فواره‌ها درون یک حوضچه مرکزی که روی حفره مرکزی تخلیه آب واقع بود عمل می‌کردند. چون آب به محوطه مرکزی هم می‌آمد فواره‌ای هم ظاهراً از حوضچه مرکزی برمی‌خاست. کل تجهیزات نمایشی با نرده مرمین از دسترسی آنتی‌های کنجکاو حفظ می‌شد. در این طرح بازسازی شده موقعیت خورشید روی قرص آنافوریک نشان می‌دهد که تقریباً ساعت دو و نیم پس از غروب خورشید در اواخر تابستان است.

آنتی‌ها با ورود به برج بادها نمایش شگفت‌آوری از هنرآوری فنی را می‌دیدند؛ در مرکز برج تمثالی برنزی از آسمان‌ها با صور فلکی و خورشید به‌طور نامحسوسی می‌چرخید و حرکت ظاهری آنها را در پهنه آسمان شبیه‌سازی می‌کرد. خورشید با حرکت خود همراه قرص آنافوریک از پشت شبکه‌ای از سیم‌های فلزی که ساعات شبانه‌روز را نشان می‌داد عبور می‌کرد. فواره‌ها در دو طرف به درون حوضچه‌ای در مرکز، فوران می‌کردند و حوضچه به‌نوبه خود فواره‌ای از آب را در برابر قرص خورشید بیرون می‌ریخت. ویژگی نمایشی این سازوکار با تزئینات بیرونی برج کاملاً هماهنگ بود. بالای همه ساعت‌های آفتابی نقش برجسته‌هایی قرار داشت که هشت باد را به صورت انسان مجسم می‌کرد. در بالای گل‌دسته سقف یک بادنمای برنزی برپا بود، این بادنما حول میله‌اش می‌چرخید و به بادی که می‌وزید اشاره می‌کرد. ما در دوره‌ای زندگی می‌کنیم که در آن علم و فن را امری عادی می‌شمیریم و از آنها و از ابنیه‌مان انتظار کارآیی و بهره‌عملی داریم. آتن دوره آندرونیک مکان عجایب و زیبایی‌ها به‌شمار می‌رفت؛ دوره‌ای که مبهوت دستاوردهای ریاضی‌دانان و اخترشناسان بود؛ دوره‌ای برای ساختن برج بادها و حظ برون از آن.

به گفته نوبل و پرایس در حالت اصلی، درون بنا تنها با دو در باز روشن می‌شد. برای استفاده از دستگاه داخل بنا به‌عنوان ساعت شب باید از نور مصنوعی مثلاً چراغ نفتی استفاده می‌کردند.