

اسطرلاب*

هَبَّتَ اللَّهُ ذُو الْفَنُونِ

منصور نجومی

اسطرلاب در اصل واژه‌ای یونانی (ἀστρολάβος) با تلفظ استرولابوس) و ابزاری کهن و مشهور برای تعیین ارتفاع و مختصه‌های دیگر نجومی اجرامی نظیر خورشید، ماه و ستارگان است.

حمزه اصفهانی نام آن را از یونانی به فارسی ترجمه کرده و «ستاره‌یاب» گذارده است. به وسیله اسطرلاب، محاسبات بسیاری مانند تعیین مدت زمان گذشته از روز یا شب را نیز می‌توان انجام داد.

* استاد ذوالفنون پس از اطلاع از نیت مجله فرهنگ برای تدوین ویژه‌نامه مربوط به تاریخ علم در ایران و اسلام، با وجود کسالت و ضعف شدید قوای جسمانی، تقاضای مجله را برای نگارش مقاله اجابت و مقاله «اسطرلاب» را (با همکاری آقای نجومی) تألیف فرمودند.

باید یادآور شد که مبحث مربوط به اسطرلاب و کاربرد آن، موضوعی است که استاد سالیانی را به تدریس در آن اشتغال داشته‌اند و مقاله حاضر نیز گزیده‌ای از مباحث درسی آن ایام ایشان است. در اینجا فرصت را غنیمت می‌شماریم و ضمن تشکر فراوان از ایشان، سلامت و طول عمر استاد را از درگاه احدیت مسألت می‌کنیم. (فرهنگ)

اجزا و قسمتهای تشکیل دهنده اسطربلاب

این ابزار (که رایجترین نوع آن، اسطربلابِ مسطح و مورد بحث این مقاله است) شامل پشت، شکم و قسمتهای مجزایی است که از طریق یک محور مرکزی به یکدیگر متصل می‌شوند. در پشت و روی اسطربلاب، صورتها و خطوطی وجود دارد که هر یک به نامی خوانده می‌شود. اجزای اصلی اسطربلابِ مدور هستند؛ و این جز زائدهٔ موسوم به «کُرسی» است که به «حُجره» (یا قاب اسطربلاب که صفایح در آن قرار می‌گیرند) متصل است. در وسط کرسی، سوراخی برای عبور یک حلقه (عُرْوه) و آویزان کردن اسطربلاب تعبیه می‌شود.

در مرکز حجره (أم) روزنه‌ای به نام سوراخِ «قُطب» وجود دارد که در آن محوری (به نام قطب یا وَتَد) جای می‌گیرد و به وسیلهٔ آن اجزای اسطربلاب به یکدیگر متصل می‌شوند. برای جلوگیری از جدا شدن این اجزا، سوراخ دیگری نیز در خود محور تعبیه شده است و شیء میخمانندی هم، که سر آن به شکلِ سر یک اسب (به نام «فَرس» یا «اسبک») است، برای نگهداری اجزای مذکور در آن قرار داده شده است. در زیر اسبک، حلقهٔ واشر مانند کوچکی جای دارد که آن را در قسمت فوقانی «عنکبوت» نگه می‌دارد و «فلس» یا «پشیز» خوانده می‌شود.

زیر اسبک، قطعهٔ بلند خط کشمانندی به نام «عِضاده» قرار دارد که به تبعیت از قطب می‌چرخد؛ نوک دو سرِ عضاده به صورت شاخهای نوک تیزی است که به «مُربهای عضاده» موسوم است. به فاصلهٔ اندکی از مُربها (و روی عضاده)، دو قطعهٔ چهارگوش کوچک به نام «لُبته» یا «خِشتک» نصب می‌شود و بر هر یک از این دو، سوراخ کوچکی (موسوم به «سوراخِ شعاع» یا «سوراخِ دید» یا «هَدَفه») تعبیه شده است.

اکنون به شرح طرفِ دیگر اسطربلاب، یعنی صفحه‌ای که روی آن را تشکیل می‌دهد، خواهیم پرداخت. محیط این صفحه، که حجره نامیده می‌شود، دیوارهٔ باریکی را در بر می‌گیرد که محل استقرارِ «صفیحه»های (صفایح) اسطربلاب است و خود این دیواره در

حقیقت باعث تثبیت صفایح خواهد بود. در بخش فوقانی صفحات مذکور، صفحه مدور و مشبک دیگری به نام «عنکبوت» یا «شبهه» قرار گرفته که روی محیط آن، اسامی دوازده بُرج فلکی حک شده است. این محیط مدور، همان «منطقة البروج» است. در برابر بُرج جدی نیز زائده (شاخص) نوک تیزی وجود دارد که آن را «مُرّی مطلق» (بدون اضافه کردن صفتی) می‌نامند و زمانی که عنکبوت را بگردانند، این مُرّی همیشه با مُرّی حُجره مماس است.

در اطراف منطقه البروج زواید نوک تیز دیگری نیز تعبیه، و اسامی کواکب ثابت بر آنها نوشته می‌شود که به «مُریهای کواکب» (نشان‌دهنده‌های کواکب) موسوم‌اند. هنگامی که اسبک را از قطب خارج سازیم، عنکبوت و صفایح زیرین آن، به گونه‌ای از هم جدا می‌شوند که می‌توان از منحنیها و اطلاعات موجود در هر دو روی هر یک از این صفيحه‌ها استفاده کرد و عرض هر شهر یا سرزمینی را یافت.

* * *

با توجه به مطالب بالا، می‌توان چنین نتیجه گرفت که اجزای اسطرلاب به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند؛ نخست اعضای کلی که به عضو دیگری متصل نیستند (مانند اُم)، دوم اعضای جزئی که به عضوهای دیگر متصل‌اند (نظیر کُرسی).

اعضای کلی، هفت قسم‌اند که به «هفت اندام اسطرلاب» با نامهای زیر مشهورند: حُجره، عَضاده، صفایح، عنکبوت، قَرَس، قَلَس و قطب.

از اعضای جزئی نیز یکی «مُدیر» (گرداننده) یا برآمدگی کوچکی در کنار عنکبوت است که به وسیله آن عنکبوت را می‌چرخانند و دیگری، مُسککه (نگاهدارنده) یا زبانه کوچکی است که اغلب در کنار حُجره (اُم) جای می‌گیرد و متداول است که بریدگی مختصری را بر لبه صفایح ایجاد می‌کنند تا زبانه مذکور در آن قرار گیرد و مانع حرکت صفيحه‌ها شود.

وصف خطهای اسطرلاب

چنانچه اسطرلاب را طوری در دست گیریم که پشت آن در مقابل چشمان ما و کرسی در زیر قرار گیرد، قطری را که از راست به طرف چپ امتداد دارد، «خط افقی» یا «خط مشرق - مغرب» گویند. رُبع دایره فوقانی خط مشرق - مغرب را که در طرف چپ راصد قرار می‌گیرد، «رُبع ارتفاع» نامند. سپس آن را به ۹۰ قسمت مساوی (۹۰°) تقسیم می‌کنند و این تقسیمات را «اجزای ارتفاع» می‌خوانند، آنگاه ابتدای آنها را که از سمت چپ خط افقی شروع می‌گردد، با حروف ابجد از عدد پنج آغاز و با افزودن مضارب این عدد (تا ۹۰ درجه)، شماره درجات به ترتیب به دست می‌آید، تا اینکه آخرین درجه (یعنی عدد ۹۰) در مقابل خط وسط کرسی قرار می‌گیرد. رُبع دایره مقابل رُبع ارتفاع، یعنی رُبع دایره دست راست راصد را که در زیر خط مشرق - مغرب قرار دارد، «رُبع ظِل» می‌نامند و آن را به ۹۰ درجه تقسیم می‌کنند و این خطوط تقسیم را «انگشتان سایه» می‌گویند.^۱

شرح خطوط روی صفيحه‌ها

در زیر عنكبوت چنانکه اشاره شد، چند صفيحه قرار دارد که بر هر دو روی هر یک از آنها منحنیهایی به ترتیب زیر حک شده است:

سه دایره متحدالمركز بر هر صفيحه به صورتی رسم شده است که دایره بزرگتر را «مدار رأس الجدی»، دایره کوچکتر را «مدار رأس السّرطان» و دایره وسطی را «مدار حَمَل و میزان» (مدار اعتدال) می‌نامند. دو قطر عمود بر هم، سطح هر صفيحه را به چهار قسمت مساوی تقسیم کرده‌اند که قطر افقی، همان خط مشرق - مغرب است. از مرکز دایره به طرف راست را «خط مغرب» و از این مرکز به سمت چپ را «خط مشرق»

۱. دایره حجره را به ۳۶۰ قسمت مساوی بخش می‌کنند و هر یک را «درجه» می‌خوانند؛ در این حالت، هر ۱۵ درجه معادلی یک ساعت و هر درجه معادلی چهار دقیقه خواهد بود.

خوانند. نصفِ قطرِ دوم را، که از مرکز به طرف کرسی امتداد دارد، «خط وسط السّماء» یا «خط نصف التّهار» و نیمهٔ دیگر را، که از مرکز به سمت زیر خطِ مشرق - مغرب قرار می‌گیرد، «وَتَدَ الْأَرْضُ» یا «نصف اللّیل» می‌نامند.

افق، قوسی است که از دو نقطهٔ محلّ تقاطعِ خطِ مشرق - مغرب با مدارِ حَمَلْ عبور کند. دوایرِ موازی با افق را «مُقَنْطَرَاتِ» گویند، که خود آنها به وسیلهٔ خطِ نصف التّهار به دو بخش «مُقَنْطَرَاتِ شرقی» و «مُقَنْطَرَاتِ غربی» تقسیم می‌شوند. افق نیز به وسیلهٔ خطِ نصف التّهار، به دو قسمت «افق شرقی» و «افق غربی» بخش می‌گردد.

در وسط کوچکترین مُقَنْطَرَه، نقطه‌ای هست که بر آن حرفِ ص دیده می‌شود و نامش «سمت الرّأس» است و خطهای «ساعات مُتَوَجّه» آن، در زیر افق - بین مدار رأس السّرطان و مدار رأس الجدی - کشیده شده و میان هر دو خط، عدد مربوط به آن از خط مغرب به طرف مشرق، و از شمارهٔ یک تا ۱۲ نوشته شده است.

اسطرلابهای مهم و متداول

اگر اسطرلابی دارای ۹۰ مُقَنْطَرَه باشد و بین هر دو خط عدد مربوط بدان ثبت گردد، اسطرلاب تمام (کامل) است. ولی چنانچه اسطرلاب کوچک بوده و گنجایش ۹۰ مُقَنْطَرَه را نداشته باشد، تعداد مُقَنْطَره‌ها را ۴۵، ۳۰ و یا ۱۵ اختیار می‌کنند و آنها را به ترتیب «اسطرلاب نصف»، «اسطرلاب ثلث» و یا «اسطرلاب سدس» می‌خوانند. ولی هیچ‌گاه مُقَنْطَرَات را به پنج تقسیم نمی‌کنند و هر نوعی که باشد، تقسیمات آن مطابق با درجاتِ بروج خواهد بود.

اقسام اسطرلاب، بسیار است و این مختصر گنجایش شرح انواع آن را ندارد.

علائم حک شده بر پشت اسطرلاب

چون محلّ ثبت کواکب به اندازه کافی وسیع نیست تا بتوان نام همه آنها و وجوه و مثلثات را در آن گنجانید، به ناچار هر کوکبی با علامت خاص رومی، روی اسطرلابها نشان داده می‌شود.

بایستی خاطر نشان کرد که هندیان، اولین حرف از نام هندی هر ستاره را به عنوان علامت مشخصه همان ستاره قرار داده‌اند.

* * *

طریقه یافتن ارتفاع به وسیله اسطرلاب

نخست رو به آفتاب می‌ایستیم و حلقه آویزه اسطرلاب را با دست راست خود چنان نگاه می‌داریم که اسطرلاب به حالت آزاد و معلق در فضا قرار گیرد، سپس رُبع ارتفاع را به طرف خورشید می‌گیریم و عضاده را آنقدر به طرف بالا و پایین می‌گردانیم تا سوراخ دیدگانی لبه پایینی و سوراخ لبه‌ای که در بالا و به سمت خورشید است، در یک راستا قرار گیرند و ما بتوانیم شعاع بصری آفتاب را از سوراخ هر دو لبه مشاهده کنیم (یعنی سوراخها و خورشید را در امتداد یک خط مستقیم ببینیم). در این موقع عضاده را ثابت، و به مری عضاده نگاه می‌کنیم؛ درجه مقابل مری عضاده، معرف ارتفاع خورشید در آن ساعت است.

در صورتی که زمان تعیین ارتفاع، قبل از ظهر (زوال آفتاب) باشد ارتفاع شرقی و اگر بعد از ظهر باشد ارتفاع غربی است. عمده ستارگانی که می‌توان ارتفاع آنها را با این روش اندازه گرفت، چهل عدد و به شرح زیر هستند:

۱. عین الثور، ۲. عیوق، ۳. بدالجوزاء الیمنی، ۴. رِجُلُ الجوزاء الیمنی، ۵. شعرای
- یمانی، ۶. شعرای شامی، ۷. رأس التوأم المقدم، ۸. رأس التوأم المؤخر، ۹. قلب الأسد،
۱۰. قَرْد، ۱۱. صَرْفَه، ۱۲. بِسْمَاكِ رَامِح، ۱۳. بِسْمَاكِ أَعْرَزَل، ۱۴. نیرالفکّه، ۱۵.
- قلب العقرب، ۱۶. نَسْرٍ واقع، ۱۷. نَسْرٍ طایر، ۱۸. رأس الحوّاء، ۱۹. رِذْف، ۲۰.

کف الخضیب، ۲۱. قرن الثور، ۲۲. یدالجوزاء الیسری، ۲۳. ظهر الأسد، ۲۴. سهیل، ۲۵.
 جناح العُراب، ۲۶. فم الحوت، ۲۷. ذنب قیطس شمالی، ۲۸. آخر النهر، ۲۹.
 ذنب الدلفین، ۳۰. عُنُق الحیة، ۳۱. منقار الدجاجه، ۳۲. مرفق الثریا، ۳۳. رأس الغول،
 ۳۴. سره الفرس، ۳۵. جناح الفرس، ۳۶. منكب الفرس، ۳۷. متن الفرس، ۳۸.
 بطن الحوت، ۳۹. رجل المسلسله، ۴۰. ناطح.

تعیین ارتفاع خورشید از طول سایه شخص و برعکس، یافتن سایه از ارتفاع زمانی که ارتفاع آفتاب به دست آمد، برای پیدا کردن طول سایه شخص باید به مری عضاده در ربع سایه نگاه کنیم؛ درجات آن، معادل طول سایه شخص در همان ساعتی است که ارتفاع خورشید را تعیین نموده ایم.

اگر طول سایه شخص را بدانیم و آن را در درجات ربع ظل معین نماییم و مری عضاده را روی همان درجه تنظیم کنیم، مری بالای عضاده در ربع دایره ارتفاع، درجات ارتفاع آفتاب را در آن ساعت نشان می دهد.
 توضیح، درجات ارتفاع از محل تقاطع خط مشرق - مغرب (در مغرب) با محیط دایره، شروع می شود و به طرف کرسی پیش می رود تا به ۹۰ درجه برسد. درجات سایه نیز، از محل تقاطع قطری که از وسط کرسی می گذرد (در ربع ظل) آغاز می شود و تا ۹۰ درجه امتداد می یابد.

تعیین طالع از ارتفاع آفتاب

روی اسطرلاب را در برابر خود نگه می داریم و یکی از صفحه ها را که عرض آن مطابق یا نزدیک با عرض محل باشد، در زیر عنکبوت قرار می دهیم. در مُقنطره های آن صفحه، مُقنطره ای را که مطابق یا نزدیک با ارتفاع آفتاب باشد (ارتفاع آفتاب را قبلاً

به دست آورده‌ایم) پیدا می‌کنیم (البته اگر ارتفاع شرقی باشد در مُقَنطَرَاتِ شرقی و اگر غربی باشد در مُقَنطَرَاتِ غربی نظر می‌افکنیم) و محلّ آنرا علامت می‌گذاریم. چنانچه اسطرلاب تمام باشد، درجه ارتفاع آفتاب را دقیقاً نشان می‌دهد ولی اگر از انواع نصف، ثلث و یا سدس انتخاب شود، ممکن است درجه ارتفاع آفتاب میان دو خط افتد که در این صورت باید با تخمین محلّ آنرا بیابیم و علامتگذاری کنیم. سپس با استفاده از تقویم، برج و درجه آفتاب را در آن زمان استخراج و روی منطقه البروج صفحه عنکبوت، برج و درجه آنرا پیدا می‌نماییم (اگر اسطرلاب کامل نباشد، مانند روشی که ذکر آن رفت، با استفاده از دستور بین دو خط، محلّ آنرا تعیین و علامتگذاری می‌کنیم). حال درجه به دست آمده را روی مُقَنطَرَة ارتفاع خورشید - شرقی یا غربی که قبلاً یافته‌ایم - قرار می‌دهیم. پس از آن به افق مشرق توجه می‌کنیم؛ برج و درجه‌ای که در نقطه افق مشاهده می‌شود، همان «طالع» است (در این حالت نیز اگر افق مشرق درست روی خطی از درجات قرار نگیرد، طبق همان قاعده تخمین بین دو خط عمل می‌نماییم).

مثال: اگر ارتفاع شمس، ۲۰ درجه و اسطرلاب از نوع سُدسی باشد ارتفاع، بین مُقَنطَره‌های ۱۸ و ۲۴ خواهد بود و اختلاف میان ۱۸ و ۲۰ درجه، یک سوم فاصله دو مُقَنطَره است. بنابراین، با تخمین محلّ ۲۰ درجه را بین مُقَنطَرَاتِ ۱۸ و ۲۴ تعیین می‌کنیم. در مورد افق مشرق هم چنانچه افق، روی یکی از خطوط تقسیم درجات نباشد فاصله بین دو خط را بتخمین تعیین و بر عدد خط درجه قبلی اضافه می‌نماییم تا بدین ترتیب درجه طالع به دست آید.

اندازه‌گیری ساعات سپری شده از روز

وقتی که درجه طالع روی افق مشرق باشد، محلّ مَرِي سَرِجَدْنِي را روی حجره علامت می‌گذاریم. آنگاه عنکبوت را بر خلاف توالی بروج می‌چرخانیم تا نشانه درجه آفتاب - که قبلاً علامت گذارده بودیم - به افق مشرق برسد. درجات بین مَرِي و علامت اول از

اجزای حجره، معادل «دایر» است (مفهوم دایر، عبارت از ساعات سپری شده از روز است ضرب در ۱۵ درجه). هر ۱۵ درجه از مجموع درجات به دست آمده را معادل یک ساعت محسوب می‌داریم و کسر ۱۵ درجه را برای هر درجه، چهار دقیقه اختیار می‌نماییم، آنگاه مجموع ساعات و دقائق را حساب می‌کنیم. این مقدار، مساوی مدت زمانی است که از طلوع آفتاب گذشته است.

تعیین طالع و ارتفاع آفتاب، با دانستن ساعت سپری شده از روز چنانچه عدد ساعاتی گذشته از روز را در ۱۵، و تعداد دقائق را در ۴ ضرب کنیم، حاصل جمع این دو مقدار، «دایر» را نشان می‌دهد. درجه آفتاب را بر افق مشرق قرار می‌دهیم و محلّ مری را روی حجره علامت می‌گذاریم، از این محلّ به طرف راست (به سوی وسط السماء و مغرب) تعداد درجه‌های دایر را به درجات قبلی اضافه می‌کنیم و علامت می‌گذاریم. بعد عنکبوت را می‌چرخانیم تا مری به علامت جدید برسد، حال هر چه را که افق مشرق روی دایره البروج نشان دهد، بُرج و درجه طالع خواهد بود. در این وضع، درجه آفتاب روی هر مُقنطَره‌ای (شرقی یا غربی) که قرار گیرد، عدد مربوط به آن ارتفاع (شرقی یا غربی) شمس را نشان می‌دهد.

به دست آوردن طالع در شب

اگر ساعات گذشته از شب را داشته باشیم، عدد آن را در ۱۵ ضرب می‌کنیم تا دایر به دست آید. آنگاه نظیر درجه آفتاب را روی افق مشرق قرار می‌دهیم (چون در شب از خورشید خبری نیست نظیر درجه آفتاب در شب، به جای درجه آن در روز است). از جایی که مری در حجره نشان می‌دهد، از چپ به راست - معادل درجات دایر - جلو می‌رویم و مری را در همانجا مستقر می‌کنیم؛ هر برج و درجه‌ای را که افق شرقی بر دایره البروج معین سازد، طالع است.

تعیین ارتفاع کواکب ثابت

اسطرلاب را با دست راست، به حالت آویزان و رُبع ارتفاع را به سمت ستاره مورد نظر نگاه می‌داریم (در صورتی که نام ستاره در صفحه عنکبوت موجود باشد). سپس عضاده را آنقدر به طرف بالا و پایین تغییر مکان می‌دهیم تا آنکه سوراخ دو لبه (بالایی و پایینی) و ستاره را در یک امتداد ببینیم. در این حال مُرّی عضاده، ارتفاع ستاره را نشان می‌دهد. چنانچه ستاره در شرقِ نصف النهار باشد، ارتفاع شرقی و اگر در غربِ نصف النهار باشد، ارتفاع غربی است.

یافتن طالع ستاره از روی ارتفاع آن

مُرّی ستاره‌ای که ارتفاعش را به دست آورده‌ایم، بر مُقنطرات ارتفاع (شرقی یا غربی) آن قرار می‌دهیم. هر برج و درجه‌ای را که افق مشرق نشان دهد، معرف طالع آن ستاره است و درجه آفتاب، ساعت مُتَوَجَّح آن ساعت خواهد بود.

تعیین ساعات گذشته از شب، به وسیله ستارگان

وقتی که درجه طالع معین شد، جای مُرّی را روی حجره علامت می‌گذاریم و عنکبوت را در جهت مخالف می‌گردانیم تا نظیر درجه آفتاب بر افق مشرق منطبق شود، سپس اندازه تغییر مکان مُرّی بر حجره را تبدیل به ساعت می‌کنیم تا مدت سپری شده شب معلوم گردد.

روش تعیین وقت طلوع و غروب ستاره

سَرِ مُرّی ستاره را روی افق مشرق قرار می‌دهیم، اگر درجه آفتاب در مُقنطرات بالای افق باشد، طلوع ستاره در روز است. محلّ مُرّی را بر حجره علامت می‌گذاریم و عنکبوت را در جهت مخالف می‌گردانیم تا درجه آفتاب به افق مشرق برسد. سپس مجموع درجات طی شده به وسیله مُرّی را به ساعت تبدیل می‌کنیم تا زمان طلوع ستاره مزبور به دست آید.

اگر درجه آفتاب در مُقَنطَرَاتِ زیر افق باشد، طلوع ستاره در شب است. در این حالت نیز محلّ مُری را روی حجره علامتگذاری می‌کنیم و عنکبوت را در خلاف جهت می‌چرخانیم تا نظیر درجه آفتاب به افق مشرق برسد. آنگاه مجموع درجاتی که مُری روی حجره تغییر مکان داده است را به ساعت تبدیل می‌نماییم تا زمان طلوع ستاره معلوم شود. حال اگر تعیین ساعت غروب ستاره در نظر باشد، به جای آنکه از افق مشرق آغاز کنیم، از افق مغرب شروع خواهیم کرد و مطابق قاعده فوق عمل می‌کنیم تا زمان غروب ستاره مورد نظر به دست آید.

تعیین بروج و درجات دوازده خانه طالع

درجه طالع را روی افق مشرق قرار می‌دهیم و درجه سابع، یا غارب، را در افق مغرب می‌خوانیم. خط نصف النهار، برج و درجه وسط السماء را که مربوط به خانه دهم از طالع است - نشان می‌دهد. حال اگر وَتَدَ قایم باشد، برج و درجه را در خانه دهم قرار می‌دهیم و چنانچه وَتَد مایل باشد، آنها را در خانه یازدهم می‌نویسیم و این برج و درجه عاشر خواهد بود. برج غارب، هفتم از برج طالع است و این دو، از لحاظ درجه و دقیقه برابراند. به همین ترتیب کلیه خانه‌هایی هم که دو به دو مقابل یکدیگر قرار دارند، از لحاظ درجه و دقیقه مساوی هستند.

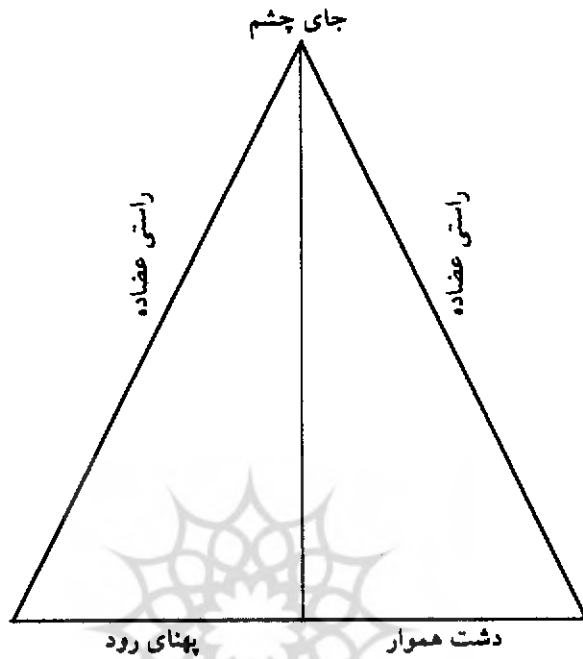
پس از به دست آمدن اوتاد، عنکبوت را به قدر دو ساعت - از ساعت مُعَوَّجَه - بر خلاف جهت بروج می‌گردانیم تا اینکه طالع در مقابل خط اول از ساعت یازدهم واقع شود. در این صورت نصف النهار، برج و درجه خانه نهم را نشان می‌دهد؛ نظیر آن، خانه سوم است که از نظر درجه برابر آن می‌باشد.

در مرحله بعد، مجدداً عنکبوت را در همان جهت خلاف و به قدر دو ساعت مُعَوَّج می‌چرخانیم تا زمانی که طالع در برابر خط اول از ساعت نهم قرار گیرد؛ خط

نصف النهار، برج و درجه خانه هشتم را نشان خواهد داد. نظیر آن هم برج و درجه خانه دوم است. حال درجه نظیر طالع را مقابل خط اول از ساعت سوم در نظر می‌گیریم، خط نصف النهار زیر افق، برج و درجات خانه یازدهم را می‌نمایاند، که نظیرش برج و درجه خانه پنجم است. بالأخره، درجه نظیر طالع را بر خط اول از ساعت پنجم قرار می‌دهیم؛ در این حالت نصف النهار، برج و درجه خانه دوازدهم را نشان می‌دهد که نظیر آن برج و درجه خانه ششم است.

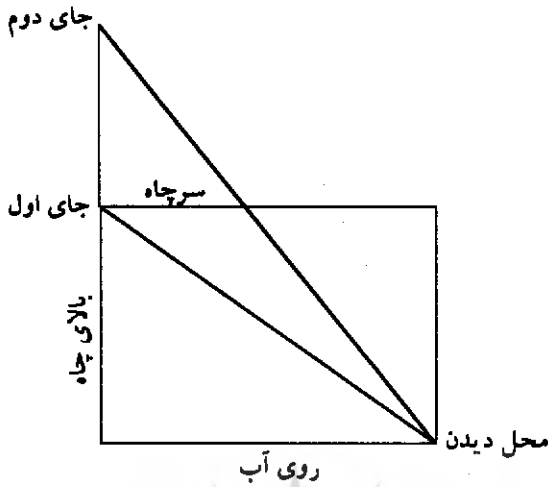
در صورتی که وتد دیگری معلوم باشد، چگونه طالع از آن به دست می‌آید؟ اگر وتد معلوم، غارب باشد آن را بر افق مغرب قرار می‌دهیم و اگر درجه وسط السماء، آن را روی خط وسط السماء و به طرف کرسی می‌گذاریم و اگر درجه وتد الأرض است، آن را بر خط وتد الأرض (در زیر افق) قرار می‌دهیم و در هر صورت افق مشرق، برج و درجه طالع را تعیین می‌نماید.

محاسبه عرض یک رودخانه و یا قسمتی از زمینی که پیمایش آن امکان ندارد کنار رودخانه یا نقطه‌ای از زمین مورد نظر می‌ایستیم و اسطرلاب را به حالت آویزان در دست می‌گیریم، سپس عضاده را در جهت بالا و پایین به حرکت در می‌آوریم تا سوراخهای لبتین و کناره دیگر (در عرض) رودخانه یا نقطه دیگر قطعه زمین را در یک راستا مشاهده نماییم، آنگاه بدون اینکه محل عضاده و یا مکان استقرار خود را تغییر دهیم به جانب بخش مسطح زمین می‌چرخیم. در این حال نیز عمل رصد را انجام می‌دهیم و نقطه‌ای را که از سوراخ لبتین دیده می‌شود، با نشانه‌ای در نظر گرفته و فاصله نقطه را تا محل اولیه اندازه می‌گیریم. مقدار به دست آمده، برابر با عرض زمین یا رودخانه است.

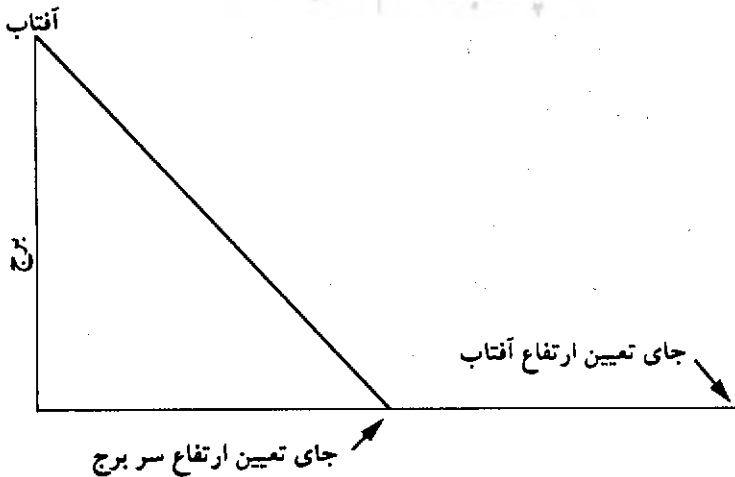


اندازه‌گیری عمق چاه

بر لبه چاه می‌ایستیم و اسطرلاب را طوری در دست چپ نگاه می‌داریم که رُبع ارتفاع به طرف ما و رُبع ظلّ به سمت چاه باشد، سپس عضاده را آنقدر حرکت می‌دهیم تا انتهای چاه و سوراخ دو لبه را در امتداد یک خط مشاهده کنیم. پس از آن، جای مُری عضاده را در رُبع سایه مشاهده و درجات آن را علامتگذاری می‌نماییم، سپس به اندازه یک انگشت سایه (معادل ۵ درجه) عضاده را به سوی پایین تغییر مکان می‌دهیم (درجات سایه کم می‌شود). در مرحله بعد، محلّ استقرار خود را عوض می‌کنیم و عمل رصد را تکرار می‌نماییم تا مجدداً انتهای چاه و سوراخ لبّتین را در یک امتداد ببینیم. حال فاصله این نقطه را تالب چاه تعیین و در تعداد انگشتان سایه ضرب می‌کنیم تا عمق چاه به دست آید و اگر این فاصله را در عدد ۱۲ ضرب کنیم، قطر دهانه چاه نیز مشخص می‌شود.

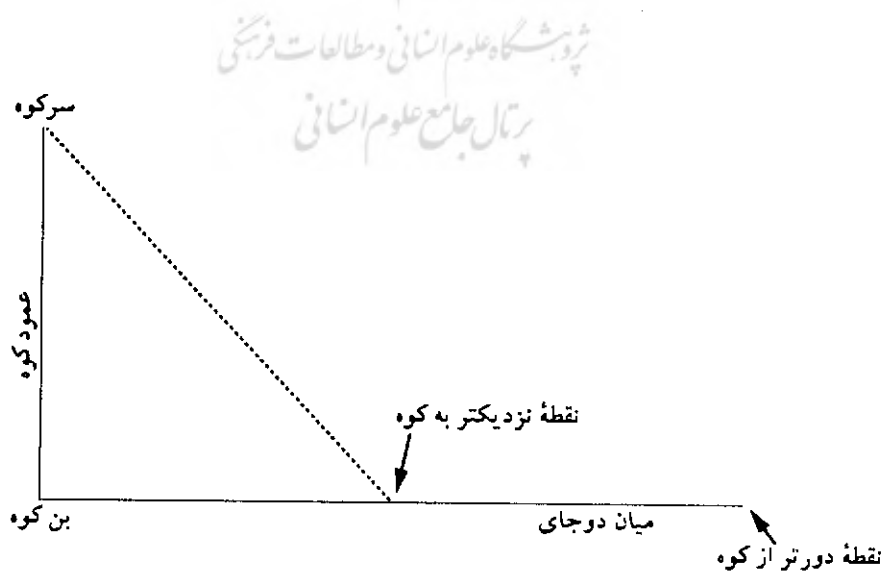


تعیین بلندی برج یا دیواری که پای آن بتوان مستقر شد وقتی که ارتفاع خورشید به ۴۵ درجه برسد طول سایه برج یا دیوار، برابر ارتفاع آن خواهد بود. اگر ارتفاع آفتاب کمتر از ۴۵ درجه باشد، مری عضاده را در ربع ارتفاع و روی ۴۵ درجه مستقر می‌کنیم و بدون حرکت دادن عضاده، طوری آن را تغییر مکان می‌دهیم تا سرِ برج از سوراخ کُتین دیده شود. از این محل تا پای برج را اندازه می‌گیریم و طول قامت خود را به آن می‌افزاییم؛ مقدار حاصل، ارتفاع برج خواهد بود.



محاسبه ارتفاع کوه یا برجی که امکان استقرار در پای آنها نباشد به همان شیوه تعیین ارتفاع، سر کوه را رصد و درجات مری عضاده را در ربع سایه معین می‌کنیم و آن را سایه اول قرار می‌دهیم. پس از آن یک انگشت سایه (فاصله دو خط از درجات ربع سایه) کم، و عضاده را در محل جدید مستقر می‌نماییم و آنقدر به کوه نزدیک می‌شویم تا نوک قله آن و دو سوراخ لُبَنه‌ها را در یک راستا ببینیم. سپس فاصله محل‌های اول و دوم را اندازه‌گیری و نتیجه را در عدد ۱۲ ضرب می‌کنیم، بدین ترتیب ارتفاع کوه به دست می‌آید.

اگر از کوه دور شویم، باید بر سایه اول یک انگشت بیافزاییم و عضاده را نیز در محل جدید ثابت نگاه داریم. آنگاه از محل اول، آنقدر به عقب می‌رویم تا بار دیگر قله از سوراخ‌های لُبَتین رؤیت کنیم. سپس در این حالت نیز مانند روش قبل، فاصله دو محل را می‌یابیم و مقدار آن را در عدد ۱۲ ضرب می‌کنیم تا ارتفاع کوه به دست آید. اگر مسافت بین دو محل را در درجات سایه اول ضرب کنیم، فاصله محل اول تا پای کوه (پای عمودی که از قله کوه بر سطح قاعده فرود آید) به دست خواهد آمد.





پروپوزیشن گاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی