اسطرلاب

اصول وموارد استعمال آن

در شمارهٔ اول نامهٔ آستان قدس (تیر۱۳۳۹) مقاله‌ای در بارهٔ اسطرلاب درج شد که متاسفانه ناتمام ماند . در این مقاله که به منظور معرفی نفایس‌آستان قدس رضوی تحریریافته‌بود مقصود این بودکه در ضمن دو نمونه اسطرلاب محفوظ در کتابخانهٔ آستان قدس هم معرفی شود .

عکسی از اسطرلاب درشمارهٔ اول نامهٔ آستان قدس چاپ شده است و باید گفته شود که هر دو اسطرلاب برنجی و از نوع مسطح است واین‌عبارات را برروی آنها حك کرده‌اند :

در یکی «صنعه‌اقل‌الطلبه‌عبدالعلی، نمقه‌اقل‌العبد محمدباقر» ودردیگری «صنعه‌و نمقه‌الاقل عبدالائمه‌ـ غرض نقشی‌است که‌از(کذا) ما بازماند فی‌سنه۱۱۳۳» ودرزیر حلقهٔ آن عبارت « صاحب‌بن‌محمد صالح ۱۱۳۱» حك شده است .

اکنون برای این که خوانندگان محترم بتوانند از این بحث استفاده کامل تری ببرند این مقاله تقدیم می‌شود .

اصل‌آن از **WILLY HARTNER** است‌که درمجموعهٔ‌ـ نفیس کتاب « بررسی هنر ایران » **پوپ** (فصل ۵۷) چاپ شده و آقای **محمدعلی صبوری** دبیر انگلیسی دبیرستانهای مشهد آن را ترجمه کرده‌اند .

اسطرلاب آلتی است که معمولا از برنز یا برنج ساخته شده وبرای اندازه گیری ارتفاع ستاره‌ها ، ماه یا خورشید ونیز برای تعیین هرنوع روابط نجومی و موضع نگاری بدون هیچگونه فرمول ویامحاسبات ریاضی بکار می رود . مشاهدات نجومی با اسطرلاب تااندازه زیادی شبیه است بطرز کار بازاویه یابهای ربع‌دایره وسدس دایره ولی اسطرلاب علاوه برآن دارای طرحها ، فهرست‌ها وجداولی‌است که امکان فوری محاسبهٔ وضع ثوابت

را نسبت به‌افق، وضع خورشید ، ماه وسیارات مربوطه را نسبت به ثوابت ، و یا هرگونه رابطه مورد علاقهٔ دیگری را از نظر ستاره شناسی (یاطالع بینی) ممکن می‌سازد. یکی‌از موارد استعمال عمدهٔ این آلت تعیین وقت بوده است . بهمین ترتیب ممکن است از آن برای‌اندازه‌گیریهای زمینی از قبیل تخمین فاصلهٔ یك شیء قابل‌رؤیت، برآورد ارتفاع‌یك کوه یاابعاد یك دیواراستفاده کرد . اسطرلاب مهمترین اسباب‌ستاره‌شناسی درقرون‌وسطی به‌شمار می‌رفته است .

این کلمه که در فارسی وعربی معمولا بصورت اسطرلاب ضبط شده از واژهٔ یونانی استرلابوس اقتباس شده است . (۱) وبه سه دستهٔ کلی از آلات نجومی اطلاق می‌گردد.

۱ــ اسطرلاب کروی (عربی : اسطرلاب کری) که در اثر آلفونسوی دهم پادشاه کاستایل (۲) بنام **Astrolabio Redondo** نامیده شده است . شامل‌یك کرهٔ‌سماوی با (عنکبوتی) دور تادور آن وترتیبات‌مختلفی برای اندازه‌گیری‌فواصل نجومی ، تعیین وقت و حل انواع زیادی از مسائل هیئت سماوی .

۲ــ اسطرلاب خطی ، که‌همچنین‌بملاحظه نام مخترع‌آن ، **المظفر بن محمدبن‌ــ المظفر شرف الدین طوسی** (۶۱۰ هـ ــ ۱۲۱۳ م) بنام عصای طوسی (عربی : عصاءالطوسی) نیز نامیده می‌شود. وبعلت این‌که صحت کمتری داشت چندان مورد استفاده نبود . در این نوع گنبد آسمان بصورت خط راستی تصویر شده است .

۳ ــ اسطرلاب بمفهوم محدود تر یعنی اسطرلاب مسطح (عربی : اسطرلاب سطحی‌یا مسطح) که درقرون وسطی، درزبان‌لاتین بنام **Astrolabium Planisphaerium** نامیده می‌شد، متداول‌ترین نوع اسطرلاب بود ودر قرون وسطی مهمترین آلت مشاهدات نجومی بشمارمی‌رفت . از این وسیله تاآغاز قرن هجدهم هم در اروپا وهم در مشرق‌زمین استفاده‌می‌شد وفوق‌العاده مورد توجه قرار داشت زیرا بسیار راحت بود ، موارد استفاده زیادی داشت واز همهٔ اینها گذشته زیبا هم بود . در این مقال تنها این نمونه و فقط موارد و شواهد برجسته آن مورد بحث ما خواهد بود .

اسطرلاب **Planispherical**(جهان‌نمای مسطح)دوخصوصیت متمایز دارد : یکی طرح معروف به‌استروگرافیك یعنی نمایش‌اجسام جامد برسطح‌مستوی ،یا مجسم نگاری‌که نمایش دهندهٔ آسمان است ودیگری ترتیب معروف به‌عنکبوت‌چرخان . همچنین طرح‌اولی دراسطرلاب خطی و ترتیب دومی دراسطرلاب کروی نیز پیدا می‌شود .

۱ــ نام‌عربی واقعی اسطرلاب وصفةالکره است ، ولی این اسم بندرت بکاربرده‌می‌شود.

۲ ــ ناحیه‌ای درشمال ومرکز اسپانیاکه قبلا یك‌کشورسلطنتی بوده‌است (مترجم).

تاریخ اسطرلاب

بدبختانه از مخترع اصلی اسطرلاب اطلاع موثقی دردست نیست. اظهارات ویتروویوس ، معمار معروف ، دایر براین‌که **Eudoxus** (۳۵۵. ه ـ ۴۰۸ ق . م) یا **Apollonius** (۱۷۰. ه ـ ۲۶۵ ق .م) عنکبوت‌رااختراع کرد ، هیچ ربطی به‌اسطرلاب ندارد، بلکه مربوط به‌نوع بخصوصی‌ازساعت‌آفتابی‌است که‌درفصل‌مربوط‌مورد بحث قرار گرفته است . ازآنجاکه طرح استروگرافیك به‌اکثراحتمال‌وسیلهٔ **Hipparachus** از اهالی نیکائیا (۱۵۰ ق .م) ابداع گردیده و با توجه باین که بدون این طرح وجود اسطرلاب مجسم نگار غیر قابل تصوراست‌بسختی‌می‌توان قبول کرد که تاریخ اختراع اسطرلاب‌پیش از زمان او باشد ، ونیز بهمین علت ، قبول نظریه‌ای که‌اخیراً برحسب تصادف پیداشده ولی هیچگونه دلیل‌علمی‌که آنرا تقویت کند وجود ندارد ، غیر ممکن است . و آن نظریه اینست که اختراع اسطرلاب را به‌بابلیها نسبت می‌دهند .

قدیم‌ترین اسطرلابهایی‌که تابه امروز باقی مانده وموجود است ، بالنسبه تازه‌است زیرا تاریخ آنها مربوط به رنسانس اسلامی می شود . ولی این اولین نمونه‌ها بقدری کامل است که ناگزیر بایدقبول کنیم نتیجهٔ پیشرفتهای فنی زیاد درمدتی متوالی می‌باشد ونویسنده‌های یونانی وسوری دورهٔ هزار ساله سلطنت مسیح هم شواهدی از وجود آلاتی در دورهٔ قبل از اسلام ذکرمی‌کنند . **Synesius** از اهالی سیرین (۴۱۵ ق . م) شاگرد **Hypatia** از اهالی اسکندریه ، صحبت‌ازیك جهان‌نمای مسطح نقره‌ای می‌کند و مدعی است خودتئوری‌آنرا کامل کرده است . وی می‌نویسد اصل فکر را از طرح هی پاراکوس که مورد توجه **Ptolemy** (ریاضی دان ، منجم‌وجغرافی دان معروف‌اسکندریه)وپیروان بزرك او قرار نگرفته است ، اقتباس‌نموده . جانز فیلوپونوس ، اهل اسکندریه شرح‌مفصلی در خصوص ساختمان واستعمال اسطرلاب در قرن ششم به‌زبان یونانی نوشته ودرحدودنیمهٔ قرن هفتم نیز سوروس‌سه‌بخت اهل‌نی‌سی‌بیس اسقف سوری شرحی دراین مورد به‌زبان‌سوری برجای گذاشته است .

قدیمی ترین اسطرلاب موجود که جزو مجموعهٔ لوئیس ایوانز در موزهٔ **Old Ashmolean Museum** در آکسفورد می‌باشد، کارایران است‌که وسیلهٔ دو برادربنامهای احمد ومحمد ، فرزندان ابراهیم اصفهانی درسال ۹۸۴.م (۳۷۴.ه) ساخته شده است .

این نمونه‌ایست جالب‌که در مورداهمیت تاریخی آن هرچه بگوئیم گزاف نگفته‌ایم

از قرنهای بعد تعداد نسبة کمی اسطرلاب ، چه بهصورت اصلی وچه تقلیدی بدست آمده است گرچه باید تعداد بسیار زیادی ساخته شده باشد ، زیرا مطالب زیادی در بارهٔ صنعتگرانی گفته شده‌است که لقب (اسطرلابی)داشته‌اند واین را هم‌می‌دانیم که هنراسطرلاب سازی درزمان‌خلفای‌عباسی ومخصوصاً درزمان مامون (۲۱۲-۱۷۰ه. = ۸۲۸-۸۸۶م) ارج واحترام زیادی‌داشته استواین‌صنعت غالباً چندین نسل‌ازپدر به‌پسر منتقل‌می‌شده‌است.

قدیم ترین رسالهٔ مفصلی که به‌زبان عربی در این موضوع شناخته شده مربوط به قبل از سال ۸۱۵م. (۲۰۰ ه.)است‌که وسیلهٔ مشله (ماشاءاله) یهودی مصری که نام صحیح او مناسی Manasse بوده تالیف شده است . اصل این رساله هرگز بدست نیامده ولی ترجمهٔ لاتین آن در دست است که مربوط به‌سال ۱۲۷۶ به بعد می باشد .

قدیمی ترین شرحی که به زبان عربی موجود و باقی است ، متنی است که وسیلهٔ علی‌بن عیسی تحریر یافته ، این مردیکی از شاگردان ابن خلف المروروذی است که درسالهای ۳۰-۸۲۹م(۲۱۴ه.)و۳-۸۳۲م(۲۱۷ه.)در مراسم رصد واظهار نظری‌که‌به‌امرمامون در بغداد ودمشق برگزارشد شرکت داشت این‌شرح‌هم‌چنین‌شامل دستورالعمل وطرزاستفاده از اسطرلاب هم می‌باشد.

از آن به‌بعد بعضی‌از دانشمندان برجستهٔعربی [نویس] از جمله شخصیت‌های ایرانی برجسته ازقبیل بیرونی(۴۴۰-۳۶۳ه. = ۱۰۴۸- ۹۷۳م) ونصیرالدین‌طوسی (۶۷۳-۵۹۸ه. = ۷۴-۱۲۰۱م)مباحث مفصل‌ومنظمی مبتنی براصول درمورداسطرلاب نوشتند.

تا آغازقرن‌سیزدهم اسطرلاب‌درسرتاسرمشرق زمین، از هندوستان‌تااسپانیای اسلامی همه جاشناخته شده بود،وضمناً این‌طور به‌نظرمی‌رسد که دراسپانیا باسرعت حیرت آوری مورد استفاده قرار گرفته است زیرا شواهد متعددی از،تولیدو (شهری در مرکز اسپانیا) بدست‌آمده‌که مربوط به‌قرن یازدهم‌است. در اروپای‌مسیحی اسطرلاب تاقرن سیزده‌یاچهارده رواج پیدا نکرد ، زیرا اروپائیها اسطرلاب را همزمان با اخذریاضیات ونجوم یونانی ـ عربی اقتباس کردند . ولی در مراکز علمی بخصوصی‌که احتمالا دانش خود را ازطریق ونیز کسب کرده‌اند ، زودتر شناخته شدهمان‌طورکه از نوشته‌های کنت هرمان (۱۵۰۴) محصل مدرسهٔ مذهبی Reichenau هم‌برمی‌آید . دراواخرقرون‌وسطی کنت هرمان‌بعنوان دانشمندی بزرك شهرت یافت. واز آنجا که او بنام اولین شخصی‌که رساله‌ای اروپایی در مورد اسطرلاب برشته تحریردرآورده، مشهوربوده غالباً نسبت اختراع اسطرلاب را هم‌باو می‌دادند . پس از مدت زمانی متجاوز از دویست سال هنری بیت (۱۲۷۴) در بلژیك Magistralis Compositio رانوشت .

پس از آن بر تعداد آثار مربوط به اسطرلاب چه عالمانه وچه عامیانه افزوده شد. در واقع شمارهٔ این آثار زیادتر از آنست که بتوان به تفصیل درباره آنها سخن گفت، ولی سه‌اثرازآنها دارای اهمیت خاصی‌است وغالباً مورد مراجعه قرارمی‌گیرد : یکی اثر جان استافر بنام Elucidatio Fabricae Ususque Astrolabü که درسال ۱۵۱۲ در اپن هیم‌انتشار یافت ، دیگرشرح اسطرلاب اثر ژاك فوکار که در سال ۱۵۴۶ در لیون منتشر شد . وبالاخره اثر اگنا زیو دانتی، بنام:

Trattato Dell ' uso E Della Fabrica Dell' Astrlabio

که درحدود سال ۱۵۶۲ درفلورانس منتشر گردید .

در آغاز عصر جدید ، اسطرلاب دیگر در انحصار دنیای دانش نبود بلکه عمومیت پیدا کرد وباسرعتی زیاد در اختیار هرچه بیشتر از افراد مردم عادی قرار می‌گرفت . جامعهٔ تحصیل کرده غالباً از این‌آلت وبعض‌مواقع از نوع کوچکی از آن بنام اسطرلاب جیبی بعنوان وسیله ساده‌وراحتی‌برای‌تعیین وقت استفاده می‌کرد. ضمناً این وسیله‌درهنگام اکتشافات بزرك بعنوان یك اسباب دریا نوردی ، اهمیت فوق‌العاده‌ای‌یافت . کریستف کلمب ، واسکادوگاما وبسیاری از دریانوردان و کاشفین بعدی در سفرهای دریائی طولانی خود از این وسیله استفاده کرده‌اند . مع‌الوصف ، اسبابی که انحصاراً برای استفاده در کشتی‌رانی ساخته می‌شد فقط ازلحاظ شکل خارجی شبیه اسطرلاب است . بمنظور این‌که سطحی را که در معرض باداست ، به حداقل تقلیل دهند وسط صفحه بصورت صلیبی بریده می‌شود، بطوری که‌طرحهای‌منقوش برروپشت صفحه ثابت مانده وعضاده گرد ، وسط صلیب می‌چرخد وارتفاع‌حاشیه خارجی را نشان میدهد . این وسیله اصولا بجای ربع دایره و سدس دایره بعنوان وسیله راحتی برای اندازه‌گیری ارتفاع ستاره‌ها بکار برده می‌شد . انواع خاص زیادی از اسطرلاب نیز برای مقاصد نجومی طرح ریزی شده‌اند ولی آنها وارد در بحث ما نیست .

اسطرلاب صرف نظر از چنین نمونه‌هائی عجیب و غیر معمول ، از اولین روزهای پیدایش باگذشت قرون اصولا بدون تغییر باقی مانده . اضافات و اصلاحاتی که گاه گاه بعمل آمده اهمیت کمی داشته و در اصل اساس این آلت تاثیری نداشته و این امر دلیل قاطعی برتکامل‌آن اساس‌می‌باشد ، باضافه اسطرلاب در تدریس وروشن ساختن تمام‌مشکلات اساسی در نجوم فلکی کمك فوق العاده‌ای محسوب می‌شود ، وحتی امروز هم درست مانند هزار سال قبل برای نوآموزان می تواند دارای حد اکثر ارزش باشد .

فرهنك اسلامی عموماً بنام عربی خوانده شده وآن باین دلیل است که اکثر آثار

اسلامی باین زبان نوشته شده است. ایرانیان در تحکیم پایه‌های این فرهنگ سهم بسزائی داشته‌اند. کار ایرانیان در علوم دقیق برجستگی خاصی داشت. تحقیقات اخیر اهمیت ایرانیان را بیش از پیش تایید می‌کند، بطوری که دیگر هیچگونه تردیدی باقی نمانده است که ریاضیات، نجوم وطب عربی، اساس وپیشرفت خود را اصولا مدیون ایرانیان می باشد.

بدین ترتیب درمیان معروف‌ترین ریاضی دانان ومنجمین اسلامی، محمودبن موسی الخوارزمی، عبدالرحمن صوفی، ابوالوفاء، الکوهی، البیرونی وبالاخره عمر خیام و نصیرالدین طوسی همه وهمه ایرانی هستند. دانشمندان ایرانی که گاه آثارشان رابه‌عربی وگاه به‌فارسی می‌نوشتند از نظر تئوری‌دراسطرلاب کمکهای مهمی نمودند واستادان ایرانی در ادوار مختلف باموفقیت ومهارت بی‌نظیری سرگرم ساختن آلاتی بوده‌اند که هم از نظر فنی وهم از نظر هنری عالی است. بطوری که گفته شد قدیم‌ترین اسطرلاب موجود ایرانی است که مربوط به ۹۸۴ م(۳۷۴ه.)می باشدوعلی‌رغم قدمتش حکایت از مهارت واستادی‌قابل ملاحظه‌ای می کنددرحالی که‌اسطرلاب شاه‌سلطان‌حسین، بتاریخ ۱۷۱۲ م(۱۱۲۳ه.) نمودار تکامل هنری است که در دوره‌های بعد نصیب صنعتگران ایرانی شده است، زیرا این نمونه چه از نظر زیبائی وچه از لحاظ دقت سرآمد همه‌است.

شرح اسطرلاب

۱ـ دستگاهٔ تعلیق

اسطرلاب در هنگام کار باید آویزان باشد و لذا در آن وسیله ای تعبیه گردیده که ازآن آویخته می‌شود وشامل‌سه‌قسمت‌است: یکی آنچه که بنام تخت (عربی: کرسی) (K در تصویر ۱) نامیده می‌شودوعبارتست از یك قطعه فلزسه‌گوش که معمولا بانقوش یا خطوطی زیبا مزین گردیده و محکم به‌صفحهٔ گردی که بدنهٔ اسباب را تشکیل می‌دهد الصاق شده است، دیگر دسته (عربی: عروه یاحبس، لاتین: **armilla reflexa**) (U در تصویر ۱) که عبارتست‌ازیك حلقه با دنباله‌ای مسطح که طوری به راس کرسی الصاق گردیده که می‌تواند در سطح کرسی بهرطرفی بچرخد و قسمت دیگر حلقه است که در عربی مخصوصاً بهمین‌نام ودر لاتین (**armilla rotunda**) معروف‌است وازداخل دسته بطور عمودی ازآن می گذرد وآزادحرکت می کند. یك قیطان (عربی: علاقه) برای آویختن این وسیله به حلقه بسته شده است.

۲- بدنهٔ اسطرلاب

در اسطرلاب روی (عربی : وجه ، لاتین : facies) وپشت (عربی: ظهر- لاتین dorsum) هر دو اهمیت دارد . روی اسطرلاب شامل یك زهوار مدور بیرونی است که در عربی آنرا بنام(حجره ، یعنی کنار یاطوق یعنی حلقه یا کفه یعنی منحنی) ودرلاتین (limbus یا margo) می‌نامند وسطح داخلی‌تر را که معمولا تورفته‌است ، وبنام‌مادر (عربی:ام - لاتین : mater) معروف می‌باشد احاطه کرده‌است. تعدادی صفحهٔ نازك که درعربی بنام(صفایح) ودرلاتین (tympanum یا tabula regionum) مشهور است، از روی (اُم) به (حجره) وصل می‌شوند ، ودر هریك از جوانب هرکدام از آنها نقشه‌ای از آسمان برحسب‌عرض جغرافیائی بخصوص ترسیم گردیده است . (بشرح (ج) در زیرمراجعه شود) یا در روی اُم ویا در روی حجره یك قطعه فلز کوچك برجسته بنام (ممسکه) وجود داردکه با سوراخ یاتورفتگی که در لبهٔ هریك از صفحه‌ها وجود داردکاملا جور شده ودر نتیجه مانع از چرخیدن صفحه می گردد. سوراخی بنام (محن) در مرکز هریك از قسمت‌های بدنهٔ اسطرلاب تعبیه گردیده ویك سنجاق سرپهن که در عربی بنام (قطب یاوتد یا محور) ودر لاتین باسم (Clavus' axis) خوانده می‌شودازداخل‌این سوراخ‌می گذرد وقطعات را بهم‌متصل‌نگاه‌می‌دارد . دوقسمت قابل حرکت اسطرلاب‌عنکبوت یاشبکه (aranea یا rete) و در قسمت پشت عضاده ، (radius یا regula) دور این محورمی‌چرخند . در انتهای باریك قطب شکاف بلندی است که درداخل آن زبانه‌ای بنام‌اسبك (عربی : فرس، لاتین: epuus'caballus یا Cuneus) نصب شده است‌که مانع از بیرون‌آمدن سنجاق می‌شود . حلقهٔ کوچکی بنام (فلس) بین‌اسبك وعنکبوت قرار دارد که مانع از صدمه دیدن عنکبوت می گردد .

الف : حجره - سطح حجره شامل دایره‌ایست که از صفر تا ۳۶۰ ، درجه گذاری شده که از نقطهٔ (S) مرکز کرسی یعنی از راس بدنه اسطرلاب‌شروع‌می‌شود (تصویر۱).

ب : اُم - وقتی که اسطرلابی برای عرض جغرافیائی‌های مختلفی ساخته شده باشد ام ممکنست ساده بوده یا در روی آن صورتی از آن شهرها بامختصهٔ جغرافیائی هریك از آنها باشد ، یاممکنست بعنوان‌صفحه‌ای که عمل مجسم‌نگاری‌سمائی را برای عرض‌جغرافیائی بخصوص‌انجام‌می‌دهدمورد استفاده‌قرار گیرد . وقتی که‌اسطرلابی برای یك عرض‌جغرافیائی بخصوص‌ساخته شده باشد ام‌دارای‌فرورفتگی نیست بلکه صرفاً جای یك صفحه را می گیرد.

ج : صفحه - عمل مجسم نگاری سمائی اساس طرح روی صفحه راتشکیل می‌دهد .

سطح این طرح از خطاستوا تشکیل می‌شود ومرکز برای یك اسطرلاب‌شمالی، قطب جنوب و برای یك اسطرلاب جنوبی،قطب شمال می‌باشد.تعداد اسطرلابهای شمالی بمراتب بیشتر از تعداد اسطرلابهای جنوبی‌است .

طرح مجسم نگاری دارای دوخصوصیت بارزاست : در درجهٔ اول تمام دوایر روی کره اعم از کوچك وبزرك برروی این طرح بصورت دایره‌ای نمایانده شده ، ودر درجهٔ دوم زوایا درست است (طرح منطبق) ، یعنی هر زاویه‌ای از گنبد آسمان در روی سطح بدون تغییر باقی‌می‌ماند .

وقف کتابخانه مدرسه فیضیه قم

صفحه برای‌عرض شمالی ° ـ ° ۳۶ که‌تقریباً منطبق‌است باعرض‌جغرافیائی‌رقه در بین النهرین ، کنسیرین در سوریه ، وری در ایران در تصویر ۱ نشان داده شده است . یك بخش مدار نصف النهار از گنبدآسمان که درتصویر ۱ نمایش داده شده اصول ساختمان سیستم خطی رانشان می‌دهد . S قطب جنوب‌آسمان ، N قطب شمال، $\omega\omega$ خط استوا است‌که از هریك ازطرفین درجهت q و φ ادامه‌پیداکرده‌است.tt' و Tt' بترتیب مدارراًس‌السرطان‌ومدارراًس‌الجدی می‌باشند . Hh افق است ، زاویه Nch که دراین صورت با عرض جغرافیائی φ مطابقت دارد ° ـ ° ۳۶ می باشد . Z سمت‌الرأس و z نظیر السمت است .

و ترهای $A_{80}a_{80}$ ..... $A_{20}a_{20}$ و $A_{10}a_{10}$ به‌ترتیب معرف مقنطرات (دوایر موازی با افق) ° ۸۰ ..... ° ۲۰ و ° ۱۰ می‌باشند .

طرح مجسم نگاری تمام نقاط کره آسمان را بدون ابهام ، بر روی خطاستوا نشان می‌دهد بطوری‌که هر نقطهٔ P درکره مربوط به‌خط مستقیمی باS محسوب می‌شودمرکزطرح ونقطهٔ تلاقی $\overline{II}$ خط‌مستقیم SP (یامنتجهٔ‌آن) باسطح‌استوا بصورت‌طرح P نمایش‌داده‌شده.

در شکل ۲ تمام نقاط نصف النهار $S\omega N\omega$ بطریقی‌ترسیم‌شده که‌درخط نصف‌النهار (خط شمال ـ جنوب) $\omega\omega$ (یا منتجهٔ آن $q\varphi$)ازسطح استوائی بیان گردیده واضح است‌که نقاط استوائی ω و (ω) کره باهمان نقاط در سطح استوائی منطبق هستند درحالی‌که تمام نقاط نیمکره شمالی در داخل خط استوا وتمام نقاط‌نیمکره جنوبی در خارج از آن قرار دارند .

باید توجه داشت که نقطهٔ نمودار قطب جنوب به بی‌نهایت می‌رسد . درچنین طرحی مراکز خط استوا وتمام دوایر موازی باآن در نقطهٔ C بر خورد می‌کنند که نمودار قطب شمال است . ازطرف‌دیگر دراین‌طرح سایر دوایر موازی هرگز نمی‌توانند مرکزمشترکی داشته باشند .

درخط نصف‌النهار ، بخش نشان دهنده خط استوا است درصورتی‌که منطقهٔ شمالی و T منطقهٔ جنوبی را نشان می‌دهد . مرکز مشترك این سه دایره نقطهٔ C است . منطقهٔ معرف‌افق Hh و منطقهٔ

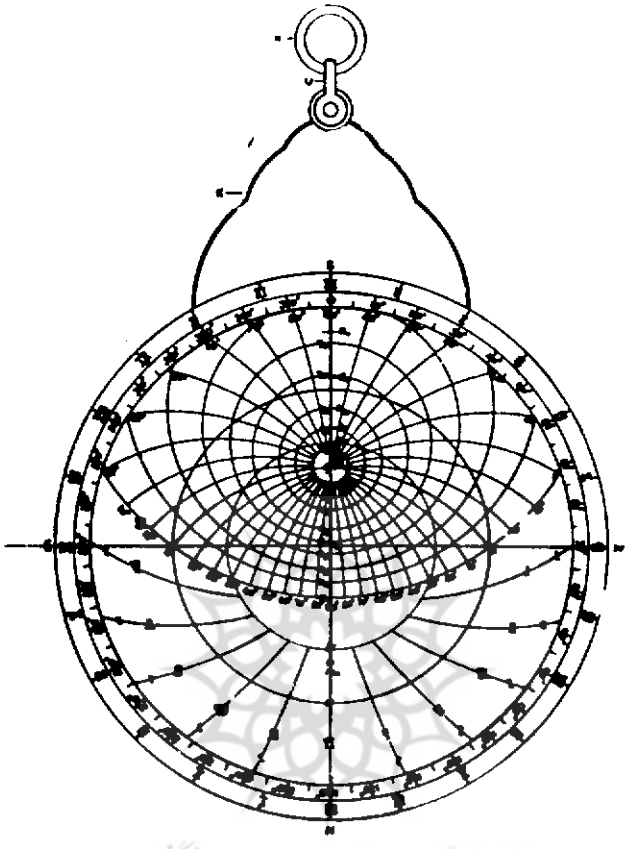
معرف مقنطرات ۱۰° ۲۰° ..... ۸۰°

می‌باشند . نقاط مرکزی $R_{۱۰}$ و ..... $R_{۸۰}$ و R افق ومتنطرات می‌توان با بخش مشابه از خط تقسیم بردو بدست آورد . بطوری‌که خواهیم دید این نقاط بایك‌کاهش تدریجی از سمت الرأس Z به نقطهٔ نزدیك می‌شوند .

نقطهٔ از نظیر السمت z دراین طرح‌وراء T یعنی خارج ازمناطق جنوبی قرار دارد . اگر عرض جغرافیائی با انحراف دایره انقلاب از زاویه مساوی‌شود با و با T منطبق می‌گردند . اگرکوچکتر باشد از منطقهٔ شمالی خارج می‌شود درحالی‌که واردمنطقهٔ جنوبی می‌گردد.

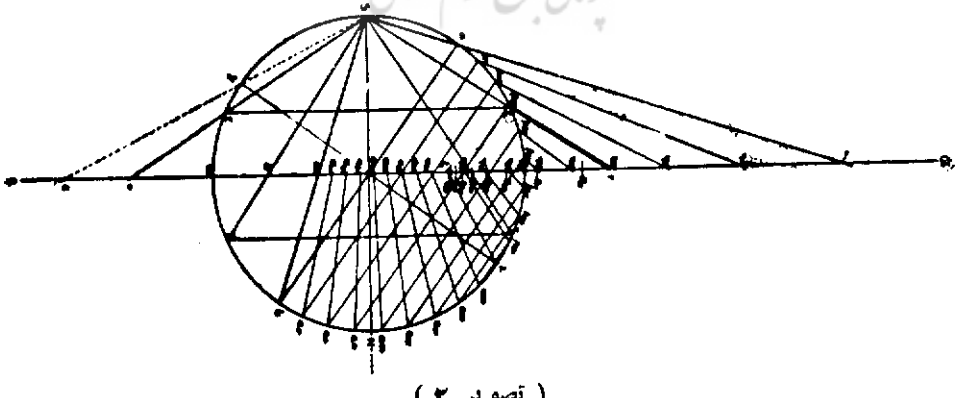
در تصویر ۱ دوایری تشریح شده که قطر ها یا radü و مراکز آنها در شکل ۲ مجدد نشان داده شده‌است.

زهوار خارجی صفحهٔ ، منطقهٔ‌جنوبی (مدار رأس الجدی) را نمایش می‌دهد. دوایر متحدالمرکز کوچکتر وبعد از آن استوا (دایرةالاعتدال یامدار راس‌الحمل) را نشان می‌دهد ،وداخلی‌ترین دایره نمودار منطقهٔ شمالی(مدار راس‌السرطان) است ،مرکزمشترك این سه دایره یعنی نقطهٔ C قطب شمال آسمان را می‌نمایاند .



(تصویر ۱)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



(تصویر ۲)

قطر NCS نمودار خط شمال ـ جنوب یامدارنصف النهار (عربی: خطوسطاالسماء) می‌باشد، منطقه یا شعاع CS درعربی‌مخصوصاً بنام خط‌نصف‌النهار معروف‌است ، درصورتی که شعاع CN متقلابلاخط نصف‌اللیل نام دارد . قطر ECW عمود برنصف‌النهار ، خط غرب ـ شرق یاافق مسطح‌یامستقیم(افق‌الاستوا نام دارد) ، وهمچنین بنام خط وسط‌المشرق والمغرب نیز خوانده می شود قطرهای CE و CW بترتیب دارای نامهای خط‌المشرق و خط‌المغرب می باشند .

افق واقعی (عربی : افق یا افق‌المشرق والمغرب) وسیلهٔ دایره دور R که از a می‌گذردونقاط تلاقی افق الاستوا با خط استوا یعنی نقاط شرقی‌وغربی استوا نشان داده شده در صورتی‌که almacantars که اصطلاحی است که از عربی اقتباس شده (الدایرةالمنطره) ومعنی آن دایره‌کامل‌است‌که درواقع موازی افق ومتحد المرکزمی‌باشد در روی صفحه بصورت‌دوایر مختلف‌المرکز دور R_{80} ..... R_{20} و R_{10} نشان داده شده که به‌ترتیب از α_{10} ، α_{20} ، ... α_{80} می گذرند. بدیهی‌است‌که فقط قوسهای دوایرافقی ومقنطراتی‌که در منطقهٔ جنوبی واقع می‌شوند ترسیم گردیده .

Zenith که از کلمهٔ عربی سمت الرأس گرفته شده و مطابق شکل ۲ در داخل کوچکترین‌دایره مقنطره‌درنقطه Z قرار دارد .

اسطرلابها را برطبق تعدادد‌وایر مقنطره‌ای که برروی آنها ترسیم شده است دسته بندی می‌کنند . اسطرلاب وقتی کامل (عربی : تام) است که درجه به درجه نود دایره داشته باشد ، دو قسمتی (نصفی) است وقتی که دارای ۴۵ دایره یعنی برای هردو درجه‌یك دایره داشته‌باشد، و(ثلثی)است وقتی‌که بتوالی هرسه درجه یك دایره وکلا ۳۰ دایره‌داشته باشد. (خمسی) است‌وقتی دارای ۸ دایره یعنی هرپنج درجه یکی.و(سدسی) است اگر ۱۵ دایره یعنی بازاء هر شش درجه یك دایره داشته باشد . نصرالدین احمد شیرازی علاوه از اینها از اسطرلابهای تسعی وعشری که بترتیب دارای ده دایره درازاء هر ۹ درجه‌ونه دایره در ازاء هر ۱۰ درجه می باشند نام برده است . شکل ۱ نمودار آخرین دسته اسطرلاب مذکوراست. اسطرلاب شاه سلطان حسین‌اسطرلاب کامل‌است. افق‌واقعی درهرنمونه قسمت قابل رؤیت فلك(فوق‌الارض) را از قسمت غیر قابل رؤیت آن (تحت‌الارض) ، جدا می‌نماید .

نقاطی که افق مسطح وافق واقعی باخط استواتلاقی می‌کنند به‌ترتیب نقطةالمشرق و نقطةالمغرب نامیده می‌شوند. azimuth واژه‌ایست که از عربی گرفته شده (السموت مفردش : السمت) است . السمت از این دونقطه از صفر تانود درجه بسوی شمال وجنوب درجه گذاری شده (۱) السموت‌دوایر بزرگی (دوایر عمودی) هستند که از سمت‌الراس ونظیرالسمت می‌گذرند وازآن پس افق وسلسله دوایر مقنطره را بطور عمودی‌قطع می‌کنند چون در مجسم نگاری زوایا بدون تغیر باقی می‌مانند ، بایك نظر اجمالی به تصویر ۱ متوجه می‌شویم‌که این خصوصیت درطرح صفحه وجود دارد . بطور کلی اسطرلاب فقط‌آن قسمت از دوایر عمودی را که بالاتر از افق قرار دارند نشان می‌دهد .

نقطهٔ مرکزی دایره عمودی‌که‌از نقاط‌مشرق ومغرب می‌گذرد، یعنی باصطلاح‌اولین دایرهٔ عمودی یا اول‌السمت ، در نقطهٔ Mo ،یعنی درنقطهٔ تلاقی‌خطوط مماس افق دردونقطه مشرق ومغرب، باخط نیمروز NS قرار دارد . مراکزتمام دوایر عمودی دیگرهمان‌طور که بااندك ملاحظه‌ای فهمیده می‌شود، روی قائم از Mo به Ns قرار دارد . ساختمان‌این دوایر برای السموت شمالی و جنوبی ۹۰° و ۶۰° و ۳۰° و ۰° و برای هر سمت x° که انتخاب شود، درشکل ۳ نشان داده شده‌است.اسطرلابهای مشرق‌زمین یا بطوری‌که در یکی ازتصاویر قبل دیدیم سموت را از ۱۰ درجه تا ۱۰درجه یابطوری‌که در شکل ۳ ملاحظه خواهید کرد از ۱۵ درجه تا۱۵ درجه یااز ۳۰ درجه تا۳۰ درجه‌بدست می‌دهند.

خطوط ساعات مساوی و نامساوی ، وخطوط ساعات نماز

برای درك اسطرلاب اسلامی لازم است تقسیمات شبانه روز در کشور های اسلامی فهمیده شود . روز (بعربی: الیوم بلیلته یعنی روز باشبی که به‌آن تعلق دارد) ازغروب آفتاب شروع می‌شود (۲). درزندگی عادی فقط از ساعات غیر مساوی(عربی : الساعات الزمانیه) استفاده می‌شود .

اینها ساعاتی هستند که نتیجهٔ تقسیم به دوازده شب ، یعنی زمان واقع بین غروب آفتاب وطلوع خورشید یاروزروشن می‌باشند . بنابراین هرساعت، درشب تابستان کوتاه‌تر

---

۱ ــ این درست برعکس روش معمول امروز درنجوم است ، که السمت را ازنقطهٔ ــ شمال یا جنوب افق درجه بندی می‌کنند .

۲ ــ طبق نظر الفرقانی ، این طرز محاسبه مربوط است به این نکته‌که روز اول ماه با رؤیت هلال ، که همیشه در غروب آفتاب است تعیین می‌شود .

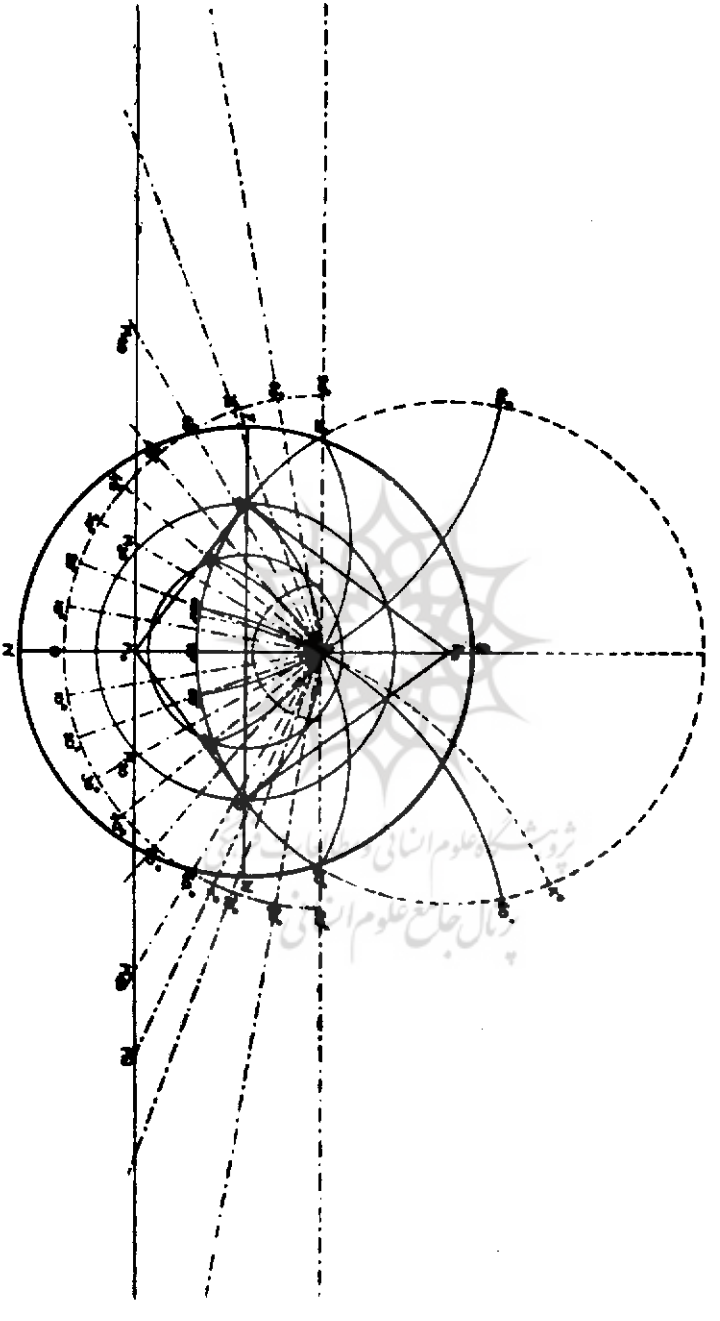
و در شب زمستان بلند تر از یك ساعت از روز مشابه می‌باشد . فقط در مواقع اعتدال شب وروز ، ساعات شب وساعات روز باهم مساوی می‌شوند .ساعات مساوی(عربی : ساعات الاعتدال) که منطبق با روش معمول در عصر جدید است و هر کدام یك بیست و چهارم مجموع شب و روز می‌باشد فقط در موارد نجومی مورد استفاده قرارمی گرفت . ولی بر خلاف روش معمول در غرب، که ساعات ازنیم شب یانیمروز شماره می‌شود ، این ساعات هم از غروب آفتاب به بعد شماره می شد . خطوط ساعات نا مساوی و خطوط ساعات مساوی علی‌القاعده در قسمت پایین افق یاتحت الارض صفحه ترسیم شده‌اند .

برای رسم خطوط ساعات غیر مساوی (.... tttt در تصاویر ۱ و ۴) قوسهای دوایردومنطقه وخط استوا وتمام دوایرمتحدالمرکز دیگرحول C تحت‌الارض بدوازده‌قسمت مساوی تقسیم شده‌اند ونقاط مربوط با خطوط منحنی متصل شده‌اند که البته دایره نیستند. شماره گذاری ازافق غرب‌شروع می‌شود . خط ساعت شش باخط نیم‌شب منطبق است وخط ساعت دوازده باافق شرق انطباق دارد .

برای رسم خطوط ساعات مساوی، دوایرکامل متحدالمرکز حول C بهمان طریق‌به بیست‌وچهار قسمت مساوی تقسیم‌می‌شوند که‌ازنقطه تلاقی باافق غرب شروع می‌شوند وبازهم نقاط مربوط بامنحنی‌هایی متصل می‌شوند.

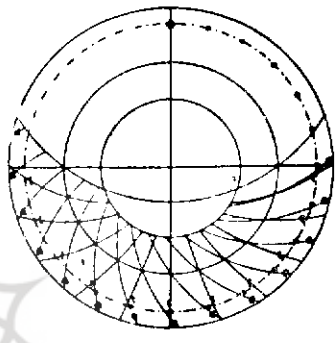
این‌منحنی‌ها بطوری که‌درکمال وضوح مشاهده می‌شود، متضاد است بامنحنی‌هایی که ساعات غیر مساوی را مشخص می‌کنند. قطعات دایره‌ای که با یکدیگر وباافق موافقند ، ومراکزی که درروی دوایرحول C که از نقطهٔ مرکزی . R برروی دایرهٔافق‌می گذرد بافواصل مساوی قرار دارند . این روابط با خطوط منحنی ..... aaaa (تصویر ۴) که‌نمودار ساعات مساوی‌هستند نمایش داده شده . درموارد مجزا ، ساعات مساوی همان‌طور که از افق شرق داده‌شده از افق غرب هم ترسیم گردیده که از شمال بطرف خط نیم‌شب امتداد دارد ،مراجعه شود به‌منحنی های .... aaaa (تصویر ۵). باید توجه داشت که خطوط ساعات مساوی ونامساوی در استوا تلاقی می‌کنند . ساعات مساوی غالباً باخطوط نقطه‌چین ترسیم شده است تا باسهولت بیشتری بتوان آنها را از خطوط ساعات نامساوی تمیز داد .

ساعات مساوی که طبق سیستم امروزی ما از نیم شب یانیمروز به بعد شماره گذاری می‌شوند ،باید بایك تقسیم‌بندی مجددودوازده قسمت مساوی که از نقطهٔ شرق ونقطهٔغرب اسطرلاب شروع می‌شود ،در روی حجره نشان داده شود (مراجعه شود به زهوار خارجی تصویر ۱) ولی این موضوع در اسطرلابهای شرقی وجود ندارد .

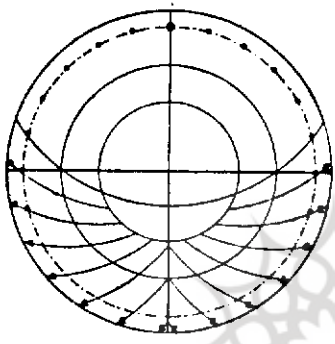


(تصویر ۳ - دوایر السموت)

گذشته از این تقسیم‌بندی اسلامی صرف ، اکثر اسطرلابهای اسلامی ، بعلاوه دارای خطوطی برای نشان دادن اوقات مختلف روز هستند که از نظر دینی اهمیت دارند . خطوط شام و فجر (خط‌الشفق والفجر) که برای نشان دادن اوقات نماز شام و نماز صبح می‌باشند، خط نیمروز (خط‌الظهر) که جایی درحدود غرب مدار نصف النهار قرار دارد ، وخط نماز بعداز ظهر (خط‌العصر) را بایستی مخصوصاً در خطوط مزبورذکرکرد . بررسی این موضوع در این جا بیش از این لزومی ندارد .



(تصویر ۴)

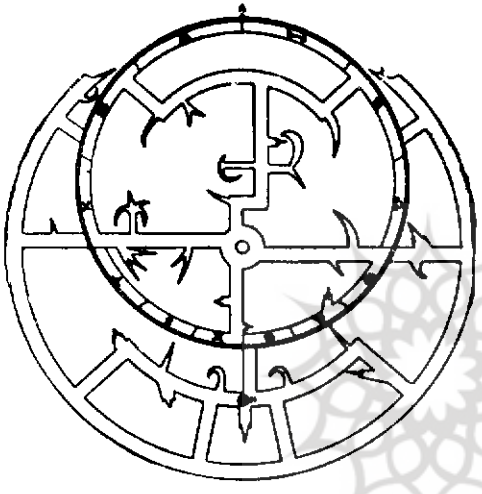


(تصویر ۵)

د : عنکبوت ـ عنکبوت شامل طرح مجسم نگاشته‌ای از کرهٔ ثوابت درسطح استوا می‌باشد . درساختمان عنکبوت عیناً ازاصول ساختمان صفحه استفاده می‌شود . باز تصویر شمارهٔ ۷ خط استوا و دوایر متحد المرکز مناطق اطراف C ،قطب شمال آسمان ، وهمه دوایرموازی‌از 10° تا 10° (یا ازچهل دقیقهٔ تا چهل دقیقه زمانی) را نشان می‌دهد. دوایرساعات، دوایر بزرگی هستندکه از دوقطب آسمان می‌گذرند و بنابر این بصورت قطری‌که از C می‌گذرد تصویرشده‌اند. وضع تعدادی ستاره‌های مشهود در زمانی بخصوص و همچنین دایرهٔ انقلاب که دایرهٔ استوا و نقاط بهاری و پائیزی (نقطه تلاقی خط استوا با دوایر صفرساعت و دوازده ساعت)که مربوط به صفر درجه و ۱۸۰ درجه درصعود قائم می‌باشد قطع می‌کند وبا هردومنطقه در (90°) 6^{h} و (270°) 18^{h} مماس‌می‌شود، دراین سیستم مختصات استوایی ، ترسیم شده‌است .

حرکت‌انتقالی‌تمام‌سیستم اطراف C نمایش دهندهٔ میدان نوسان‌خط سیرثوابت‌اطراف قطب است . بنابراین لازم است‌که دایرهٔ‌انقلاب یامدار خورشید وثوابتی که ازاین طریق

تعیین می‌شوند دربحث عنکبوت وارد کرد . ازآنجا که طرح صفحهٔ زیرعنکبوت بایستی باوضوح قابل رؤیت باشد ، مسلم است که عنکبوت نمی‌تواند صفحه‌ای یك پارچه باشدبلکه برعکس باید مشبك و دارای سوراخهایی باشد که در روی آنها ثوابت را بتوان بصورت عقربه با برآمدگیهایی نشان داد. علت این‌که نام عنکبوت برروی آن گذاشته‌انددانستن همین شکل مشبك است که البته با توجه به تار عنکبوت بوده است .

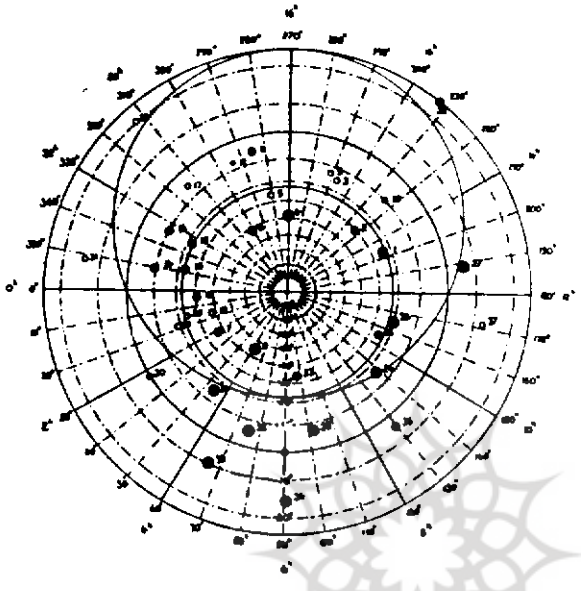


(تصویر ۶ ـ عنکبوت)

در طرح این صفحه آزادی کامل‌احساس شده وتقریباً هیچ‌گونه حدودی به مخیله تحمیل نگردیده است‌کما این‌که هرشکل قابل تصوری از آن را از ساده ترین طرحهای مسلسل هندسی گرفته تا زیبا ترین طرحهای برك و کتیبه‌ای می توان یافت . بطوری که در اسطرلابهای متعدد مشاهده گردیده است همین آزادی و همین تنوع در عقربه هایی که نمودار ستارگان است نیز وجود دارد . اسطرلاب واقعاً شایان توجه شاه‌سلطان حسین از این نظر مخصوصاً جالب توجه می‌باشد.

زهوار بیرونی عنکبوت بدلایل فنی معمولا بشکل یك حلقه دایره مانندساخته‌می‌شود (تصویر ۶) واین‌حلقه در نقاط مختلف به منطقةالبروج که‌آن نیز بصورت حلقه‌ای است متصل می‌گردد. خطوط دوایر ساعت که صفر ساعت وساعت دوازده رانشان می‌دهد دارای اهمیت زیادی است. زهوارخارجی منطقة البروج نمودارخط ریاضی دایرهٔ انقلاب می‌باشد دایرهٔ منطقةالبروج بدوازده‌قسمت تقسیم می‌شودکه شروع می‌شود ازنقطهٔ تقاطع بادایره‌ای که نمودار صفرساعت است، AC (که از قطب به‌طرف استوامی‌تابد نه از دایره انقلاب) نمودار علائم‌دوازده‌برج می‌باشد: حمل ـ ثور ـ جوزا ـ سرطان ـ اسد ـ سنبله ـ میزان عقرب ـ قوس ـ جدی ـ دلو ـ وحوت.هریك‌ازعلائم‌دارای تقسیمات فرعی‌است بطوری‌که اسطرلاب کامل (تام)درازاء هرعلامت سی‌تقسیم فرعی‌دارد، اسطرلاب نصفی پانزده وثلثی‌ده وقس علی‌هذا ،درحالی‌که هرتقسیم‌فرعی شامل یك، دو،سه درجه‌است وبهمین قیاس، اسامی

علامتها در روی زهوار دایرهٔ انقلاب وجوددارد، بطوری که اسامی مربوط به ثوابت برروی عقربه‌های مربوط دیده می‌شود.



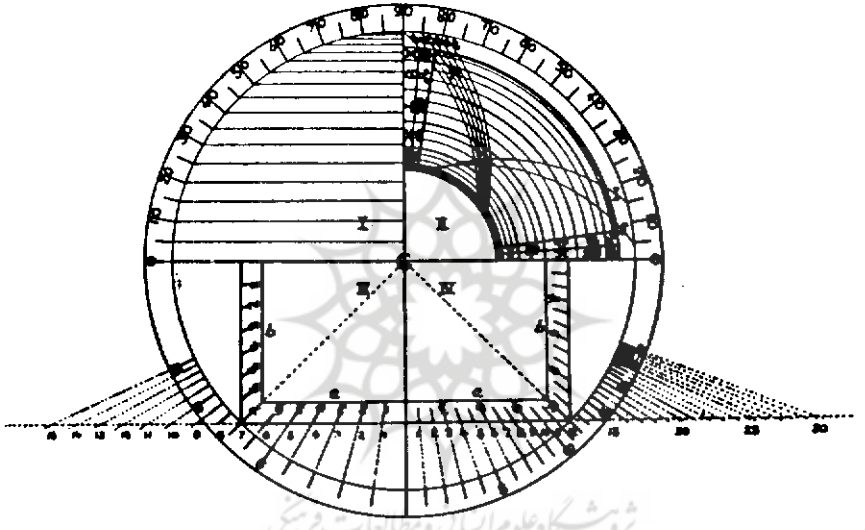
نمودار ۳۷ ستاره به نقل از کتاب عبدالرحمن صوفی
بزرگی نقطه‌ها نمایش قدر ستارگان است (تصویر ۷)

منطقة البروج ، معمولا در نقطهٔ تماس بامنطقهٔ جنوبی (وهمین طور با حجره) در 18^h صعود راست ، دستهٔ کوچکی دارد. A (تصویر ۶) که درعربی بنام (مری‌راس‌ـ الجدی) معروف است و در تنظیم آن نسبت به حجره ، و درنتیجه بخواندن آن کمك می‌کند. عنکبوت وسیلهٔ دسته‌ای چرخانده می شود که در عربی نام مدیر یامحرك داردومعمولا به قسمت پایین عنکبوت ملصق گردیده است. (درتصویر۶ بصورت M مشخص گردیده‌است)

در ادبیات عربی‌وفارسی از عنکبوتهای گوناگونی ذکر رفته که اسطرلابهای مجهز به چنین عنکبوتها برحسب آنها نام‌گذاری شده‌اند ازقبیل: به، وطبل (اسطرلاب سفرجلی ، و اسطرلاب مطبل) ، آس یامورد ، و چنگال خرچنك (اسطرلاب آسی و اسطرلاب سرطانی یامسرطن) ولی عملاهیچ گونه‌نمونه‌ای از اینها بدست نیامده . شاید اینها صرفاً ابزارهای تفننی و فاقد جنبهٔ علمی بوده‌اند وعلی‌القاعده استعمالی نداشته‌اند زیرا درتمام این انواع بند دایرهٔ انقلاب یك حلقه مدور پیوسته نبوده بلکه بانواع بسیار متنوعی‌تقسیم گردیده که نمودار : به ، طبل ، آس ، خرچنك ، پنجه ، و نظایر اینها بوده وتقسیمات روی صفحه مطابق تقسیمات معمولی اسطرلاب شمالی نیست بلکه شامل ترکیبات عجیبی از تقسیماتی است که در اسطرلابهای شمالی وجنوبی بکارمی‌رود .

ه : پشت ـ پشت اسطرلاب‌همیشه ازیك‌قطعه فلز یك تکه پارچه می‌شود . قواعد دقیق وثابتی که مربوط به‌تقسیمات‌روی اسطرلاب می‌شود دراینجا وجود ندارد ولی بطور عموم

یعنی دراکثریت‌قریب به‌اتفاق مواردا‌صول زیر مشهوداست. (تصویر ۸ ملاحظه شود)صفحهٔ‌ـ مدور بایك قطر افقی ویك قطر عمودی به چهار (ربع) تقسیم می‌شودکه در این شکل با ۱،۲،۳،۴ شماره‌گذاری‌شده‌اند . باتوجه‌به‌تقسیم بندی روی‌صفحهٔ، قطرافقی ، خط‌المشرق والمغرب و قطر عمودی ، خط نصف النهار یابنام خط العلاقه نامیده می‌شود ؛ دو اسم که یادآور تقسیمات روی صفحه‌است در اینجا معنی واقعی ندارد .



(تصویر ۸ ـ پشت اسطرلاب)

نام چهار (ربع) طبق یك قراردادساده‌وقابل‌درك عبارتند از:ربع‌الشرقی‌الجنوبی۱، که همچنین بعضی‌مواقع ربع‌الارتفاع نام دارد ، ربع‌الغربی‌الجنوبی ۲، ربع‌الشرقی‌الشمالی ۳، وربع‌الغربی‌الشمالی ۴.

دوربع ۱و۲ معمولا در روی زهوار خارجی از صفر تا نود درجه تقسیم بندی شده که به نقاط شرقی وغربی قطرافقی منتهی می‌شود وباکمك عضاده‌برای اندازه‌گیری‌ارتفاع خورشید ، ماه وسایر کرات آسمانی بکار برده می‌شود . در داخل ربع۱ تعدادی خطوط افقی وهمچنین بعض مواقع تعدادی خطوط عمودی‌موازی‌وجود دارند . خطوط افقی‌مربوط به‌جیب تمام (جیب‌المبسوط) وخطوط عمودی ، مربوط به جیب (جیب‌المنکوس) زوایای مورد نظر می‌شوند . در آلات کوچکتر ، شعاع‌افقی معمولا برطبق نحوهٔ استعمال‌عربی‌به

شصت قسمت مساوی تقسیم می‌شود (۱) واین تقسیمات بنوبهٔ خود به‌تقسیمات فرعی دقیقه ، ثانیه ، ثالثه ، ورابعه وغیره تقسیم می‌شوند. نیم‌وترهائی که نمودار جیب‌های‌تمام هستنداز تقسیمات شعاعهای عمودی‌ساخته می‌شوند . خطوطی که نمودار جیب منکوس هستند بهمین طریق ترسیم می‌شوند، ولی طبق قاعده از هرپنج خط بترتیب یکی از آنها رسم می شود که کلا دوازده خط می‌شود. نقاط تلاقی جیب‌های منکوس باخطوط پنجم، دهم، پانزدهم ، واز این‌قبیل، ازجیب‌های مبسوط غالباً بانقاط درشت‌تری مشخص‌شده‌است . بنابراین‌طول سینوس (یعنی شعاع عمودی که خودش جیب ۹۰° است) مساوی با P ۶۰ می‌باشد ، P ۳۰ = ۳۰° جیب ، ۵۳ – ۳ – ۳۵ ' P ۲۵ = ۴۲° جیب ، ۴۵° جیب ، ۱۴ – ۲۹ – ۴۱ ' P ۵۷ = ۵۱° جیب ، و از این قبیل . اصول تقسیم بندی اسطرلابهای بزرك‌متفاوت‌زیرا اینها نیم‌وترهارا از درجه تا درجه بدست‌می‌دهند(مراجعه شود به‌اسطرلاب شاه سلطان حسین وتصویر ۸ که در آن‌برای آسان شدن طرح فقط ازهر پنج خط یکی رسم شده است) دراین‌صورت‌البته وترها دیگر دارای‌فواصل مساوی نیستند بلکه فاصلهٔ بین آنها بتدریج باافزایش زاویه کاهش می‌یابد بطوری‌که طبعاًوترزوایایی‌که به ۹۰° نزدیك می‌شوند به‌وضوح قابل رسم نیست.

وقتی‌که ربع۱ به شصت قسمت تقسیم می‌شود، ربع‌مجاور۲ ، معمولا همان شبکهٔ‌خطی را از نظرفاصله از ۵ تا P ۵ دارامی‌باشد، باضافه این ربع شامل دوازده ربع‌دایرهٔ‌متحدـ المرکز در حول مرکز C می‌باشد با Radii : .... P ۱۵ و P ۱۰ و P ۵ ، که بانیم وترهای عمودی وافقی مربوط ، در جائی‌که بادو Extreme Radii تلاقی می‌کنند مماس هستند ؛ وهمچنین‌دوازده Radii با زاویه‌های فاصله دار وجود دارند .

مع‌الوصف ربع ۲ در صفحهٔ A ۱۴۰۱ مبتنی بر سیستمی است کاملا متفاوت (تصویر ۸). دراینجا ربع دوایر متحدالمرکز نمایندهٔ دوایر موازی استوائی هر پنج درجه از منطقةالبروج می‌باشند. (این طرح دوایررا بفاصله ۱۰° بدست می‌دهد) اسامی علامات در Radiis افقی می‌باشند. دومنحنی S و I که سلسله دوایرموازی‌را قطع می‌کند معرف منطقةالبروج قبله یعنی جهت مکه) S برای شهر شیرازو I برای اصفهان می‌باشند . نقشهٔ A ۱۴۰۲ منحنی‌های مشابهی‌برای هفت‌شهر دیگر دارد . به‌بیان دقیق‌تر این منحنی‌هانشان

---

۱ ــ که نبایستی این تقسیم بندی را با تقسیم بندی ساعت به دقیقه و ثانیه و غیره اشتباه کرد .

دهندهٔ ارتفاع خورشید در تمام ایام سال ، باکمك عضادهٔ هنگام عبور آن‌از منطقةالبروج قبله است که روی زهوار خوانده می شود . بهمین طریق سلسله منحنی‌های M که نسبت به دسته منحنی‌های دیگر تقریباً عمود است نشان دهندهٔ ارتفاع خورشید در نیمروز تمام فصول سال ، برای‌عرض‌جغرافیائیهایی که در زهوار بالائی ترسیم شده از :
۴۰°، ۳۸°، ۳۶°، ۳۴°، ۳۲°، ۳۰°می‌باشد، بایدمتذکر بود که‌دراین‌صورت‌سری علائم‌منطقةالبروج بصورت معکوس‌آنچه در Radii عمودی معمول می‌باشد ثبت شده‌است.

در داخل ربع‌های ۳ و ۴ (مربع های ظلی) وجود دارند وربع چپ۳ تقریباً همیشه مربوط می‌شودبه‌شاخصی که به‌هفت‌قسمت‌تقسیم شده است واین تقسیم‌بندی برحسب پا(عربی قدم،جمع:اقدام)می‌باشد، درصورتی که‌ربع‌راست۲ برای شاخصی‌بکاربرده می‌شودکه‌برحسب انگشت (عربی اصبع ، جمع اصابع) بدوازده قسمت تقسیم شده است . بخش افقی a مربوط می‌شود به‌ظل‌مستقیم (ظل مبسوط یامستوی)یعنی سایه‌ای که از شاخص عمودی برسطح‌افقی می‌تابد ،بخش عمودی b متقابلا نمودار ظل معکوس است یعنی سایه‌ای که از شاخص‌افقی برسطح عمودی می‌تابد. ارتباط بخش اول باتمام طول شاخص مربوط‌به‌کتانژانت ارتفاع ستاره‌ای که سایه رامی‌افکند می‌شود،رابطه‌دومی باطول شاخص مربوط به‌تانژانت‌ارتفاع هیئتی که سایه رامی‌افکند می گردد . تقسیم‌بندی زهوار خارجی این ربع دوایر بااستفاده از طرح سادهٔ تقسیم‌بندی a بعمل‌می‌آید ، که مربوط‌است‌به ظل مستوی (وبنابراین‌به‌نتیجهٔ آن در وراء زهوار خارجی) : (مراجعه شود به تصویر ۸) . همان‌طورکه بوضوح دیده می‌شود ، مرکزاین طرح نقطهٔ مرکزی C می‌باشد . این تقسیم‌بندی باکمك شاخص بدون محاسبه ، یك مقیاس قابل اعتماد از طول ستاره‌ها بدست‌می‌دهد واین تخمینی است دقیق‌تر از آنچه‌که وسیلهٔ عضادهٔ تنها بدست می‌آید. اگرمثلا معلوم گردد که طول سایه ۲ پایعنی $\frac{۱۱}{۷}$ طول شاخص است ، کافی است که عضاده را در بخش ۲ درروی زهوار ربع۳قرارداده ودر روی ارتفاع قطری مقابل طرح از ربع ۲ ارتفاع $۳۲\frac{۱}{۲}$ = A را خوانند. درواقع با محاسبه از $\text{Cot } A = \frac{۱۱}{۷} = ۱/۵۷۱$ باین نتیجه‌می‌رسیم که A = ۳۲° ۲۸′ زاویه.
از تقسیمات زهوار ربع ۲ با ترکیب‌شاخص‌که بدوازده قسمت تقسیم شده عیناً بهمین‌طریق استفاده می‌شود.

علاوه براین تقسیمات هیوی و مثلثاتی اکثر اسطرلابها در قسمت پشت ، یك سلسله طرحهای صرفاً مربوط به نجوم هم دارند که مربوط به تقویم می‌شود .
پشت‌یك‌اسطرلاب، کارعبدالکریم اسطرلابی مصری(۶۲۵ هـ.ق = ۸-۱۲۲۷ م) یك‌سری

کامل و متنوع از این طرحها را نشان می‌دهد . تمام این جزئیات دقیق در تصویر ۹ که در آن شکل معمولی منطقة البروج و علائم متداول سیارات بکار برده شده ، نشان داده شده است.

سیزده دایرهٔ متحدالمرکز این صفحه را بدوازده حلقهٔ دایره‌ای m ....و c و b و a تقسیم می‌کند (در این شکل حرف گذاری از نقطهٔ غربی شروع می شود) این دوازده بشرح زیر است :

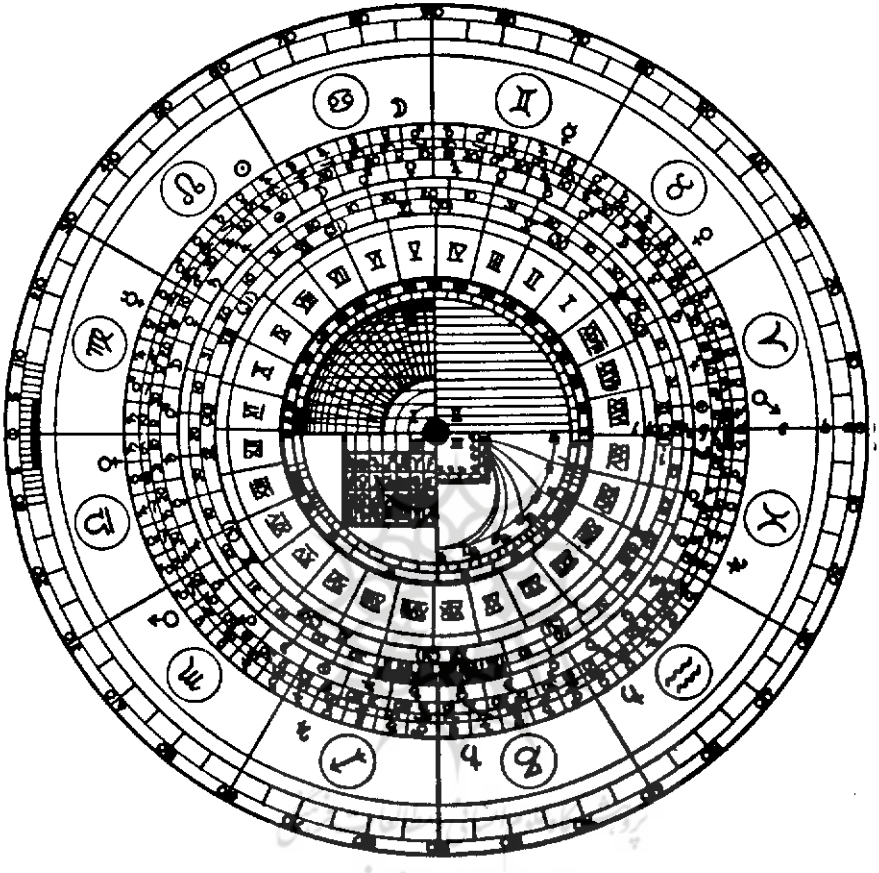
a : دایرهٔ خروجی a ، شامل چهار ربع‌دایره است که هریك از صفر تا نوددرجه شماره گذاری شده ، واین شماره گذاری از نقاط شرقی وغربی شروع وبه‌نقاط جنوبی و شمالی منتهی‌می‌گردد . نیمهٔ فوقانی ، بالای قطر افق ، طول ستاره‌هارا بدست می‌دهد ، و نیمهٔ تحتانی ، طول‌های پائین افق را .

b و c : منطقهٔ b نام دوازده علامت منطقة البروج را بدست می دهد درصورتی‌که C نمودارهای تصویری‌این علائم راهمراه باستاره‌هایی‌که آنهاراتشکیل می‌دهد می‌نمایاند بطوری‌که معمول است بهرعلامت نمودار آن‌بطور معکوس اضافه می گردد. در بعضی‌موارد نام ستاره‌های مهم مخصوصاً ذکر شده است . بین تصویر ونمودار معکوسش نام رب (لرد) وجود دارد ، که دربالای علامت‌مربوط می‌باشد . (در این طرح این کلمه در سمت‌راست قسمت پائین علامت‌منطقةالبروج‌واقعست) خورشید رب اسد ، ماه رب سرطان ، کیوان‌رب جدی در هنگام روز ، ودلودر شب، مشتری رب قوس‌در روز وحوت در شب ، عطاردرب سنبله درروز وجوزا درشب می‌باشند .

d و e : منطقهٔ d ومنطقهٔ e شامل (حدود) مطابق ترتیبات معمول در مصرهستند. اینها برای هریك از علائم منطقةالبروج بجز ماه وخورشید ،شامل پنج ناحیه که از نظر اندازه غیر مساویست می‌باشند . مقدار هرحد در منطقه e بحسب درجه داده شده است .

f : منطقهٔ f شامل اسامی رب‌های‌سی‌وشش ، صورت (عربی : وجه ، جمع وجوه لاتین facies) می باشد که منشاء مصری دارد . هریك از این وجوه شامل ۱۰ ° است بطوری‌که هرگروه سه‌تائی مربوط به‌یکی‌از علائم منطقةالبروج می‌شود . این‌وجوه درتعیین وقت وسنجش‌زمان رل‌مهمی بعهده دارند .

g : منطقهٔ g باتوجه بآنچه اصطلاحاً مثلث (عربی : مثلثه ، لاتین Trigonum) نامیده می‌شود تقسیم می گردد. هرمثلث شامل سه علامت از منطقةالبروج است که برحسب



(تصویر ۹)

پشت یك اسطرلاب‌کار عبدالکریم اسطرلابی در ۶۲۵ . ه

یك فاصله زاویه ای متقابل ۱۲۰° تقسیم بندی شده . وهرکدام یك رب روز ، یك رب شب و همچنین یك (شریك) دارد . گذشته از اینها هر مثلث مربوط به یکی از اصول در روابط زیر می‌شود :

۱ــ مثلث ناریه : شامل حمل واسد وقوس ، رب روز خورشید ، رب شب مشتری ، شریك زحل .

۲ــ مثلث زمینیه : شامل ثور و سنبله وجدی ،رب روز زهره ،رب شب ماه ، شریك مریخ.

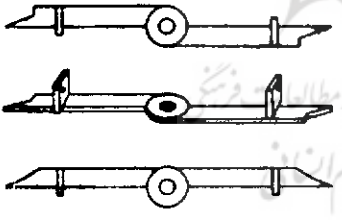
۳ـ مثلث هوائیه : شامل جوزا و میزان ودلو، رب روز زحل ، رب شب عطارد ، شریك مشتری .

۴ـ مثلث مائیه : شامل سرطان و عقرب وحوت ، رب روز زهره ،رب شب مریخ ، شریك ماه .

ربهای روز مقام اول ، ربهای شب مقام دوم و شریکها مقام سوم را اشغال می‌کنند که به‌ترتیب طول جغرافیائی آنها زیاد تر می‌شود .

h و i : منطقه های h و i مبین روزهای سال ژولیان ونام ماههای آشور ـ عرب (شهورالروم) می باشند که معادل ماههای ژولیان هستند . خطوطی که از ربع ۳ شروع می‌شوند بدین شرح‌اند :

تشرین اول ۳۱ روز (۱۰ اکتبر)
تشرین ثانی ، ۳۰ روز (۱۱ نوامبر)
کانون اول، ۳۱ روز(۱۲ دسامبر)
کانون ثانی ، ۳۱ روز (اول‌ژانویه)
شباط (= سباط)، ۲۸ روز (۲ فوریه)
آذار ، ۳۱ روز (۳ مارس)
نیسان ، ۳۰ روز (۴ آوریل)
ایار ، ۳۱ روز (۵ مه)
حزیران ، ۳۰ روز (۶ ژوئن)
تموز ، ۳۱ روز (۷ ژوئیه)
آب ، ۳۱ روز (۸ اوت)
ایلول ، ۳۰ روز (۹ سپتامبر)



(تصویر ۱۰)
انواع عضاده

k و L : منطقهٔ K شامل اسامی بیست‌وهشت منزل ماه ، می‌باشد ، در صورتی‌که منطقهٔ L شامل ارقامی‌است‌که نمودار این منازل است ، این منطقه همچنین شامل نام‌هریك از ستاره‌های عمده می باشد . شماره گذاری از منزل قمری الشرطان در درجهٔ هفتم ثور یعنی ° ۳۷ طول جغرافیائی شروع می‌شود . منازل طوری مرتب شده‌اند که هریك‌ازآنها پایین روزماه آشوری که از نظرشمسی در آن طلوع می‌کند، قرار دارد ، مثلا الشرطان (۱) در ۲۱ (آوریل) نیسان ، البیوتین (۲) در ۵ (ماه مه) ایار ، و از این قبیل .

این ترتیب تقریباً بطور دقیق مطابقه می کند با مواقع خورشیدی از منازل قمر در گاه شماری ملل باستانی از البیرونی که سال ۱۳۰۰ بعد از اسکندر (۹۹۰ میلادی) را حساب کرده است. جزئی تفاوتی که بین تواریخ‌البیرونی وتواریخ اسطرلاب عبدالکریم وجود دارد ، اصولا مربوط است به‌تأثیرتقدیم اعتدالین وتغییر تاریخ اعتدال بهاری شب‌و روز در تقویم ژولیان در ۲۳۷ سالی که بین زمان بیرونی وعبدالکریم فاصله بوده‌است .

m : منطقهٔ m باز هوار خارجی تصویر ۸ یکسان است . در داخل منطقهٔ m ۴ربع‌وجود داردولی باخصوصیات زیر : ربع ۱ و ۲ بامقایسهٔ B ۱۳۹۹ جایشان را باهم عوض کرده اند . ربع ۱ به نود قسمت تقسیم شده ، دایرهٔ انحراف مدارانقلاب (برای $\varepsilon = 23\frac{1}{2}^{\circ}$) بایك خط نقطه‌چین ترسیم‌شده. ربع ۲یعنی‌ربع‌ارتفاع به‌شصت‌قسمت تقسیم‌می‌شود. ربع ۳ شامل‌یك طرح‌مستطیل شکل است که‌در طرف راست خط تقسیم‌عمودی دارای دوازده علامت منطقة البروج می‌باشد که تقسیم شده به مثلث های چهارگانه: (۱) ناریه ، (۲) زمنیه (۴)مائیه ، (۳) هوائیه که بانقاط A ، W ، E ، F بهمان ترتیب از بالا تا پایین مشخص شده ، درصورتی که در سمت‌چپ دراولین ستون، شریك مثلثه مورد بحث قرار دارد ، در دومی‌رب‌روز ودر سومی رب شب . در ربع ۳ یك مربع ظلی کوچك که به‌دوازده انگشت تقسیم شده ، وخطوط مورب‌ساعات نامساوی (ساعات زمانیه) وجود دارند .

و : عضاده(به کسرع)ـ عضاده عبارتست‌ازیك خط کش‌مسطح که‌درپشت‌اسطرلاب‌محکم شده ودور قطب می‌چرخد وبطوری که شرح‌داده‌شد ازآن برای‌اندازه گیری ارتفاع‌ستاره‌ها استفاده می‌شود . تصویر ۳ و۱ـ۱۰ نشان دهندهٔ انواع اساسی است که مورد ملاحظه قرار دارد در صورتی‌که تصویر ۲ـ۱۰ پرسپکتیو یا مجسم ۱ـ۱۰ می‌باشد .خط مستقیم A B که از نقطهٔ مرکزی گذشته واز هردوطرف تا زهوار خارجی امتداد پیدا می کند در زبان لاتین Linea Fidei نامیده‌می‌شود. درهریك‌ازدوسرعضاده صفحهٔ مستطیلی‌است بنام‌لبنه (به کسرل) که‌نسبت به‌سطح‌خودعضاده بطورعمودی‌قرار گرفته‌ودرداخل آن‌در بالای‌لبنه‌سوراخی بنام (ثقبه) تعبیه شده است . برای اندازه گیری ارتفاع آفتاب ، صفحهٔ اسطرلاب که باید بطور عمودی‌آویخته شود بطرف(السموت) خورشیدچرخانده‌می‌شود. عضاده بقدری‌چرخانده می‌شود تاآفتاب از هر دوسوراخ بگذرد ، وآن‌وقت ارتفاع خورشید را می‌توان در روی زهوار خارجی خواند . ارتفاع ستاره‌ها هم صرفاً باانطباق آنها باد وسوراخ بهمین طریق خوانده می شود.

موارد استعمال اسطرلاب

در بررسی مختصری که ذیلا از مهمترین موارد استعمال اسطرلاب بعمل می‌آید بطور کلی مقالات علی بن عیسی و ماشاءالله در این خصوص در مد نظر بوده است . بعض قسمتها مخصوصاً تعیین اندازه ارتفاع ستاره‌ها قبلا مورد بحث قرار گرفته و بنا بر این تکرار آنها دراین مقال زائد بنظر می‌رسد .

مقدمه

الف ـ از آنجاکه خطوط مورب ساعات مساوی و نامسای در اکثر موارد تحت‌افق قرار دارند ، ساعات روز بااستفاده از نقاط منطقةالبروجی دایره عنکبوت که مربوط به طولهای جغرافیائی خورشید می‌شودخوانده‌نمی‌شود ، بلکه بانقاطی‌که از نظر طرح‌مقابل آنها ست ، وبهمین دلیل باطول‌جغرافیائی‌خورشید که تا ۱۸۰° افزایش می‌یابد مطابقه می‌کند . قاعدة این نقطه در هیئت عربی نقطهٔ نظیر خوانده می‌شود .

ب ـ در هنگام قرار دادن عنکبوت برروی داویر ارتفاع صفحه (المقنطرات) همیشه بایستی این‌موضوع رابحساب‌آورد که آیاارتفاع قبل از عبور از نصف‌النهار اندازه‌گیری شده یا بعداز آن ؟ درصورت اول عنکبوت‌در طرف چپ خط عمودی شمال ـ جنوب‌قرار داده می‌شود ودر صورت دوم در طرف راست آن خط .

۱ـ تعیین‌طول‌جغرافیائی‌خورشیددردایرهٔ‌انقلاب: عضاده را برروی‌خطی‌که معرف روز مورد نظر می‌باشد (تصویر ۱۱ منطقهٔ h–i) برمبنای تقویم ژولیان ، قرارداده وروی طرح زهوار (منطقهٔ a) طول جغرافیائی شمسی مربوط را در دایرهٔ منطقةالبروج (که از این به‌بعد بصورت L نمایش داده خواهد شد) می‌خوانیم .

۲ـساعات‌غیرمساوی ومساوی: عنکبوت چرخانده می‌شود تادرجهٔ دایرهٔ انقلاب مربوط به روزی که ارصاد در آن بعمل می‌آید روی مقنطر ارتفاع خورشیدی که اندازه گرفته‌می‌شود قرار گیرد . سپس در نقطهٔ نظیر روی منحنی‌های مربوط ، ساعات مساوی یا غیر مساوی مورد علاقه در آن روز خوانده می شود . درشب ارتفاع ستاره ها سنجیده می‌شود، شاخصی‌که نمودارستاره‌ای می‌باشد بامقنطر مورد بحث منطبق گردیده وچون شب است از خود L ، بعنوان‌شاخص منحنی ساعات ، بجای نظیر استفاده می شود (به توضیح شمارهٔ ۵ هم مراجعه شود) .

۳ـاوج ،حضیض ، درجهٔ وسط‌آسمان ، ودرجهٔ نقطهٔ‌انقلاب (یعنی خط شمالی) زمین :

وقتی‌که عنکبوت برای تعیین وقت روز یاشب‌بطوری‌که در قسمت (۲) شرح داده‌شد میزان می‌شود ، درجهٔ دایره انقلاب‌که باافق شرقی‌منطبق است اوج، ودرجه‌ای‌که باافق غربی مطابقت دارد حضیض نامیده می‌شوند . خط جنوبی (c s درتصویر ۱) معرف درجه وسط آسمان (یعنی آن قسمت از دایرهٔ انقلاب که در تکبد فوقانی قرار دارد) می‌باشد در صورتی‌که C N، یعنی خط(نقطهٔ انقلاب زمین یاوتدالارض) نشان‌دهندهٔ درجهٔ‌انقلاب زمین یعنی درجهٔ دایرهٔ انقلابی که در وقت‌موردنظر در تکبد تحتانی است می‌باشد .هریك از این چهار نقطه‌ازنظر ستاره شناسی برجستگی خاصی دارد . اوج دارای اهمیت فوق‌العاده است ، زیراطرح دایرهٔ‌منطقةالبروجی از این نقطه‌بسوی‌طول‌های‌جغرافیائی‌افزاینده به دوازده قسمت یاخانه (لاتین :loci ، عربی : بیوت جمع بیت) تقسیم می‌شود . این دوازده بیت را نباید با دوازده علامت اشتباه کرد . برطبق شعرقرون‌وسطائی لاتین:

Vita , lucrum , fratres , genitor , nati , valetudo , Uxor , mors , pietas , regnum , benefactaque , carcer ;

از این بیوت بطور قطعی برای پیش‌گوئی طالع و تاریخچهٔ زندگی نوزاد استفاده می‌شود . خانهٔ ۱ که همچنین خانهٔ طالع‌هم‌نامیده می‌شود ، نتایج کلی زندگی‌آیندهٔ‌نوزاد را بیان می‌کند. بیت ۲ وضع‌مالی‌اورا ، خانهٔ ۳ وضع برادران‌وخواهران اورا، ۴والدین ۵ اطفال ، ۶ سلامت، ۷ ازدواج، ۸ طرزمردن و توارث ،۹ مذهب و همچنین مسافرت ۱۰شایستگی ولیاقت ، اخلاق‌وسکونت، ۱۱ دوستان وکارهای خوب، ۱۲ دشمنان،حبس و انواع گرفتاریها را بیان می‌نمایند .

اسطرلاب این امکان را فراهم می‌کندکه مستقیماً ترکیب ستاره‌ها را در این‌دوازده خانه خواند ، وطالع بین را از محاسبات پیچیده وخسته کننده برطبق فورمولهای مثلثات فلکی راحت می‌کند .

۴ـقوسهای روزوشب:قوس‌روزانه هرستاره ثابتی‌که درنظر گرفته شود مساویست باشماره درجات مرئی (تصویر۶ شاخص A روی‌عنکبوت ، در۲۷۰ درجه طول‌جغرافیائی) بین طلوع وزوال شاخص ستاره مورد بحث . برای تعیین قوس روزانهٔ خورشید از درجه طول جغرافیائی I بجای شاخص استفاده می‌شود . قوس شبانه در هرصورت مساوی است با ۳۶۰ منهای قوس روزانه .

۵ـطول‌ساعات‌نامساوی‌برحسب‌درجات‌یاساعات‌مساوی : اگردومنحنی‌بلافاصله پشت سرهم ازساعات نامساوی را در نظر گرفته‌و L را اول بایکی از آن دومنحنی‌وسپس بادیگری منطبق سازیم، مری شامل‌تعداددرجات مربوط به طول یك‌ساعت از وقت‌می‌شود برای تبدیل به‌ساعات مساوی ازطریق معمول‌تقسیم برپانزده‌استفاده می‌شود.وقتی که‌خطوط ساعات‌مساوی بطورخاصی نشان‌داده نشده‌باشد، با قیاس بشرح زیر می‌توان ساعات مساوی روز وشب را تعیین نمود . بااحتساب تعداد درجات مری وقتی که L از حالت انطباق‌با خط افق بصورت انطباق با مقنطری‌که مربوط به ارتفاع مورد سنجش است تغییر می‌کند آنها را بدست می‌آوریم . اگر قرار باشد ساعات مساوی را بطریقه اروپائی از نیمروزیا نیمشب به بعد حساب کنیم ، لازم است که قوس دایره‌ای که وسیله‌مری مشخص‌شده وقتی که L برحسب مورد ازخط نیمروز یاخط‌نیمشب‌حرکت می‌کند تابامقنطره مربوط‌به‌ارتفاع مورد سنجش منطبق‌گردد عیناً بهمان‌طریق اندازه‌بگیریم ؛ یادر مورد ساعات شب‌باانطباق شاخص ستاره ثابت که ارسال گردیده بامقنطر مورد نظر در اسطرلابهای اروپائی باقرار دادن aster sor در نقطهٔ L دایرهٔ‌انقلاب‌می‌توان‌ساعات را مستقیماً برروی زهوارخارجی حجره (تصویر ۱۰) خواند .

۶ـمتعالی(اوج)درصعودراست‌وصعودمورب: درجهٔ‌دقیق متعالی‌یااوج نیز به‌کمك مری باسنجیدن تعداد درجات استوا ، که همراه باقسمت منطقةالبروجی علامت مورد نظر به‌بالای افق صعود می‌کند و یا از خط شرقی ـ غربی می‌گذرد نیز بانهایت سهولت بدست می‌آید .برای مورد اول ابتدای علامت منطقةالبروجی مورد نظر را در روی افق شرقی قرار داده وعنکبوت راآن‌قدرمی‌چرخانیم تادرجهٔ مورد علاقه ما باافق منطبق شود وقوس دایره مری را اندازه می‌گیریم. درمورد دوم قسمت شرقی از خط شرقی ـ غربی E C جای‌افق شرقی رامی‌گیرد وباتقسیم به‌پانزده ، وقتی که‌به ساعت‌های‌مساوی تقسیم گردیده است بدست می‌آید .

۷ـ السموت Azimuith : السموت‌خورشید یاهر ستارهٔ ثابتی‌که انتخاب‌شود بامقایسهٔ موقعیت L ، یاموقعیت‌شاخص ستارهٔ موردبحث با دوایرسموتی (به‌تصویر۱ مراجعه شود) بدست می‌آید. بطوری‌که قبلاگفته شده است شماره گذاری از نقاط شرقی وغربی افق شروع شده تا نقاط‌شمالی‌وجنوبی ادامه می‌یابد، که در هر مورد از صفر تا ۹۰درجه ادامه پیدا می‌کند . والبته متقابلاهم می‌توان ازروی السموت مورد نظر خورشیدیاهرستاره دیگر وقت را تعیین نمود همان‌طور که می‌توان این‌کار را بااستفاده از ارتفاع کرد .

۸ـطول جغرافیائی ماه و سیارات دایرهٔ انقلاب: برای تعیین این طولهای جغرافیائی در عین حال ارتفاع ماه یا سیاره ، وستارهٔ ثابتی را اندازه می گیریم و عنکبوت را روی مقنطره ستارهٔ ثابت قرار می‌دهیم آن‌وقت طول جغرافیائی ماه یاستاره مورد علاقهٔ باخواندن درجهٔ دایرهٔ انقلاب روی مقنطره‌ای که باارتفاع ماه یاسیارهٔ مورد سنجش منطبق است بدست می‌آید. واضح است که باین ترتیب طول جغرافیائی بطور تقریبی بدست می‌آید . هر چه ارتفاع دایرهٔ انقلاب یاسیارهٔ مورد نظر زیادتر شود از میزان دقت این تقریب کاسته می‌شود. برای ارصاد ماه درهنگام روز از خورشید بجای ستارهٔ اسطرلابی استفاده می گردد .

۹ـعرض جغرافیائی دایرهٔ انقلابی (ژئوسنتریك) ماه و سیارات: برای تعیین این امر که آیاماه یاسیاره‌ای در شمال یاجنوب دایرهٔ انقلاب قراردارد ،اندازه آن‌را روی مدار نصف‌النهار تعیین می کنیم و آنرا باارتفاع درجهٔ انقلاب که درهمان حال اوج می گیرد مقایسه می کنیم. تعیین مقداردقیق عددی عرض جغرافیائی بااسطرلاب تنها ممکن نیست .

۱۰ـترکیب سیارات: وقتی که طول جغرافیائی دوسیاره ۲ l و ۱ l طبق شرح شمارهٔ (۸) تعیین گردید ترکیب ، بارؤیت از نقطهٔ مرکزی روی نقاط ۲ l و ۱ l دایره انقلاب به درجهٔ حجره ، بدست می‌آید . اگر اختلاف حاصله در صعود راست به ۶۰° برسد ترکیب دوسیاره‌را (سدسی) گویند؛ ۹۰° اختلاف (ربعی) ؛ ۱۲۰° ترکیب (ثلثی) ؛ ۱۸۰° تضاد ؛ وبالاخره ۰° یعنی وقتی که هردوطول جغرافیائی یکی هستند (ترکیب) نام‌دارد. این ترکیب‌ها درطالع بینی هم‌اهمیت زیادی دارند .

در استفاده از یك اسطرلاب اروپائی رویت باکمك Ostensor بعمل می‌آید .

پایان

محمد تقی دانش‌پژوه

دو نکته

۱ـ درشمارهٔ پیش درنام شرح نهج‌البلاغة کیدری اشتباهی رخ داده ودرست آن حدائق‌ـ الحقائق فی فسر دقائق‌افصح الخلائق است .

۲ـ ابن‌ابی جمهوراحسائی گویا این شرح‌را در دست داشته ودر مجلی (ص۵۶۸) بندی از آن نقل کرده است ، همانجا که از خلع وخلسهٔ افلوطینوسی گفتگو شده است .