

## اسطرلاب

اسم اسطرلاب را اکثر ما شنیده ایم. اما همانطوری که از اسم دیگر آن (جام جم) بر می آید اکثر افراد، همانند قدیمیان، چنین فکر می کنند که توسط اسطرلاب می توان آینده را پیش بینی کرد. همچنان که عطار نیشابوری در الهی نامه از قول پسر پادشاهی گفته است:

من آن خواهم نه ملک و پادشاهی  
که در وی هر چه می جویی عیان است  
دهد آن جامت از جمله نشانی  
اگر باشد بسی سر نهانی

که البته شاید توجه به این نکته جالب باشد که نجوم به طور کلی روز اول به همین هدف شروع شد! اما، امروزه این طور نیست و دیگر یک منجم وقتی به آسمان نگاه می کند آن رابطه ی عمیق میان ستارگان و زندگی روز مره خود را نمی بیند، بلکه تعدادی گوی آتشین بزرگ را می بیند که هر کدام با یک دمای خاص، در یک گونه طیفی خاص و در مکانی خاص در یک جدول قرار دارد که توسط آن می توانند بفهمند که ستاره کی به وجود آمده و کی از بین خواهد رفت.

این که کدام یک از این دو برداشت نسبت به جهان اطراف ما (در این مورد، ستارگان) درست است، جوابی است که سوال کننده باید برای خود انتخاب کند و از موضوع بحث ما اینجا به دور است! هدف اصلی من از بیان این مطلب این بود که فرد (یا افرادی) که در زمانی برابر ۱۰۰۰ سال پیش اولین و ساده ترین شکل این دستگاه اندازه گیری را ساخت (یا ساختند) به دیدگاه اول اعتقاد داشت (یا داشتند)، نه دوم. پس بهتر است که در قضاوت در مورد اختراعات گذشتگان، این دید را در ذهن داشته باشیم!

### نگاهی تاریخی به اسطرلاب

در مورد اینکه چرا به این دستگاه اسطرلاب می گویند، بحث های زیادی شده است. همانند امیر خسرو که در این باره گفته است:

به یونانی اسطر ترازو بود  
و گر معنیم باز پرسی ز لاب  
که در سکه ای عمل ساز او بود  
بود هم به گفتار روم، آفتاب  
پس آنکو مراد از اسطرلاب جست  
ترازوی خورشید باشد درست

در اساطیر ساختن اسطرلاب را به کیخسرو نسبت می دهند، دورانی افسانه ای از ایران باستان (دوران پیشدادیان حدود ۳۰۰۰ الی ۴۰۰۰ سال پیش) که برای خود اسطرلابی خیلی ساده از گل پخته ساخت، اما مدارک علمی که بتوانند این ادعا را ثابت کنند پیدا نشده است. قدیمی ترین اسنادی که از اسطرلاب حرف زده اند به قرون اول میلادی بر می گردند؛ زمان بطلمیوس، منجم بزرگ اسکندریه. افسانه ای در این رابطه می گوید که بطلمیوس هنگامی که کره آسمان خود را در دست گرفته بود و در خیابان های شلوغ اسکندریه در حال گذر بود، ناگهان کره از دستش می افتد و زیر پای اسب می رود و به یک صفحه دایروی تبدیل می شود. ایده ساخت اسطرلاب مسطح از آن زمان در ذهن بطلمیوس شکل گرفت. اما در رابطه با اینکه واقعا چه کسی اسطرلاب را ساخت هر ملتی ادعایی برای خود دارد! در شکل سمت راست می توانید یک اثر گلی پیدا شده در کاوش های باستانشناسی بابل (در عراق امروزی) را ببینید که دایره روی آن به همراه توصیف های سماوی بالای آن به بهترین احتمال یک اسطرلاب ساده می باشد! مربوط به حدود ۷۰۰ سال قبل از میلاد.



اولین کسی که اسطرلاب و دانش آن را وارد دنیای اسلام کرد، ابواسحاق ابراهیم بن حبیب الفزاری بود که کتابی به نام *العمل بالاسطرلاب مسطح* را نوشت و از منجمان منصور، خلیفه دوم عباسی (حدود سال های ۷۵۰ میلادی) بود. از آن پس افراد زیادی تحقیق در رابطه با اسطرلاب را شروع کردند، اسطرلاب های باقی مانده که امروزه در موزه ها نگه داری می شوند اکثراً مربوط به قرن ۱۳ میلادی به بعد می باشند که هر کدام خواص خاص خود را دارد. اسطرلاب هایی که تا کنون در موزه ها و کلکسیون های شخصی نگه داری می شود عبارت است از: ۶۵ اسطرلاب ساخت هنرمندان و دانشمندان ایرانی، ۴۲ اسطرلاب مراکشی و اسپانیایی، ۲۷ اسطرلاب که نام مسلمانان روی آن حک شده است، هشت اسطرلاب هندی و دو اسطرلاب عبری-یهودی. بزرگترین اسطرلابی که نامی از آن باقی مانده است اسطرلابی به قطر ۲ متر و ۱۰ سانتیمتر و کوچکترین اسطرلابی که تا این تاریخ ساخته شده است اسطرلابی است که محمد مهدی یزدی در سال ۱۰۵۹ هجری قمری به قطر ۴۹ میلیمتر ساخته و با جواهراتی آن را زینت داد و تقدیم شاه عباسی کرد، این اسطرلاب امروزه در موزه لوور پاریس نگه داشته می شود. جالب است بدانید که اسطرلاب های مدرن امروزه هم فراوان در دست منجمان می باشند، و یک منجم خیلی از آنها استفاده می کند، نام امروزی آنها *Planisphere* می باشد!

اما برای نگاهی دقیق تر به اسطرلاب نیاز است که خواننده اول با دستگاه افقی و تا حدودی با دستگاه استوایی در اندازه گیری محل ستارگان یا به طور کلی نجوم رصدی آشنا باشد. به همین خاطر در ادامه توضیح مختصری در رابطه با این دستگاه ها ارائه خواهد شد تا بعد دوباره به موضوع اصلی بحث برگردیم. لازم به ذکر است که افرادی که با این دستگاه آشنایی لازم را دارند می توانند از خواندن این قسمت صرف نظر کنند.

## کمی نجوم رصدی

برای تعیین موقعیت یک ستاره در آسمان دو دستگاه مختصات خیلی متداول است که از زمان باستان مورد استفاده قرار می گرفته اند؛ دستگاه افقی (سمتی - ارتفاعی) و دستگاه استوایی (بعد و میلی). لازم به ذکر است که کره سماوی کره ای با شعاعی بسیار بزرگ (در واقع بی نهایت) تعریف می شود که مرکز آن مرکز زمین است. در مباحث رصدی فرض می شود که تمام اجرام سماوی روی این کره هستند، مستقل از فاصله آنها.

در دستگاه افقی کره سماوی توسط دایره افق به دو نیمکره تقسیم می شود که ناظر فقط نیمه بالایی این کره را می بیند. نقطه سمت الراس نقطه ای است، درست بالای سر ناظر که این تعریف معادل آن است که بگوییم از هر جهت با دایره افق زاویه ۹۰ درجه می سازد. نیم دایره عظیمه ی (دایره ای روی یک کره که با کره هم مرکز باشد) که سمت الراس و شمال سماوی (ستاره قطبی) را به هم وصل می کند را نصف النهار ناظر می گویند و این نصف النهار در دو نقطه با دایره افق برخورد می کند؛ راستای شمال و راستای جنوب. از یکی از این نقطه های برخورد (آن که راستای شمال را معین می کند) شروع می کنیم و دایره افق را به ۳۶۰ قسمت (درجه) تقسیم می کنیم و نام این درجه بندی را سمت می گذاریم. ارتفاع یک ستاره را در این دستگاه فاصله زاویه ای تعریف می کنیم که قوس عمود بر افق و برخورد کننده با ستاره دارد که تغییرات آن از صفر (نقطه ای روی افق) الی ۹۰ درجه (نقطه سمت الراس) می باشد.

دستگاه استوایی بر مبنای استوای سماوی طرح ریزی شده است. استوا را دایره ای روی کره سماوی تعریف می کنیم که از شمال سماوی (حدود ستاره قطبی) ۹۰ درجه زاویه دارد و مرکز این دایره نیز مرکز زمین می باشد (یک دایره عظیمه، همانند افق). نقطه شمال سماوی را نقطه ای تعریف می کنیم که محور چرخش زمین به کره آسمان برخورد می کند. این تعریف باعث می شود که از لحاظ ناظری روی زمین این نقطه هیچ حرکت روزانه را از خود نشان ندهد. برخلاف آن ما بیشترین حرکت روزانه را از ستاره هایی می بینیم که روی استوا قرار دارند (بیشترین فاصله از قطبین سماوی را دارند). میل را فاصله زاویه ای ناشی از قوسی که ستاره را به طور عمود بر استوا تصویر می کند تعریف می کنیم (که از صفر تا ۹۰ تغییر می کند). بعد، فاصله زاویه ای محل برخورد قوس میل روی استوا با نقطه اعتدال بهاری (محل خورشید روی استوا در لحظه تحویل سال نو) می باشد، واحد شمارش زاویه در بعد را ساعت تعریف می کنند؛ طوری که هر یک ساعت معادل ۱۵ درجه می باشد، بر این مبنا استوا به ۲۴ ساعت تقسیم می شود.

دایره البروج، در واقع مسیر حرکت خورشید در طول یک سال روی کره سماوی می باشد، که خود را برای ناظری روی زمین به صورت دایره ای نشان می دهد که به اندازه ۲۳/۵ درجه نسبت به استوا زاویه دارد. دایره البروج نیز خود یک

دایره عظیمه می باشد که مرکزش زمین است. پس در دو نقطه با استوا برخورد می کند (هر دو دایره عظیمه ای روی یک کره در دو نقطه با هم برخورد می کنند). این دو نقطه را نقطه اعتدال بهاری و پاییزی تعریف می کنیم. خورشید در طول یک سال یک بار دایره البروج را طی می کند. طوری که در روز اول فروردین در نقطه اعتدال بهاری، در اول تیر در بیشترین میل مثبت ( $23\frac{5}{5}+$  درجه)، در اول مهر در نقطه اعتدال پاییزی و در اول دی در کمترین میل خود ( $23\frac{5}{5}-$  درجه) حرکت می کند تا اینکه دوباره در اول فروردین به نقطه اعتدال بهاری برخورد می کند و یک سال کامل می شود. منطقه ای به اندازه حدودا ۱۵ درجه اطراف دایره البروج را منطقه البروج می گویند که سیارات و ماه و اکثر سیارک ها در این منطقه هستند. نکته آخر که باید ذکر شود این است که ارتفاع ستاره قطبی در هر محل برابر عرض جغرافیایی آن محل می باشد.

### طریقه کار اسطرلاب:

تا این مرحله باید کمی با تاریخچه اسطرلاب و دستگاه های مختصاتی مربوط به اندازه گیری در آسمان آشنا شده باشید، اما فکر نمی کنم تا این مرحله بتوانید به این سوال جواب بدهید که اسطرلاب واقعا چیست؟ می توان گفت یک نقشه آسمان است. یک نقشه متحرک، که روی آن مکان تعدادی از ستارگان به همراه افق به شما نشان داده شده است. شما می توانید توسط آن زمان طلوع، شفق، غروب، اذان ظهر، اذان صبح مربوط به خورشید و همچنین تقریبا هر داده رصدی لازم مربوط به ستاره های خاصی از آسمان را بدست بیاورید. در کنار تمام این کار ها، اسطرلاب خود یک ماشین حساب بسیار خوب نیز می باشد، که توسط آن به راحتی می توانید سینوس، کسینوس و تانژانت (در قدیم؛ کتانژانت) یک زاویه را بدست آورید. توسط عضده اسطرلاب می توان با دقت خوبی زاویه سنجی کرد که کاربرد های نجومی و مهندسی فراوان دارد.

اما حتما برای شما سوال است که چگونه توسط این دستگاهی که در این مقاله و همچنین روی جلد شماره اول این نشریه چاپ شده می توان این همه کار کرد! تنها چیزی که روی آن معلوم است یک سری طرح های تذهیب مانند و یک سری خطوط دایروی می باشد. برای توضیح این قسمت لازم است از شما دوباره بخواهم که دیدگاه اول مقاله را حتما تحت نظر داشته باشید! در آن زمان، هنر در خدمت علم و علم در خدمت هنر و هر دو در خدمت خداشناسی و جهان شناسی بودند.

یعنی یک اثر علمی زمانی مقبول بود که اثر هنری نیز باشد، که البته هر چه در زمان جلو تر می آییم این همجوشی علم و هنر کم رنگ تر می شود، طوری که حدود قرن های ۱۵ میلادی دیگر تقریبا از هم جدا شده بودند.

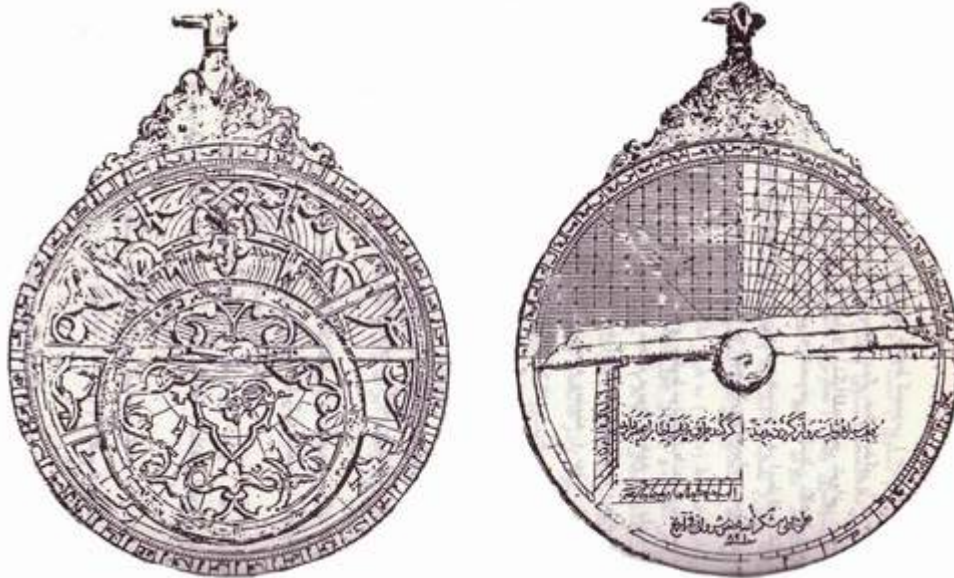
در واقع نقاط تیز تمام این برگ های تذهیبی که حول شاخه ها سبز شده اند یک ستاره می باشد! که درخشندگی ستاره را می توان از اندازه برگ فهمید. این صفحه عنکبوت (که ستاره را به صورت طرح های تذهیبی نشان می دهد) حول مرکز دایره که در واقع خود مرکز چرخش آسمان یا قطب شمال سماوی یا ستاره قطبی می باشد قادر به چرخش است. مخلوط با شاخ و برگهای صفحه عنکبوت، می توان دایره بزرگی را دید که روی آن نام ۱۲ برج منطقه البروج را نوشته اند، این دایره دایره البروج می باشد که مسیر حرکت خورشید در یک سال را نمایش می دهد. صفحه زیر آن، صفحه آفاقیه برای هر ناظر (بستگی



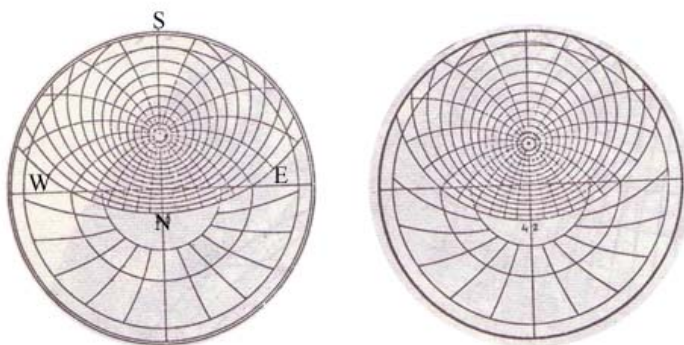
به عرض جغرافیایی ناظر) تغییر می کند و افق این ناظر، به همراه تمام مختصات افقی را نشان می دهد. این صفحه همچنین دوایری حول مرکز اسطرلاب را نشان می دهد که تعداد آنها عموما بین دو یا سه تغییر می کند. این دوایر به ترتیب، راس الجدی (دایره ای با میل ثابت  $23\frac{5}{5}$  درجه)، استوا و راس السرطان (دایره ای با میل ثابت  $23\frac{5}{5}-$ ) می باشند. به طور کلی اسطرلاب از چند قسمت اصلی تشکیل شده است؛

**میله عضده:** که در شکل بالا پشت اسطرلاب و در شکل اول در جلوی آن قرار دارد. این میله کاربرد های فراوانی داشته است از جمله اینکه با کمک درجه بندی انجام شده روی محیط دایره اسطرلاب و استفاده از دو سوراخی (ثقبه) در دو انتهای این میله روی برجستگی هایی ساخته شده اند و کاملا هم خط نیز بودند، منجم یا مهندس می توانست به سنجش ارتفاع زاویه ای اجرام در آسمان و یا روی زمین بپردازد.

**صفحه مادر:** این قسمت که در واقع بدنه اسطرلاب می باشد تمام قسمت های دیگر را به هم اتصال می دهد. از طریق سوراخی که در مرکز دایره آن است تمام قسمت ها به هم متصل می شوند و توسط قسمت بالایی خود که می توان به آن نخ وصل کرد و اسطرلاب را در دست گرفت امکان استفاده راحت را به کاربر می دهد. صفحه مادر دارای دو قسمت می باشد؛ ظهر که در واقع پشت اسطرلاب است و وجهه که نامی برای رویه اسطرلاب می باشد. صفحات آفاقیه، صفحه عنکبوت و اسبک (گیره نگه دارنده تمام این قطعات) روی قسمت وجهه قرار می گیرند. میله عضاده همانطور که دیدید در بعضی موارد در ظهر و در بعضی موارد در وجهه اسطرلاب قرار داده می شد.



در تصویر بالا تصور ظهر(چپ) و وجهه(راست) یک اسطرلاب روی صفحه مادر را می توانید ببینید



در تصویر بالا دو صفحه آفاقیه را می توانید ببینید که یکی (سمت راست) برای عرض جغرافیایی ۴۲ درجه و دیگری (سمت چپ) برای عرض جغرافیایی ۳۰ درجه آماده شده است. به اختلاف ارتفاع ستاره قطبی دقت کنید.

**صفحات آفاقیه:** این صفحات روی صفحه مادر و زیر صفحات عنکبوت قرار می گیرند، در هر بار استفاده از یک صفحه آفاقیه مناسب استفاده می شود، این صفحه در واقع مشخص کننده افق ناظر می باشد، طوری که با تغییر عرض جغرافیایی ناظر (به مقدار محسوسی) باید صفحه مناسب آن عرض را زیر صفحه عنکبوتی قرار داد. دو نمونه از صفحه آفاقیه را می توانید در ادامه ببینید.

در این صفحات شما عملاً می توانید هر دو دستگاه مورد استفاده (در اندازه گیری مکان ستارگان) را ببینید. فقط کاملاً در نظر داشته باشید که در اسطرلاب نیمکره آسمان بالای سر شما (سمت از ۰ الی ۳۶۰ درجه و ارتفاع از ۰ الی ۹۰ درجه) روی یک صفحه مسطح تصویر شده است (افسانه بطلمیوس را به یاد بیاورید!). طوری که ستاره قطبی روی مرکز دایره قرار دارد و آن نقطه بالای مرکز که خود به نظر مرکز دایره های دیگری می آید، سمت الراس می باشد. افق شما بزرگترین محدوده بسته ای است که به مرکزیت سمت الراس می باشد. سمت صفر درجه (در شکل بالا؛ نقطه N)، محل برخورد این قوس و خطی که از ستاره قطبی و سمت الراس می گذرد می باشد (قطر عمودی در دو شکل بالا که همان نصف النهار ناظر می باشد؛ خط واصل N و S). همانطور که به نظر می آید، شرق به سمت راست و غرب سمت چپ این راستا (شمال) خواهد بود. پشت سر شما یا راستای جنوب در واقع محل برخورد بالایی نصف النهار ناظر و محیط دایره است (نقطه S)، عملاً باید چنین تصور کنید که یک صفحه بزرگ در زیر پای شما شروع به حرکت به بالا می کند (ابته بدون شما!) و همه آسمان را میان خود و صفحه ای موازی

خود و گذرنده از سمت الراس فشرده می کند، آنوقت شما آسمان را به این شکل خواهید دید!! (البته امیدوارم بتوانید تصور کنید). ارتفاع را می توان از دایره های (به ظاهر) هم مرکز با افق بدست آورد. البته تمام این توضیحات برای نیمکره شمالی زمین می باشد.

علاوه بر این دوایر که مربوط به مختصات افقی ناظر بودند، دوایر دیگری هم دیده می شود که هم مرکز با مرکز دایره اصلی می باشند. دایره اول در این دو صفحه آفاقیه که در این شکل مشخص شده است دایره راس السرطان می باشد و دایره بعدی دایره استوا است. در بعضی اسطرلاب ها دایره راس الجدی را نیز رسم می کنند (آنها که برای عرض های کمتر ساخته می شوند)، که در این مورد این دایره کشیده نشده است. در مورد این صفحه جای توضیحات خیلی بیشتر نیز وجود دارد که خارج از حوصله مقاله ی کلی در رابطه با اسطرلاب است. برای اطلاعات بیشتر می توانید به کتاب آقای سرفراز غزنی مراجعه فرمایید.

### عنکبوت:

این صفحه عملاً شبیه به تار عنکبوتی است که روی صفحه آفاقیه نسب می شود و موقعیت ستارگان را نشان می دهد. ستارگان توسط شاخ و برگهای تذهیبی یا نقاط تیز شکل های روی این صفحه می باشند که عموماً اسم ستاره را در همان قسمت می نویسند. چیزی که خیلی در این صفحه مشهود می باشد دایره بزرگی است که مقداری هم پهن است، این دایره، دایره البروج می باشد که مسیر حرکت خورشید و سیارات را نشان می دهد. این صفحه حول ستاره قطبی (مرکز دایره) قادر به چرخش است و منجم با قرار دادن یک ستاره یا خورشید در مکانی روی صفحه آفاقیه که مختصات آن را می تواند با میلۀ عضاده اندازه بگیرد، آسمان آن موقع تا صبح یا شب را از قبل ببیند! که شاید همین عامل باعث می شد که اجداد ما تصور کنند که می توان آینده را پیشبینی کرد! روی این صفحه هر سازنده، متناسب با نیاز های خود ستاره های بیشتر یا کمتری را نشان می داد که از حداقل حدوداً ۱۰ ستاره تا حدود ۴۵ ستاره را نشان می دادند. تا قبل از صوفی رازی و کتاب *صور الكواكب* او، منجمان از اطلاعات بطلمویس در تکمیل صفحه عنکبوت استفاده می کردند، اما بعد از رازی همه از داده های او استفاده کردند، او نام ۵۰ ستاره را با مختصات دقیق در *صور الكواكب* جهت استفاده روی اسطرلاب ذکر کرده است.

### ظهر صفحه مادر:

قسمت ظهر صفحه مادر (پشت اسطرلاب) در واقع ماشین حساب منجم و مهندس بود. که هر شخص متناسب با مورد استفاده خود از اسطرلاب شکل ها و مطالب متناسب با کار های خود را روی آن حک می کرد. به طور مثال شکل صفحه قبل از ظهر اسطرلاب، بیشتر برای کار های یک منجم و مهندس بود که بیشتر با زوایا و رابطه های بین آنها کار داشت. توسط هر کدام از دو ربع پر این قسمت می توانست، سینوس، کسینوس و تانژانت یک زاویه را اندازه گیری بکند، بعضی منجم ها در این قسمت اختلاف زاویه ای شهر های مختلف با مکه را برای قبله یابی حک می کردند تا عملاً بتوان از اسطرلاب به عنوان قبله یاب نیز استفاده کرد، بعضی دیگر که با کار های طالع بینی سر و کار داشتند اعداد لازم را جهت محاسبات خود در این قسمت می نوشتند، بعضی همه اینها را با هم مخلوط می کردند و یا مطالب دیگری در این قسمت می نوشتند. توضیح کامل این قسمت نیز خود یک مقاله جدا می طلبد (این مقاله یک بحث کلی است)!

امیدوارم تا اینجا توانسته باشم کمی اسطرلاب را به شما معرفی کرده باشم. اسطرلاب به طور فراوان تا حدود قرن ۱۶ استفاده می شد (در تصویر مقابل می توانید ابوریحان بیرونی را ببینید که توسط اسطرلاب بزرگی که ساخت توانست شعاع زمین را با دقت خوبی اندازه گیری کند) تا اینکه سکستانت توسط یک منجم و یک مخترع انگلیسی ساخته شد، این وسیله اندازه گیری جهت تعدادی از اندازه گیری ها راحت تر بود و آهسته جای اسطرلاب را گرفت، البته کار برد های اسطرلاب خیلی بیشتر از سکستانت می باشد، اما خیلی از این کاربرد ها دیگر مورد علاقه منجمین نبودند (برای هر کدام ابزار های بهتری ساخته شد)، آخرین اسطرلاب های ساخته شده به کمتر از صد سال پیش بر می گردند که بیشتر به جهت هنری ساخته شده اند. آخرین اسطرلاب ساز ایرانی آقای دکتر نبئی (از اساتید بخش تاریخ دانشگاه تهران) بودند که ایشان هم چندین سال پیش دار فانی را وداع گفتند.



این موضوع خیلی جای بحث و بررسی دارد، در صورتی که به این موضوع علاقه مند هستید می توان در کانون گروهی مخصوص مطالعه و ساخت اسطرلاب راه اندازی کرد، پس اگر علاقه مند بودید حتما با کانون تماس بگیرید. در صورت علاقه به مطالعه بیشتر در مورد اسطرلاب کتاب /اسطرلاب به تحریر آقای سرفراز غزنی کتاب بسیار خوبی می باشد (و دو جلد آن در کتابخانه ملاصدرا موجود است!). آقای منوچهر آرین یکی از محققان نجوم باستانی کشور نیز در سایت خود؛ <http://www.jamejamshid.com> مقاله بسیار جالبی در رابطه با ساخت اسطرلاب با یک خطکش و یک پرگار دارند که به علاقه مندان پیشنهاد می کنم حتی اگر علاقه ای هم به ساخت اسطرلاب ندارند، این مقاله را مطالعه کنند تا بتوانند اصول این دوایر صفحه آفاقیه را بهتر بفهمند. در نهایت هر گونه سوال یا نقدی در رابطه با این مقاله داشتید خوشحال می شوم که تا حد توان جوابگوی شما باشم، می توانید با آدرس [makhlaghi@gmail.com](mailto:makhlaghi@gmail.com) با من تماس بگیرید.

محمد اخلاقی

آذر ۱۳۸۳

این فایل از آدرس زیر دریافت شده است:

<http://astr.tohoku.ac.jp/~akhlaghi/>