

گفتگو با فرهنگ سازان بزرگ ایران

۷ - مصاحبه با دکتر ابوریحان بیرونی در غزنه (بخش دو)

از دکتر عباس احمدی

اشاره - باخبر شدیم که یکی از اختر شناسان بلند آوازه ی ایرانی به نام دکتر ابوریحان بیرونی در شهر غزنه واقع در شرق افغانستان اقامت دارند و با زحمات فراوان توانستیم مصاحبه ای با ایشان ترتیب بدهیم.

ع ۱ - آقای دکتر ابوریحان بیرونی، بار دیگر از این که دعوت ما را برای مصاحبه قبول کرده اید بسیار سپاسگزارم. ضمناً از آقای سلطان مسعود غزنوی که اجازه داده اند از کاخ سلطنتی ایشان در شهر غزنه برای این گفتگو استفاده کنیم تشکر می نمایم. دیروز وقت ما بیشتر به شرح حال شما گذشت. امروز اگر موافق باشید، راجع به علم نجوم و اختر شناسی صحبت کنیم.

ا ب - موافقم

۱ - محاسبه ی شعاع کره ی زمین

ع ۱ - همان طور که می دانید عوام معتقدند که زمین مسطح است، اما جنابعالی در یکی از آثارتان به نام «کتاب فی الاسطرلاب»، که به زبان عربی نوشته اید، ثابت کرده اید که زمین کروی است و حتی شعاع کره ی زمین را نیز محاسبه نموده اید. اما، قبل از آن وارد این بحث بشویم، ممکن است بفرمایید کلمه ی اسطرلاب به چه معناست.

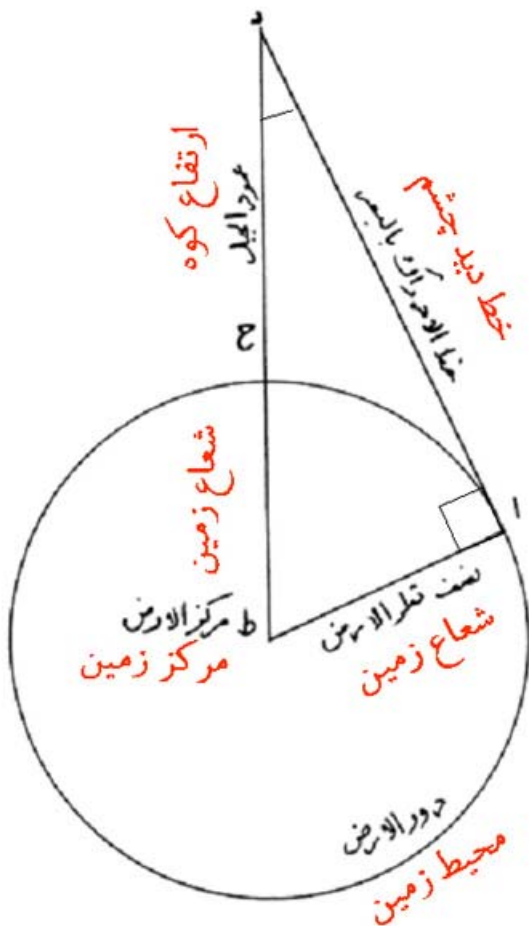
ا ب - واژه ی «اسطرلاب» یک کلمه ی یونانی است و در لغت به معنای ترازوی آفتاب است، اما، در عمل، از آن در اندازه گیری ارتفاع ستاره ها و کوکب ها استفاده می شود. چون این کتاب باره ی علم نجوم است، من عنوان «اسطرلاب» را برای آن انتخاب کرده ام. و عبارت «الکتاب فی الاسطرلاب» یعنی «کتاب در باره ی اسطرلاب».

ع ۱ - جناب آقای دکتر، شنیده ام که جنابعالی با بالا رفتن از یک کوه در هندوستان و مشاهده ی غروب خورشید، توانسته اید شعاع کره ی زمین را محاسبه کنید. چگونه توانستید شعاع کره ی زمین را با بالا رفتن از کوه محاسبه کنید؟

ا ب - اگر از کوهی که در کنار دریا و یا در دشت صافی قرار دارد بالا برویم و از قله ی این کوه غروب آفتاب را تماشا کنیم، می توانیم زاویه ی افق را محاسبه کنیم. با در دست داشتن دو عدد یعنی، زاویه ای افق و ارتفاع کوه، می توانیم شعاع کره ی زمین را محاسبه کنیم.

ع ۱ - ممکن است توضیح بیشتری بدهید

ا ب - به شکل زیر توجه کنید:



شکل ۱ - محاسبه ی شعاع کره ی زمین به روش ابوریحان بیرونی، کتاب «الاسطرلاب».
 معادل فارسی اصطلاحات عربی به رنگ سرخ به شکل فوق اضافه شده است. در این شکل، «عمود الجبل» یعنی ارتفاع کوه. «مرکز الارض» یعنی مرکز زمین. «نصف قطر الارض» یعنی نصف قطر زمین یا شعاع زمین. «دور الارض» یعنی محیط زمین. «خط الادراک البصر» یعنی خط دید چشم.

اب - در سفری که به هند داشتم، روزی نزدیک غروب آفتاب از کوهی که در دشت صافی بود بالا رفتم. ارتفاع این کوه $652/05$ ذرع بود. در شکل فوق، ارتفاع کوه با خط «د - ح» نشان داده شده است.

۱ - از قله ی کوه، محلی را در روی خط افق، که خورشید در هنگام غروب، به زمین فرو رفت مشخص کردم. این نقطه در شکل فوق با حرف «الف» نشان داده شده است. از قله ی کوه یعنی از نقطه ی «د» خطی به محل غروب خورشید یعنی به نقطه ی «الف» رسم کردم. این خط همان خط دید چشم است. طول این خط برای محاسبات ما مهم نیست.

۲ - از قله ی کوه یعنی از نقطه ی «د» یک خط به مرکز زمین یعنی به نقطه ی «ط» رسم کردم. طول این خط مساوی با شعاع کره ی زمین بعلاوه ی ارتفاع کوه می باشد.

۳ - از مرکز زمین یعنی از نقطه ی «ط» یک خط به محل غروب خورشید یعنی به نقطه ی «الف»

رسم کردم. طول این خط مساوی با شعاع کره ی زمین است.

۴ - با رسم این سه خط. یک مثلث راست گوشه بدست آوردم. در این مثلث، زاویه ی «الف» ۹۰ درجه و زاویه ی «د» یا زاویه ی افق تقریباً برابر با ۸۹ درجه و ۲۶ دقیقه است. (به طور دقیق تر برابر با ۸۹ درجه و ۲۵ دقیقه و ۲۲ ثانیه و ۱۳ ثلثه و ۵۸ رابعه و ۳۴ خامسه است)

۵ - از روی جدول های مثلثات، سینوس زاویه ی افق را محاسبه کردم. سینوس این زاویه برابر با ۵۹ دقیقه و ۵۹ ثانیه و ۴۹ ثلثه و ۲ رابعه و ۲۸ خامسه است.

ع ۱ - برای اطلاع خوانندگان جوانترمان که با سیستم اعشاری آشنا هستند، باید شرح دهیم که چگونه می توان دقیقه و ثانیه و غیره را به سیستم اعشاری تبدیل کرد. برای تبدیل دقیقه به درجه آن را به عدد ۶۰ تقسیم می کنیم. برای تبدیل ثلثه به درجه آن را به عدد «۶۰ X ۶۰» تقسیم می کنیم. برای تبدیل رابعه به درجه آن را به عدد «۶۰ X ۶۰ X ۶۰» تقسیم می کنیم. برای تبدیل خامسه به درجه آن را به عدد «۶۰ X ۶۰ X ۶۰ X ۶۰» تقسیم می کنیم. برای تبدیل سادسه به درجه آن را به عدد «۶۰ X ۶۰ X ۶۰ X ۶۰ X ۶۰» تقسیم می کنیم. بنابراین، زاویه ی افق، در سیستم اعشاری، تقریباً برابر با $۸۹/۴۲۲۸۴۲۲۴۸۲۶۳۵$ درجه و سینوس زاویه ی افق، در سیستم اعشاری، تقریباً برابر با رقم $۰/۹۹۹۹۴۹۲۶۴۷۲۸۴$ می باشد.

جناب آقای دکتر ابوریحان بیرونی، میدانم که سینوس و استفاده از سینوس در ریاضیات از ابداعات جنابعالی بوده است، اما نمی دانم که محاسبه ی سینوس چه ربطی به محاسبه ی شعاع زمین دارد؟

اب - اگر کمی صبر کنید، رابطه ی سینوس و شعاع کره ی زمین را برایتان شرح می دهم. در یک مثلث راست گوشه، سینوس یک زاویه عبارت است از طول ضلع مقابل آن زاویه تقسیم به طول وتر مثلث. به عنوان مثال، سینوس زاویه ی افق یعنی سینوس زاویه ی «د» مساوی است با طول ضلع روبرو یعنی طول خط «ط - الف» تقسیم بر طول وتر یعنی طول خط «ط - د».

نکته ی جالب این جاست که «ضلع روبرو» همان شعاع کره ی زمین است و «وتر مثلث» مساوی با شعاع زمین بعلاوه ی ارتفاع کوه می باشد. همان طور که می بینید سینوس و شعاع کره ی زمین به هم ربط پیدا می کنند. این مطالب را می توان با معادله ی زیر نشان داد:

شعاع زمین

$$\text{سینوس (زاویه ی افق)} = \dots\dots\dots (\text{شعاع زمین} + \text{ارتفاع کوه})$$

ع ۱ - چه روش ساده و در عین حال نبوغ آسایی. در این معادله، جنابعالی دو عدد یعنی سینوس زاویه ی افق و ارتفاع کوه را دارید و بنابر این می توانید عدد سوم و یا شعاع زمین را به آسانی محاسبه کنید.

اب - معادله ی فوق را می توان به صورت زیر نیز نوشت: (در پانویس این مقاله مراحل مختلف این بازنویسی به زبان ریاضی شرح داده شده است):

ارتفاع کوه * سینوس (زاویه ی افق)

$$\text{شعاع زمین} = \dots\dots\dots$$

$$\text{سینوس (زاویه ی افق)} - ۱$$

در این معادله، ارتفاع کوه یا «عمود الجبال» برابر با $۶۵۲/۰۵$ ذرع و سینوس زاویه ی افق برابر با $۹۹۹۹۴۹۲۶۴۷۲۸۴/۹۹۹۹۴۹۲۶۴۷۲۸۴$ است. اگر این دو عدد را در معادله ی فوق بگذارم می توانیم شعاع زمین را محاسبه کنیم:

$$۶۵۲/۰۵ * ۹۹۹۹۴۹۲۶۴۷۲۸۴/۹۹۹۹۴۹۲۶۴۷۲۸۴$$

$$\text{شعاع زمین} = \dots\dots\dots$$

$$۱ - ۹۹۹۹۴۹۲۶۴۷۲۸۴/۹۹۹۹۴۹۲۶۴۷۲۸۴$$

عددی که از معادله ی فوق بدست می آید $۱۲۰۸۵۱۰۳۵۹/۸۵$ ذرع می باشد.

ع ا - جناب آقای دکتر ابوریحان بیرونی، در زمان شما، واحد طول «ذرع عربی» بوده است اما، در زمان ما، واحد طول «متر» است، برای درک بهتر محاسبات شما، باید ذرع را به متر تبدیل کنیم. یک «ذرع عربی» چیزی در حدود نیم متر و یا دقیقاً برابر با $۰/۴۹۳۳$ متر است. بنابراین شعاع کره ی زمین یا «نصف قطر الارض»، بنا بر محاسبه ی جنابعالی، معادل $۶۰۳۳۹۰۵۷۵/۸۱$ متر می باشد.

اب - پس از آن که شعاع کره ی زمین را محاسبه کردم، قطر زمین را با ضرب کردن شعاع در رقم دو به دست آوردم که رقمی معادل $۲۵۰۷۰۲۰۷۱۹/۶۹$ ذرع می باشد. اگر قطر زمین را در عدد «پی» ضرب کنم محیط کره ی زمین به دست می آید که رقمی در حدود ۸۰۰۷۸۰۰۰۳۹ ذرع می باشد.

ع ا - اگر ذرع عربی را به متر تبدیل کنیم، محیط کره ی زمین یا «دور الارض» بنا بر محاسبات جنابعالی، معادل ۳۹۰۸۴۸۰۷۹۳ متر و یا $۳۹۰۸۴۸/۷۹۳$ کیلومتر می باشد. در قرن بیست و یکم، دانشمندان با استفاده از ماهواره های پیشرفته و کامپیوترهای نیرومند، شعاع کره ی زمین را در استوا معادل ۶۰۳۷۸۰۳۸۸ متر و در قطبین معادل $۶۰۳۵۶۰۹۱۱/۹۵$ متر محاسبه کرده اند. این ارقام با محاسبات شما فقط در حدود نیم دهم در صد تفاوت دارد.

جنابعالی هزارسال پیش، یعنی در زمانی که اروپا در جهل و نکبت قرون وسطایی دست و پا می زد و دستگاه تفتیش عقاید کلیسا هر اندیشه ی علمی را در نطفه خفه می کرد، با بالارفتن از کوهی در هندوستان و مشاهده ی غروب خورشید، شعاع کره ی زمین را با دقت اعجاب آوری محاسبه کردید. جنابعالی به جهانیان ثابت کردید که بر خلاف تصور عوام، زمین مسطح نیست بلکه به صورت کره ای در فضا معلق می باشد. با وجود این، دستگاه مذهبی وقت و رژیم غزنوی، کتاب «اسطرلاب»

شما را در آتش نسوزاند و شما را به اتهام ارتداد تحت تعقیب قرار نداد. اگر جنابعالی الان در اروپا تشریف داشتید، شما را به عنوان مرتد و مفسد فی الارض، زنده زنده در آتش می سوزانند.

ع ۱ - جناب آقای دکتر ابوریحان بیرونی، با آن که از محضر گرم جنابعالی سیر نمی شویم، اما متأسفانه وقت ملاقات ما به پایان رسیده است و مجبوریم دنباله ی مصاحبه را به وقت دیگر موکول کنیم. بار دیگر از این که دعوت ما را پذیرفتید تشکر می کنم.

دنباله ی این مصاحبه ی جالب را در شماره ی آینده با هم خواهیم خواند.

پایه نویسی

برای استفاده ی دانش آموزان و جوانان، روش محاسبه ی ابوریحان بیرونی را به زبان ریاضی باز می نویسیم: اگر «d» زاویه ی افق و «R» شعاع زمین و «h» ارتفاع کوه باشد، بنابراین:

R

$$\sin(d) = \frac{R}{R + h}$$

علامت X در معادله های زیر به معنای علامت ضربدر است:

$$R = \sin(d) \times (R + h)$$

$$R = R \times \sin(d) + h \times \sin(d)$$

$$R - R \times \sin(d) = h \times \sin(d)$$

$$R(1 - \sin(d)) = h \times \sin(d)$$

$$h \times \sin(d)$$

$$R = \frac{h \times \sin(d)}{(1 - \sin(d))}$$

اگر ذرع $h = 452.05$

و درجه $d = 89.224822$

و $\sin(d) = 0.99994926475284$

باشد، بنابراین:

$$452.05 \times 0.99994926475284$$

$$R = \frac{452.05 \times 0.99994926475284}{(1 - 0.99994926475284)} = 12,851,359.85 \text{ ذرع}$$

یک ذرع عربی برابر با 0.4933 متر است، بنابراین شعاع کره ی زمین بنا بر محاسبات ابوریحان بیرونی برابر با $6,339,575.81$ متر می باشد.

منبع:

لیست کامل منابع و ماخذ، در بخش آخر ذکر خواهد شد.

Email: abbas.ahmadi@mailcity.com

Web Site: <http://news.gooya.com/ahmadi.php>

Phyl07Biruni2.vnf