

منوچهر آرین (ضیا)

ابو محمود خجندی و سدس فخری

بیرونی خوارزمی آورده است که:^۱

«و سپس ابومحمود حامد بن خضر خجندی، به فرمان فخرالدوله، در کوه طبری چسبیده به شهر ری دو دیوار متوازی بر خط نصف النهار به فاصله هفت ذراع [آرش] از یکدیگر ساخت، و بر روی دو دیوار طاقی زد که در میان آن سوراخ گردی به قطر یک وجب درآورده بود؛ و مرکز این سوراخ را مرکز سدس و دایره‌ای قرار داد که بر خط نصف النهار میان دو دیوار نهاده بود؛ سطح آن سدس با تخته و روی تخته با صفحه برنجین پوشیده شده و محیط^۲ آن به ۳۶۰ تقسیم شده بود که هر قسمت نماینده ده ثانیه بود. خورشید از این سوراخ بر سطح نصف النهار می‌تابید. و ابومحمود چنبری به اندازه‌ی نوری که بر زمین می‌افتاد، ساخت که مرکز آن محل تقاطع آشکار دو قطر آن بود. این چنبر را بر محیط روشنی (آفتاب) می‌گذاشت و از روی محل قرار گرفتن مرکز آن، فاصله میان خورشید و سمت‌الراس را به دست می‌آورد.»

بیرونی خوارزمی آورده است:

«و این سدس فخری از لحاظ بزرگی و درستی، بر هر چه پیش و پس از آن به کار رفته، برتری دارد، چه ابو محمد در ساختن اصطرباها و افزارهای دیگر یگانه زمان بوده و شایسته چنان بوده است که اندازه میلی که او به دست آورده بود، مورد عمل قرار گیرد و افزایش و کاهش میل اعظم با آن سنجیده شود، بدان جهت که وی ثانیه‌ها را نیز اندازه می‌گرفت، تا چه رسد به دقیقه‌ها...» (بیرونی - نهایت، برگ ۸۱).

در ادامه بیرونی خوارزمی آورده است:

«و آنچه من در اینجا می‌آورم، از روی مقاله خود اوست که در تصحیح میل نوشته است (مقالة تصحیحی الميل) چون انقلاب صیفی را رصد کرد، ارتفاع آن را در نیمروز دو روز متوالی - یکی روز شنبه پنجم جمادی‌الاولی از سال ۳۸۴ هجری مطابق با هرمزد روز (اول) از تیرماه^۳ سال ۳۶۳ یزدگردی^۴ و دومی روز یکشنبه بهمن روز (دوم) از تیرماه - برابر

میل بزرگ را بیرونی بر پایهٔ روش اندازه‌گیری خجندی، برابر ۲۳:۳۲:۲۱ پیدا نموده است (بیرونی - نه‌ایات، برگ ۸۱).

بیرونی خوارزمی آورده است که:

«و عرض ری به رصد ابومحمد خجندی ۳۹:۳۴:۳۵ است که ابوالفضل هروی در روزگار رکن الدوله نیز همین اندازه را یافت.» (بیرونی - نهایات، برگ ۲۱).

جلال‌الدین تهرانی در سالنامه ۱۳۱۰، برگ ۷۰ آورده است: «خجندی اسباب رصدی به نام فخرالدوله ساخت و آن را سدس فخری نام گذارد... امروزه سسکستان Sextent نظیر آن اسباب است که برای ارتفاعیابی به کار می‌رود، لابد به جای عضاده امروز دوربینی نصب می‌کنند».

«در کتاب «جامع‌المبادئ و الغایات» تألیف ابوعلی حسن بن مراکشى طبع اروپا نیز شرحى مبسوط و مفصل در بارهٔ سدس فخرى و کیفیت ساختن و عمل کردن آن نوشته شده است.» (همایى-التفهیم، برگ ۸۰).

چنین پیداست که در نوشته‌های بالا، سلس برای اندازه‌گیری زاویه تا دقت ده ثانیه را باید به قطر هشتاد آرش (متر $۳۸/۴۰ = ۸۰ \times ۰/۴۸$) یا بیشتر ساخت. چه اینکه در اندازه‌بخش کردن هر درجه به ۳۶۰ بخش در سلس هشتاد ارشی، دقت درجه‌بندی سلس به ده ثانیه می‌رسد. اما چنان چه سلسی را با شعاع هشت ارش بسازیم، می‌توانیم آن را در برج خجندی تبرک که به نام برج نقاره‌خانه گفته می‌شود، استوار کنیم تا زاویه را تا دقت یک تا نیم دقیقه اندازه‌گیری کند. چون این برج برابری‌های بسیاری با نوشته بیرونی خوارزمی دارد، گمان می‌رود که هر دو سلس را خجندی در کوه تبرک ساخته بوده است که جایگاه یکی از آنها در برج خجندی ماندگار است و به سادگی می‌توان

آن را بازسازی نمود. ساخت و بازسازی سدس بزرگی به قطر هشتاد ارش در کوه تبرک، مانند سدس سمرقند و مراغه، کاری است که بر دوش و گردن ما می‌باشد. این سدس می‌تواند اندازه‌گیری زاویه‌ها را به نازک‌بینی گفته بیرونی خوارزمی کارساز نماید. راستای میان درجه‌بندی سدس باید درست در راستای نیمروزان (نصف‌النهار) جای ساخت سدس باشد. دو سدس نامی دیگر در مراغه و سمرقند داشته‌ایم که مانده‌هایی از آنها هنوز باقی است.

در کنار شهر ری و در کوه تبرک که هنوز نام آن از گذشته دور برای ما مانده‌گار مانده، چند ریشه‌سازه‌های کهن که راستاهای آنها با راستای نیمروزان سازگار و به نازک‌بینی ساخته شده، هنوز پابرجاست. در پایین دست و غرب کوه تبرک، دو پی آجری با هندسه هشت پهلوی برابر به خوبی پیداست. این مانده‌های سازه‌ای در راستای نصف‌النهار (نیمروزان) ساخته شده و به کار رصد خجندی می‌آمده است. در بالای کوه پی‌هایی از یک دوازده پهلوی برابر که دو پهلوی آن در راستای نیمروزان (نصف‌النهار) است، هنوز ماندگار است.

در بالای کوه تبرک یک برج با سقف فرو ریخته را هنوز ماندگار داریم. نام این برج به برج نقاره‌خانه نامی شده است. اما برابری‌هایی که این برج با نوشته بیرونی خوارزمی دارد این است که:

این برج در کوه تبرک و چسبیده به شهر ری می‌باشد.

دو دیوار از هشت دیوار آن متوازی با خط نصف‌النهار (نیمروزان) است.

فاصله آن دو دیوار از یکدیگر برابر با هفت ذراع (ارش) می‌باشد.

اکنون طاق برج فرو ریخته است.

درست در راستای نیمروزان و نصف‌النهار یک بریدگی که مانند دریچه و سوراخی می‌باشد

که بیرونی در نوشته خود آورده است هنوز در بالای برج ماندگار است.

اندازه این دریچه و سوراخ برابر یک وجب و یک بدست برابر نوشته بیرونی است. آفتاب

به خوبی در این راستا به درون می‌تابد و افق برج در بخش نیمروزی و جنوبی باز است.

برای نصب تخته‌های نگهدارنده سدس در دیوارهای این برج روزنه‌هایی پیداست.

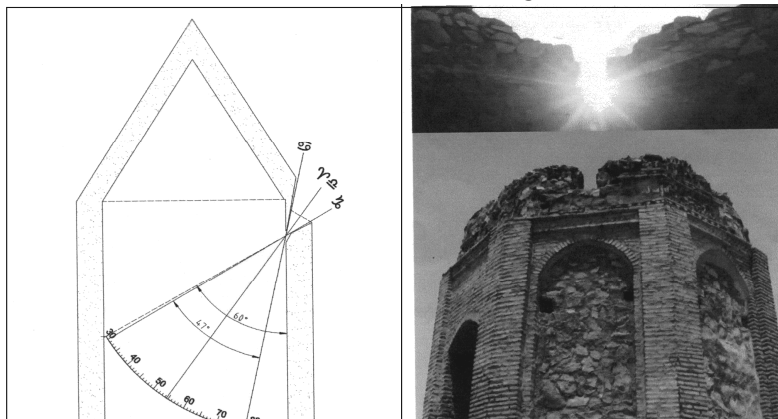
برای آرامش رصدبان یک سرداب هم در زیر خود و در بستر سنگی کوه دارد. [بستر سنگی

نمی‌تواند جایگاه مناسبی برای آرامگاه باشد. ورودی سردابی هم آرامگاه نبودن این سازه را می‌نمایاند.]

بلندی دریچه و فاصله دیوار درونی چنان است که می‌تواند یک سدس به قطر ۱۶ ارش یا به

شعاع ۸ ارش را در خود جای دهد. این سدس می‌تواند تا دقت یک تا نیم دقیقه کار کند.

نگاره زیر برشی از این برج و نمای بیرونی و درونی آن می‌باشد.



[درین نگاره برش برج، کمان سدس از ۳۰ درجه تا ۹۰ درجه ارتفاع خورشید را پیدا می کند که برابر ۶۰ درجه یا سدس درجه است. اما زاویه ارتفاع آفتاب و خورشید یا عرض جغرافیایی بستگی دارد و برای عرض شمارش شده خجندی برای کوه تبرک و ری که نزدیک ۳۵/۵ گرفته است، بین $۳۱ = ۲۳/۵ - ۳۵/۵$ - ۹۰ برای آغاز زمستان و آغاز برج بز و $۷۸ = ۲۳/۵ + ۳۵/۵ - ۹۰$ برای آغاز موسم تابستان و آغاز برج خرچنگ خواهد بود. ارتفاع آفتاب بین $۴۷ = ۲۳/۵ + ۲۳/۵$ یا نزدیک ۴۷ درجه جابجا می گردد و ساخت ۶۰ درجه کمان ۴۷ درجه را پوشش می دهد.]

ساخت برجی در کوه تبرک که درست در راستای نصف النهار ساخته شده باشد و دریچه ای هم برای رصد نیمروز داشته باشد و همیشه بتواند نیمروز را برای کارهای رصد بیابد و از افق باز پهنه برج بهره ببرد، کاری است نجومی و تنها دانشمندان نجومی چون خجندی می توانند آن را پایه ریزی نمایند. این برج (برج خجندی) می تواند یک سدسی با شعاع هشت ارش را در خود جای دهد و چنبر گفته شده بیرونی خوارزمی را هم می توان بر دریچه ای که در راستای نصف النهار موجود است، بازسازی نمود. در این برج یک دریچه دیگر در راستای طلوع نوروزی بر برج دیده می شود که در کار رصد به کار گرفته می شود.

تخریب شهر ری به دست عموزاده های سلمی ها (دزدان دریایی Pirots) به نام کاوشهای باستان شناسی در ری بدون خواندن کتابهای نجومی و تنها برای تاراج آثار موزه ای و دزدیدن آنها، زیان زیادی به تاریخ علم زده است و هیچ کس از آنها نگاهی به ارزش علمی سازه ها نداشته اند و پس از

تاراج به تاراج‌کده‌های خود در موزه‌های جهان بخش بهم ریخته را به حال خود وا گذاشته‌اند تا بقیه آثار از بین برود. اما در آغاز اگر در جستجوی سدس فخری به جستجو می‌پرداختند، آن را باز می‌یافتند. و سازه‌های ما را به نام آرامگاه نمی‌نامیدند.

خجندی و «قانون هیأت» (شکل مغنی)

در کتاب «مقالید علم الهیه» آمده است: «پس از آن به ری رفتیم و در آنجا ابومحمود حامد بن خضر خجندی را ملاقات کردم و او کتابی که در اعمال شبانه در باره ستارگان ثابت نوشته بود، به من نشان داد که در اوایل آن همین قضیه را با برهان مفصلی که از برهانهای دیگر فرق داشت، بیان کرده و آن را «قانون هیأت» (شکل مغنی) نامیده بود.»^۷

در برگ ۲۰۸ همین کتاب آمده است:

«و اما ابومحمد (خجندی) مدعی بود که در اختراع این شکل بر ابوالوفا پیشی داشته و ابوالوفا این شکل را از او گرفته است، با اختلافی که در برهانهای آنها هست و بعداً ذکر خواهم کرد، حقیقت بر من معلوم نیست و ممکن است که حق تقدم برای هر دو آنان باشد.»

«و اما کوشیار در حضور ابومحمود (خجندی) اعتراف کرد که جز تهذیب و ایجاز و تنقیح این شکل کاری نکرده است.»

از نوشته بالا پیداست که بیرونی خوارزمی و خجندی و کوشیار گیلی هر سه در یک زمان در شهر ری بوده‌اند. و اختراع شکل مغنی را بیرونی خوارزمی بین ابونصر، خجندی و ابوالوفا مشکوک دانسته است. بیرونی خوارزمی بیشتر این اختراع را به ابونصر استاد خود منسوب نموده است.

شکل مغنی یا قانون هیأت رابطه مهم زیر در مثلث غیر قائم‌الزاویه ABC کروی در هندسه کروی است:

$$\sin a / \sin A = \sin b / \sin B = \sin c / \sin C$$

اگر در اختراع شکل مغنی یا قانون هیأت شک است که خجندی نخستین بانی آن باشد در ساخت سدس

فخری هیچ جای شک نمی‌باشد که خجندی نخستین دانشمندی است که آن را ساخته است.

سدس‌هایی که پس از خجندی و از روی سدس فخری ساخته شده‌اند، در رصدخانه مراغه و رصدخانه سمرقند به کار برده شده است و در زیجه‌های گروه خواجه نصیر طوسی و گروه جمشید کاشانی به کار گرفته شده است.

- بیرونی خوارزمی، تحدید نهیات الامکان، برگردان احمد آرام، چاپ دانشگاه ۱۳۵۲، برگ ۷۶.
- ۱- چنانچه در نوشته مانده واژه «محیط» را درست بدانیم یک سبب و ششم شست درجه می‌شود
 ۲- ده دقیقه. و سدس به شعاع هشت ارش می‌شود و در برج مانده کوه تبرک می‌توان آن را استوار
 نمود. اما اگر واژه ده ثانیه را درست بگیریم، باید به جای واژه «محیط» واژه «یک درجه از محیط» را
 بر نوشته بالا بیفزاییم. با توجه به گفته‌های دیگر بیرونی گمان می‌رود که این گزیدگی درست‌تر
 باشد. و سدس بزرگ به قطر هشتاد ارش در کنار سدس کوچک به قطر هشت ارش در کوه تبرک
 و ری را خجندی ساخته بوده است.
- ۳- در اینجا به این پی می‌بریم که بیرونی خوارزمی و خجندی آغاز تیرماه یا هرمز روز را بر پایه
 گاه‌شماری ایرانی بجای خود آورده است و اگرچه هرمز را سی روز گرفته است اما پنجه را در
 موسم بهار خرد نموده و از آغاز برج بره و نوروز ماههای بهار را سی و یک روزه گرفته است تا
 انقلاب تابستانی به آغاز ماه تیرماه روز هرمز بیافاند و پایه روش آنها مانند گاهشماری که در دوران
 تقی‌زاده برای گاهشماری کنونی ما برگزیده گردیده است، بوده است. گاهشماری کنونی ما شش
 ماه سی و یک روز برای بهار و تابستان و پنج ماه و سی روزه برای پاییز و زمستان و یک ماه ۲۹ یا
 سی روزه برای اسفندماه دارد و بهترین گاهشماری جهان می‌باشد.
- ۴- سال ۳۶۳ بزرگدردی. می‌دانیم که بیرونی خوارزمی در زمان ساخت برج گنبد کاووس (قابوس) در
 جرجان بوده است و کتاب آثارالباقیه را در آنجا نوشته است. در این برج سال ۳۹۷ قمری در برابر
 سال ۳۷۵ خورشیدی بزرگدردی به خوبی در کتیبه‌های برج پایدارمانده است. سال ۳۷۵ بزرگدردی
 خورشیدی، برگزیده شده گزینش بیرونی خوارزمی و دانشمندان دیگر در برج گنبد کاووس است
 که بر پایه گاهشماری بزرگدردی می‌باشد و با این نوشته هماهنگ است و یادگاری از
 گاهشماری‌های کهن ایرانی می‌باشد.
- ۵- در اینجا به خوبی دیده می‌شود که در دو روز شنبه و یکشنبه سال ۳۶۳ بزرگدردی در شهر ری و
 تهران ابر بوده است.
- ۶- اگر بخوایم درازای کمان یک درجه این سدس را پیدا کنیم و هر ارش را ۴۸ سانتیمتر بگیریم
 چنین می‌شود که $۳۳,۵۱ = ۳,۱۴۱۵۹/۳۶ \times ۳۸۴$ که $۳۳,۵۱$ سانتیمتر برای یک درجه می‌گردد
 که اگر آن را ۳۶۰ بخش بنماییم $۰,۰۹۳ = ۳۳,۵۱/۳۶$ که نزدیک یک میلیمتر برای هر ده ثانیه
 می‌گردد. اما اگر بخوایم این اندازه را برای دقتی بیشتر بکار ببریم و هر ثانیه را اندازه بگیریم، باید
 همه شماره‌ها را در ده ضرب نماییم و قطر ما به ۸۰۰ ارش خواهد رسید. بیرونی خوارزمی از
 اندازه‌گیر - - - - -
 شماره‌ها؛
 بیشتر از
- ۷- تحقیقی در اثار ریاضی ابوریحان بیرونی - به دوستی ابوالقاسم قربانی، چاپ بیل ۱۱۷۲: برت ۱۰۷.