شناسائی آلات نجومی چمالوتینگ و رابطه آنها با ابزار رصدخانه مراغه

ویلی هارتنر
استاد سابق دانشگاه فرانکفورت
ترجمهٔ ناصر کنعانی
استاد دانشگاه صنعتی برلن

این ترجمه را به دوست دانشمندم آقای دکتر جعفر آقایانی چاوشی تقدیم می‌کنم.

[مترجم]

در فصل چهل و هشتم گزارش یوئن - شی Yüan -shih[a]، گراور ۱۰r° ff، زیر عنوان "تصاویر آلات و ابزار نواحی غربی" (به چینی His-yü I-hsiang[b]) اشاره شده است به نقشه‌ها و نمونه‌هائی از هفت الت نجومی که در سال ۱۲۶۷ میلادی توسط شخصی به نام چمالوتینگ Cha-ma-lu=ting[d] از یکی از کشورهای دیار اسلامی، به دربار قوبیلای قاآن امپراتور مغول (به چینی Yüan Shih-tsu[c]) برده شده بودند. اینطور که به نظر می‌رسد نام این شخص در هیچ مأخذ دیگری ذکر نشده و هیچگونه اطلاعاتی نیز تاکنون دربارهٔ او بدست نیامده‌اند. جورج سارتن [۶] در جلد دوم مقدمه خود (چاپ واشنگتن، ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۰۲۱)، نام چمالوتینگ را به شکل چمالی تینگ Cha-ma-li-ting نیز آورده و اظهار می‌دارد که این نام باید آوانگار (transliteration) اسم عربی جمال الدین به چینی باشد. جای هیچگونه شکی نیست که این تعبیر درست است، زیرا اطلاعات کمی که درباره این

فرد در دست می‌باشند، از منابع چینی اخذ شده‌اند نه از منابع عربی و فارسی. از اینرو سارتن ترجیح می‌دهد که نام او را به شکل چینی بیاورد. باری، یادداشتی که سارتن به این شخص اختصاص داده است، به شرح زیر می‌باشد:

«منجم ایرانی که در سال ۱۲۶۸ تقویم جدیدی برای قوبیلای قاآن طرح ریخت (زیرا تقویم‌یه-لو Yeh-lü هیچگاه مورد قبول اوواقع نشده‌بود)، سالنمای خود را تقویم ده هزار ساله نام نهاد (به چینی: Wan - ninen li). او به احتمال زیاد این نام را از آن جهت انتخاب کرد که تقویم مزبور شکل تکامل یافته‌ای از گاهشماری قدیم ایران بشمار رفته و بر پایه یک دوره ده هزار ساله استوار بود. شاید هم منظور وی از ده هزار ساله، کنایه‌ای از ابدی بوده است [۱]. به هر تقدیر، این تقویم تاکنون در دست نیست. منجم مزبور هفت آلت نجومی ایرانی را نیز [به دربار چین] معرفی نمود، از جمله یک ذات الحلق (۲) که برای عرض جغرافیائی ۳۶ درجه (۳) ساخته بود تا از آن احتمالاً در مدرسه پینگ - یانگ P'ing-yang واقع در شانسی Shansi استفاده کنند. این محل در عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۶ دقیقه قرار دارد. (رجوع کنید به یادداشت من درباره یه - لو چو - تسای Yeh-lü Ch'u-ts'ai، نیمه اول قرن سیزدهم میلادی).

در اوضاع و احوالی که من مقالهٔ حاضر را می‌نوشتم، فقط توانستم به یکی از سه منبعی که سارتن از آنها نام برده است، دست یابم و آن هم کتاب *توسعه ریاضیات در چین و ژاپن* *Development of Mathematics in China and Japan* اثر میکامی Mikami (چاپ لایپزیک، ۱۹۱۳، صفحات ۱۰۰ به بعد) بود. در این کتاب چنین آمده است:

«چمالوتینگ در سال ۱۲۶۷ چند آلت نجومی عربی در چین ساخت که از میان آنها می‌توانیم از یک کرهٔ فلکی (۴)، یک ساعت آفتابی (۵) و چند شاخص (۶) برای تعیین اعتدالین (۷) و انقلابین (۸) و یک آلت برای نظارهٔ آسمان پر ستاره، نام ببریم. نامهای عربی این آلات در فصل مربوطه به مسائل نجومی، در مجموعهٔ " نسخ تاریخی مربوط به دوران سلسله یوئن " Historical Records of the Yuen Dynasty، ثبت شده‌اند.»

به دو منبع دیگر یعنی کتاب پژوهش چینی *Chinese Researches* اثر آ.ویلی .Wylie A (بخش ۳، ۱۶، سال ۱۸۹۷) و کتاب *مارکو پولو* (۹) نوشته یول Yule (چاپ سوم، جلد اول، ۴۵۵، سال ۱۹۰۳) دسترسی مستقیم نداشت.

بنابر اطلاعیه‌ای از جانب مرحوم پروفسور اتو فرانکه Otto Franke، ویلی در کتاب *پژوهش‌های چینی* فقط به شرح آن دسته از آلات رصدی بسنده کرده است که به دستور حکمفریان بعدی در چین ساخته شده‌اند و با وجود اینکه با آن بخشی از یوئن - شی که ذکرش رفت، آشنائی داشته، فقط بطور ضمنی از انواع ایرانی این آلات نام می‌برد. اینکه می‌گوید هفت آلت نجومی به امپراتور چین تقدیم شده بودند، ادعائی است نادرست، زیرا همانطور که به صراحت گفته شده است، فقط نقشه‌ها و یا نمونه‌هائی (i-hsiang[e]) از این آلات به دربارخانبالغ [پکینگ، مترجم] برده شده بودند. یول هم در کتاب *مارکوپولو* خود فقط از *آلات واللخصوص* از آن دسته ابزاری نام می‌برد که بعدها توسط ژزوئیت‌ها (۱۰) ساخته شدند. و بالاخره اگر درست بخاطر بیاورم، گوبیل Gaubil نیز در جلد دوم کتاب خود موسوم به :

Societés Observations mathématiques, astronomiques, etc. (چاپ پاریس، ۳۲-۱۷۲۹) که من تاکنون به آن دسترسی پیدا نکرده‌ام، از اسباب و وسائل چمالوتینگ بطور تلویحی ذکری به میان می آورد.

تا آنجاکه من می‌دانم، تاکنون هیچگونه کوشش جدی برای بازشناسی این آلات نجومی صورت نگرفته است با وجود اینکه اسامی آنها در گزارش یوئن - شیء نه تنها به چینی آوانگاری شده، بلکه معادل‌های چینی آنها نیز در آنجا آورده شده‌اند. از این گذشته، گزارش مزبور شرح کوتاهی نیز دربارهٔ چگونگی استفاده از این آلات را داده است [۲].

آلات هفتگانه مذکور و معادل‌های چینی آنها به شرح زیر می‌باشند [۳]:

1.tsa-t′u-ha-tzu(la)chi[f] به چینی kun-tien i[g]

2.tsa-t′u- shou-pa-t′h به چینی ts′ê-yen chou-t′ien hsing - yao

chih ch′i[f]

3.lu-ha-ma-i-miao-Wa(yao)-chih[i] به چینی ch′un-ch′iu-fên kuei[k]

4.lu-ha-ma-i-mu-ssu-t′a-yü[l۴] به چینی tung-hsia-chih kuei[m]

5.K′u-lai-i-sa-ma[n] به چینی hun-ti′en-t′u°

6. K′u-lai-i-a-êrh-tzu[q] به چینی ti-li chih[r]

7. Wu-su-tu-êrh-tzu[g](Ia)

در ارتباط با آلات شماره ۵، ۶ و ۷ توضیحات اضافی زیر نیز آورده شده‌اند:

۵: «این آلت Wan - hsieh[p] نیز نامیده شده و از جنس مفرغ (۱۱) می‌باشد.»

۶: «این آلت کره‌ای است که از چوب ساخته می‌شود و روی آن هفت قسمت آب، با رنگ سبز و سه قسمتی خشکی با رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، با رنگ سفید مشخص می‌شوند.»

۷: «هیچ اسم چینی برای این آلت پیدا نشد. آلتی است از جنس مفرغ که روی آن زمان، یعنی ساعات روز و شب حک می‌شوند.»

در تجزیه و تحلیلی که در زیر صورت می‌گیرد، ترتیب و توالی فوق در نظر گرفته شده و همانطور که خواهیم دید، مقایسه دو یا چند واژه با هم، در برخی از موارد، مفید فایده خواهد بود.

۱ واژه چینی hun-tieni[t] یکی از اسامی مرسوم و معمول ذات‌الحق بوده ولی گاهی اوقات برای کره فلکی نیز بکار می‌رفته (مثلاً در زبان امروزی ژاپن، ترکیب مزبور که به صورت kontengi خوانده می‌شود، می‌تواند هر دو معنا را دارا باشد). لیکن این دوگانگی در معنا، به ندرت در آن دسته از نوشته‌های قدیمی به چشم می‌خورد که در آنها کره فلکی، کره توپر ch'iu[u] نامیده شده، و یا برای آن از واژهٔ عام t'u[v] به معنای "تصویر" استفاده شده است. ذات الحلق نیز که در اصل از اختراعات یونانیان است، بعید نیست که پس از دوران سلسلهٔ هان Han در چین، معمول شده باشد. ولی من هنگامیکه به اطلاعاتی ارزنده‌ای بر میخورم که گویا این دستگاه پیش از دوران یوئن نیز در چین وجود داشته است دچار شگفتی می‌شوم. ادعای زینر Zinner[5] مبنی بر اینکه یک ذات الحق توسط لوهسیا - هونگ Lo Hsia-hing[w]، یعنی در نیمه دوم قرن دوم قبل از میلاد ساخته شده است، اشتباه محض است. آلتی که این شخص ساخته، در واقع نمونه‌ای بوده است از دستگاه kai-t'ien[x] که تشکیل میشده از یک نیمکره یا گنبد که روی یک صفحه افقی قرار می‌گرفته. بهسازی‌ها و پیشرفت‌های دیگری هم که زینر نقل می‌کند، ارتباطی با ذات الحلق ندارند بلکه مربوط می‌شوند به نیمکره‌های توپر و یا کره‌های فلکی کامل و تمام عیاری که با آغاز دوران Wang Fan[y] (حدود سال ۲۵۰ میلادی) مرسوم شدند. اما در واقع در دوران یوئن است که ذات الحلق به مثابه یک آلت نجومی برای مشاهده و رصد معمول می‌شود. ذات الحلقی که در سال ۱۲۷۹ توسط کوئوشو - چینگ Kuo Shou - Ching[z] ساخته شد، هنوز هم در پی - پینگ Pei-ping[6] موجود است. من شخصاً بر این

گمان هستم که اختراع نبوغ‌آمیز کوئو عملاً بر اساس مطالعهٔ نمونهٔ چمالوتینگ صورت گرفته است، زیرا اولین آلت نجومی از آلات هفتگانهٔ چمالوتینگ چیزی جز ذات الحلق نبود و ما به آسانی می‌توانیم در دو هجای نخستین عبارت tsa-t′u-ha-tzu(la)-chi، واژه عربی "ذات" را که تلفظ فارسی آن "ذات" یا "زات" است، بیابیم. "ذات" مونث "ذو" و به معنی "صاحب" یا "دارنده" است و به کررات در آن دسته از واژه‌های فنی ظاهر می‌شود که برای نامگذاری آلات رصد بکار برده شده‌اند. چنانچه به خاطر بیاوریم که از زمان بتانی (۱۴) armillary sphere را ذات الحلق یعنی " صاحب دو حلقه" می‌نامیده‌اند، دیگر جای هیچگونه شک و تردیدی درباره نحوهٔ قرائت و تعبیر درست عبارت مورد نظر باقی نخواهد ماند. حرف چهارم این عبارت را باید la خواند و نه tzu. در نتیجه آوانگاری چینی آن تقریباً بصورت صحیح خود یعنی tsa-t′u-ha-la-chi که همان ذات الحلق باشد، در خواهد آمد. حال اگر این سؤال پیش آید که چرا در این عبارت چینی حرف تعریف عربی "ال" از قلم افتاده، می‌توانیم یکی از دو توضیح زیر را به مثابه پاسخ به این پرسش بپذیریم. توضیح اول اینست که شاید حرف اضافی êrh[aa] به نظر مؤلف چینی خیلی ناهنجار و بی‌قواره میآمده. توضیح دوم، که احتمالش بیشتر است، این است که شاید شکل درست کلمه عربی نبوده که مؤلف چینی خواسته آنرا طبق تلفظ چمالوتینگ به چینی باز گرداند، بلکه شکل میانه و محاورانه عربی - فارسی آن، که یک نوع اضافه دستوری باشد، یعنی ذات الحلق و یا ذات الحلق[۷]. درست است که در فارسی صحیح هیچگاه اضافه دستوری پس از "ذات" بکار برده نمی‌شود، ولی مع الوصف نمی‌توان این امکان را ندیده گرفت که شخصی که به معنی واقعی کلمه عالم به زبان نیست، چنین اضافه‌ای را بکار ببرد. همانطور که خواهیم دید، دلایلی هم وجود ندارند دال بر اینکه چمالوتینگ، مرد عالم و فاضلی نبوده، بلکه فردی بوده با قابلیت‌های محدود، اما توانسته تا آن اندازه مهارت‌های لازم را در اصول علم نجوم بدست آورد که او را به دربار خانبالغ بفرستند تا در آنجا آلات نجومی را معرفی نماید.

۲ در عبارت tsa-t′u-shuo-t′ai می‌توانیم به آسانی باز همان واژه tsa-t′u یعنی "ذات" را که در مورد پیشین داشتیم، بازیابیم، ترکیب shuo-pa-t′ai مثل زوج یک اسم مؤنث که به "بت" ختم می‌شود، یعنی "بتین" بگوش می‌خورد. لیکن بر خلاف مورد قبلی، معادل چینی ts′e-yen chou-t′ien hsing-yao chih ch′i یک واژه فنی نبوده، بلکه توضیح ناروشنی

است دربارهٔ چگونگی استفاده از یک آلت رصدی، زیرا معنی این عبارت اینست: "آلتی برای مشاهده (و امتحان و اندازه‌گیری، yen[ab]) اشعه ستارگان در گنبد فلکی". از آنجا که چنین معنائی سر نخی بدست ما نمی‌دهد، تنها راهی که برایمان باقی می‌ماند اینست که بکوشیم تا آن کلمات عربی را که در پس shuo-pa-t'ai پنهان شده‌اند، پیدا کرده و آنها را با معنای چینی این عبارت مقایسه نمائیم. در اینجا دو امکان وجود دارد که من به آنها برخورد کرده‌ام:

الف) امکان اول اینست که فرض کنیم Shuo-pa-t'ai همان لغتی است که به فارسی "ثقبتین" تلفظ شده و به معنای "دو روزنه" می‌باشد. در اینصورت باید به خاطر داشت که کلمه shuo[ac] در اغلب گویش‌های نواحی جنوبی چین، بصورت shok یا sok تلفظ می‌شود و اگر ما فرض را بر این بگذاریم که کاتب چینی، فردی از نواحی جنوبی بوده است، در آنصورت تطابق این دوعبارت با یکدیگر تقریباً کامل خواهد بود. نقبة واژه ایست که معمولاً برای روزنه عضاده (۱۶) بکار برده می‌شود و ذات الثقبتین (۱۷) که در اینجا بصورت آلتی با دو روزنه" تعریف شده، یک واژه علمی است برای دیوپترا dioptra (عضاده) یونانی که توسط ابرخس (۱۸) اختراع شد و بطلمیوس (۱۹) در باب پنجم، مقاله چهاردهم کتاب خود *المجسطی* (۲۰) از آن نام برده و برقلس (۲۱) در اثر خود موسوم به *مفروضات Hypotyposis*[۸] جزئیات آنرا به تفضیل شرح داده است. منجمین مسلمان معمولاً از آن به عنوان "آلتی با عضادهٔ متحرک" نام می‌بردند[۹]. من باب مثال: مؤیدالدین عرضی (۲۱) در شرحی که درباره *آلات نجومی رصدخانه مراغه*[۱۰] نوشته است، هر دو واژه را به صورت مترادف بکار می‌برد[۱۱].

همانطور که می‌دانیم از عضاده برای تعیین قطر مرئی خورشید و ماه استفاده می‌شده. این آلت را همچنین برای مشاهده و اندازه‌گیری میزان کسوف و خسوف نیز بکار می‌بردند و به کمک یک صفحه مدور و مشبک که روزنه‌های آن با قطرهای خورشید و ماه مطابقت داشتند، آن قطرها را اندازه‌گیری می‌کردند. لیکن آنطور که از قرائن بر می‌آید، این استفاده خاص نیست که در شرح چینی به آن اشاره شده است زیرا عبارت chou-t'ien hsing-yao[ad] به معنای تمامی ستارگان آسمان به اضافه خورشید و ماه می‌باشد و نه فقط این دو آخری. از اینرو کوشش ما برای شناسائی این آلت، از طریقی که تاکنون به پیش گرفته بودیم، به هدف نمی‌رسد.

ب) امکان دوم اینست که عبارت shou-pa-t′ai را "شعبتین"، یعنی "دو پایه" و به عبارت دیگر "آلتی که دارای دو پایه است" تعبیر کنیم. ذات الشعبتین نام عربی خط کش بطلمیوس است (۲۳) که بتانی از آن به عنوان "العضادة الطویله" یعنی "خط کش طولانی" نام می‌برد. این واژه را ما در گزارش عرضی [۱۲]، می‌بینیم. لیکن نامگذاری این آلت از ابداعات عرضی نیست چراکه ما آنرا در رسالهٔ ابواسحاق کندی (۲۶)، آنجاکه او این نام را برای نمونه اصلی بطلمیوس بکار می‌برد، مشاهده می‌کنیم.

صرفنظر از بهینه سازیهای اندکی که برای استحکام و استوارتر کردن هر چه بیشتر این دستگاه، و جایگزینی آن در صفحه نصف النهار و امثالهم صورت گرفته‌اند، بزرگترین مزیت ذات الشعبتین عرضی این بود که تقسیم بندی درجات و دقایق، روی دو خط کش متحرک تحتانی صورت گرفته بود و نه به سبک آن زمان روی خط کش قائم. دیگر خط کش افقی به اندازه کافی طولانی بود تا بتوان تمام فواصل سمت الرأسی (۲۸) را بین صفر و نود درجه اندازه گرفت، در حالیکه با خط کش بطلمیوس اندازه‌گیری زوایای بزرگتر از ۶۰ درجه مقدور نبود.

حال اگر ما دوباره شرح چینی را از مد نظر بگذرانیم، روشن خواهد شد که مقصود و منظور در آن شرح، همین آلت رصدی است. استفاه از خط کش بطلمیوس، برای مشاهده و اندازه‌گیری ستارگان بوده و واژه yen[ab] بروشنی اشاره دارد به اندازه‌گیری موقعیت و یا دقیقتر بگوئیم، فاصله سمت الرأسی یک ستاره در نقطه اوج خود. حال متوجه می‌شویم که همخوانی و آواشناختی (phonetic congruence) این عبارات کامل‌تر از این نمی‌تواند باشد. لذا ما را دیگر نیازی به این فرض نیست که گویا کاتب چینی اهل جنوب بوده و کلمه shuo[ac] را برای این انتخاب کرده که حرف آخر آن به گویش محلی وی، بصورت k تلفظ می‌شده. تلفظ پکینگی shuo با نهایت درستی هجای اول کلمهٔ shu′batai را بازگو می‌کند، که در آن حتی "عین" غیر مصوب نیز توسط چهارمین صدای پائین رونده ادا شده است.

۳و۴دوعبارت Iu-ha-ma-i-mu-ssu-t′a-yü,lu-ha-ma-i-miao-Wa(yao)-chih

را باید با هم تجزیه و تحلیل کنیم زیرا همانطور که از لغت kuei′s[ae] که در معادل‌های چینی هر دو عبارت به چشم می‌خورد، بر می‌آید، این دو عبارت بطور آشکار به دو نوع مختلف ساعت‌های آفتابی اشاره دارند.

کلمهٔ lu-ha-ma به درستی واژه عربی "رخامه" (۲۹) را بازگو می‌کند که به کرات برای ساعت‌های آفتابی مسطح (بسیطه) بکار رفته است. این واژه در نوشته‌های فرغانی (۳۰)، محمد بن موسی خوارزمی (۳۱) و بتانی ظاهر می‌شود. یکی از دقیقترین رسالاتی که درباره رخامه نوشته شده است، رساله‌ای است از ابوعلی الحسن بن علی بن عمر مراکشی (۳۲) منجم مشهور مراکشی که در سال ۱۲۶۲ وفات یافته است [۱۴].

این رساله اولین اثری است که پس از چند قرن نشانهٔ یک پیشرفت واقعی در زمینه صنعت ساخت ساعت‌های آفتابی بوده و حاوی شرح و توضیح انواع جدید ساعت هائی می‌باشد که بطور قائم یا افقی و یا مورب و در موقعیت‌های گوناگون نسبت به نصف النهار و قائمهٔ اول (prime vertical) قرار می‌گرفته‌اند. علاوه بر این، رسالهٔ مزبور درباره سایهٔ عقربهٔ ساعت نما روی سطوح مخروطی یا استوانه‌ای و دیگر سطوح نیز بحث می‌کند. رسالهٔ المراکشی که به احتمال قوی در اواسط قرن سیزدهم به رشته تحریر در آمده است، محققاً برای منجمین رصدخانه مراغه که مشتاق بودند تا رصدخانه ایلخانیان را با جدیدترین آلات و ابزاز مجهز سازند، آشنا بوده است. من پیش از این هم اشاره به امکان یک رابطه علمی بین مراغه و دربار شاهان یوئن در خانبالغ کرده‌ام. حدس من با توجه به جزئیات بیشتری که در پایان مقالهٔ حاضر ذکر خواهم دکر، مکمل‌تر و قریب به یقین‌تر خواهد شد.

حال معنای دو کلمه miao-Wa (yao)-chih , mu-ssu-t′-yü روشن می‌شوند. اولی که باید شکل miao-Wa-chih آنرا انتخاب کرد، مترادف است با واژه عربی "معوج" و دومی مترادف است با واژه miao-Wa-chih آنرا انتخاب کرد، معادل با واژه عربی "مستوی" است این دو لغت همانطور که هر پژوهشگر علم نجوم می‌داند، به دو نوع ساعتی که در عهد قدیم و در دوران قرون وسطی بکار برده می‌شدند، اشاره دارند. ساعت مستویه همان ساعت متساوی (equal hour) است که مترادف با ساعت معتدله یا ساعت الاعتدال (به لاتین hora aequinoctiallis)، می‌باشد و ساعت معوجه همان ساعت نامتساوی (unequal hour) است که مترادف با ساعت زمانیه (به لاتین houa temporalis) می‌باشد. معوج شکل نادرست و تحریفی است از معوج و افرادی آنرا بکار می‌بردند که عربی زبان مادری آنها نبود. همین شکل است که در آوانگاری چینی به شکل معوج mi′awwaj در آمده است. هر دو لغت یک معنا داشته و از یک گوشه گرفته شده‌اند. معوج وجه وصفی مجهول

معوج می‌باشد که خود وجه وصفی معلوم است.

بدین ترتیب ما اکنون دو معامله پیش روی خود داریم که عبارتند از :

(۳) lu-ha-ma-i-miao-wa-chih یعنی زخامه معوج که کوته نوشت شکل درست رخامهٔ ساعت معوجه و به معنای " ساعت آفتابی برای ساعات غیر متساوی" است.

(۴) lu-ha-ma-i-mu-ssu-t'a-yü یعنی رخامه مستوی که کوته نوشت شکل درست رخامهٔ ساعت مستویه به معنای "ساعت آفتابی برای ساعت متساوی" است.

از طریق مقایسه این دو تعبیر با واژه‌های چینی آنها، بلافاصله متوجه می‌شویم که در واقع می‌یابد جای آنها را با یکدیگر عوض کنیم تا مفهوم درست آنها را بدست آوریم.

معنای لغوی عبارت

"ch'un-ch'iu-fên kuei^{k} ساعت آفتابی برای اعتدال ربیعی و اعتدال خریفی" است (۷ و ۹) و در نتیجه جواب معادله (۴) می‌باشد. معنای لغوی عبارت "tung-hsia-chih kuei^{m} ساعت آفتابی برای انقلاب شتوی و انقلاب صیفی" است (۷ و ۸) و در نتیجه جواب معادله (۳) می‌باشد. شکی نیست که این سردرگمی و آشفتگی ناشی از اینست که کاتب چینی اولاً توضیحات مفصل چمالوتینگ را تماماً نفهمیده کمی هم از تخیلات خود را به آنها اضافه کرده است. ظاهراً او لغات را آنگونه که فکر می‌کرده درست هستند، به رشته تحریر در آورده است. نیاز چندان زیادی به یک قوهٔ تصور نیرومند نیست تا بتوان سیر گفتگوی این دو نفر، یعنی کاتب چینی و چمالوتینگ را مجسم کرد. آنها احتمالاً زبان یکدیگر را نمی‌فهمیدند و بهمین جهت مجبور بودند از یک مترجم استفاده کنند که او نیز به نوبه خود چندان اطلاعی از علم نجوم نداشته است. مذکرات آنها می‌تواند بصورت زیر انجام شده باشد:

چمالوتینگ دو نمونه ساعت آفتابی را به کاتب چینی نشان می‌دهد که کاملاً شبیه بکدیگر هستند، و فقط فرقشان در خطوط و منحنی‌هائی است که روی صفحات آنها رسم شده‌اند. کاتب چینی می‌خواهد فرق بین آن دو را بداند. چمالوتینگ اول به آن نمونه از رخامه معمولی اشاره می‌کند که مسلمانان آنرا از ازمنه قدیم بکار می‌بردند و می‌گوید این رخامه‌ای است که با کمک آن ساعات نامتساوی را اندازه می‌گیرند. کاتب چینی هر دو نام را یادداشت می‌کند. ولی از آنجا که چینی‌ها از دیرترین زمان‌ها عادت داشتند روز و شب را به دو ۱۲ ساعت مساوی تقسیم کرده و آنها را از نقطه اوج خورشید

یعنی از نیم شب و یا از ظهر حساب کنند (بر خلاف مسلمانان که روز و شب را از غروب و طلوع خورشید محاسبه می‌کردند)، کاتب چینی نمی‌فهمد که چرا منجمین مسلمان بین این دو ساعت شماری فرق می‌گذارند. از اینرو از چمالوتینگ می‌خواهد که توضیحی در این باره بدهد. چمالوتینگ نیز از یکسو برای رعایت اصول آموزشی و از سوی دیگر برای تفهیم بهتر مطلب، توضیحات خود را با تشریح نحوهٔ ساعت شماری چینی آغاز می‌کند زیرا که هم او و هم کاتب با آن آشنائی دارند و می‌گوید: این ساعات را به عربی "متساوی" (ساعات مستویه) یا "استوائی" (ساعات الاعتدال) می‌نامند، زیرا که از ساعات نامتساوی مشتق می‌شوند، یعنی موقعیتکه خورشید در استوا (دایرةالاعتدال) قرار دارد، به عبارت دیگر هنگام اعتدال ربیعی و یا اعتدال خریفی. کاتب چینی خیال می‌کند که در پس توضیحات چمالوتینگ باید مطالب دیگری غیر از آنچه که وی درباره ساعت شماری معمول در چین گفته است، وجود داشته باشد. از اینرو به فکر می‌افتد که آنچه را که از حرف‌های چمالوتینگ فهمیده است، یادداشت کند و می‌نویسد: "شاخص یا ساعت آفتابی برای اعتدال ربیعی و خریفی." منتها، یا سهوا و یا به علت اینکه چمالوتینگ در ابتدا آن ساعت آفتابی را به او نشان داده بود که خطوط ساعات نامتساوی روی آن نقش شده بودند، جمله‌ای را زیر نام آلت شماره ۳، می‌نویسد که ما آنرا هم اکنون در آنجا مشاهده می‌کنیم.

چمالوتینگ به توضیحات خود ادامه داده می‌گوید:

«تو روی سطح ساعت آفتابی دیگر، خطوط یا منحنی‌های ساعات نامتساوی را می‌بینی که نزد ما معمول و مرسوم هستند. طول آنها روز به روز تغییر می‌کند. در تابستان، ساعات روز طولانی‌تر از ساعات شب، و در زمستان ساعات شب طولانی‌تر از ساعات روز هستند. اختلاف در زمان انقلاب شتوی وصیفی به حداکثر خود می‌رسد.»

کاتب چینی که باز هم موفق نشده است گفته‌های چمالوتینگ را خوب درک کند، چون مترجم آنها را ترجمه کرده، توجه خود را متمرکز آخرین حرف‌های او می‌کند که ظاهراً به نظرش قابل فهم‌تر می‌رسند زیرا بیانگر تناقض بین‌اعتدالین و انقلابین می‌باشند و این مطلب از جمله بدیهیاتی بودند که در تمام کتب نجومی چینی‌ها (ch'un-ch'iu fên^{af}-tung-hsia chih^{ag}) مطرح می‌شدند. از اینرو بار دیگر و باز هم در جای غلط،

یادداشت می‌کند: "شاخص برای انقلاب شتوی و انقلاب صیفی."

البته این واقعیت که نمونه یک ساعت آفتابی، مخصوص نشان دادن ساعات متساوی ساخته شده بود، امری است شایان توجه. همانطور که من قبلاً هم تأکید کرده‌ام، اولین پیشرفت قابل ذکری که در صنعت ساخت ساعت‌های آفتابی صورت گرفت، همان است که در حدود سال ۱۲۵۰ توسط ابوعلی مراکشی انجام شده بود. او دستوراتی نیز برای تعیین خطوط ساعات متساوی بیان کرده بود[۱۵] و آنطور که بنظر می‌رسد، پیش از او کسی از آنها اطلاعی نداشته است. همانگونه که در بند مربوطه در گزارش یوئن شی مشاهده می‌کنیم، فرضیه‌ای که در غربی‌ترین نقطهٔ جهان اسلام توسط ابوعلی مراکشی پیشنهاد شده بود، پس از گذشت مدتی کمتر از بیست سال، در خاور دور و در دربار یوئن مورد توجه قرار گرفت.

۵ و ۶ بر اساس تجزیه و تحلیلی که در فوق صورت گرفت، بازشناسی عبارات k'u-lai-i-sa-ma مسأله پیش پا افتاده‌ای بیش نیست، زیرا دیگر کمیت‌های مجهولی در دو معادله ما باقی نمانده‌اند.

۵ k' u-lai-i-sa-ma چیزی جز کرهٔ سماوی نیست و این گمان، با توجه به نام چینی آن hun-tien t'u° که به معنای "نمودار ستارگان" یا کرهٔ سماوی می‌باشد، تأیید می‌شود، بخصوص اگر به آنچه که در بند ۱ آمده است، توجه کنیم. در آنجا این توضیح اضافی آمده است: «این آلت wan-hsieh[D] نیز نامیده شده و از جنس مفرغ می‌باشند.» معنای لغوی Wan-hshieh کره اوریب" است، به عبارت دیگر کره‌ای که محور آن متمایل باشد. حال ما در موقعیت بسیار خوبی هستیم زیرا که می‌توانیم ساختار ظاهری کره‌ای را که چمالوتینگ معرفی کرده است، دقیقاً تشریح کنیم. در تالار ریاضیات و فیزیک شهر درسدن Dresden آلمان، کره‌ای نگهداری می‌شود که از مفرغ ساخته شده و روی آن جمله "کار محمد بن مؤید العرضی" حکاکی و با نقره و طلا تهذیب شده است(۳۳). این کره مربوط به سال ۶۷۷ هجری قمری برابر با ۱۲۷۸ میلادی است.[۱۶] محمد نامبرده نیز پسر همان مؤید عرضی است که آلات و ادوات رصدخانه مراغه را شرح داده و من نام او را قبلاً ذکر کرده‌ام. کره مذکور نیز به احتمال زیاد برای همین رصدخانه ساخته شد ولی نه به دستور بانی آن یعنی هولاکوخان که در سال ۱۲۶۵ وفات یافت، بلکه به فرمان یکی از جانشینانش که جز این کار، اقدام دیگری برای حفظ شهرت آن مرکز بین مطالعات و تحقیقات نجومی انجام نداد.

این کرهٔ فلکی که بدون شک اولین کره‌ای نیست که در مراغه ساخته شد، تصور

روشنی از کرهٔ سماوی چمالوتینک به ما می‌دهد. کره مزبور از دو نیمکره تشکیل شده که در امتداد دایرة البروج (۳۴) به یکدیگر وصل شده‌اند. روی آن اشکال چهل و هشت صور فلکی (constellation) به همان ترتیبی که در *المجسطی* و یا در *صورالکواکب* اثر عبدالرحمان صوفی (۳۵) آمده، نقش شده‌اند. دایرة البروج و استوای آسمانی این کرهٔ فلکی مدرج بوده و در نتیجه می‌توان طول جغرافیائی و بعد ستارگان را تعیین نمود. علاوه بر این روی آن دوازده دایرهٔ عظیمهٔ طول‌های جغرافیائی صفر درجه، سی درجه، و شصت درجه و... رسم شده‌اند. طول‌های جغرافیائی بر دایرةالبروج عمود بوده و یکدیگر را در قطب‌های دایرةالبروج قطع می‌کنند. این دو قطب و همچنین قطب‌های استوای آسمانی به کمک دو جفت حفره روی این کره مشخص شده‌اند. بدین ترتیب می‌توان آنرا حول قطب‌های دایرة البروج و یا قطب‌های استوای آسمانی به چرخش در آورده و گردش سالیانه خورشید را در امتداد منطقة البروج (۳۶) و گردش روزانه آنرا حول کرهٔ زمین نمایش داد. در حالت اخیر، تمام دوایر طول‌های جغرافیائی متمایل بوده و در نتیجه به ناظر این تصور دست می‌دهد که گوئی خود کره بصورت اوریب می‌چرخد. همین احساس بوده که کاتب چینی را بر آن داشته تا این حرکت را با عبارت Wan-hsieh یعنی "کره‌ای که شیب دارد"، تعریف کند.

از آنجا که غیر متحمل به نظر می‌رسد که بتوان این کره شیب دار را با یک تصویر و یا نقشه مجسم ساخت، می‌توانیم با اطمینان خاطر نتیجه بگیریم که آن که چمالوتینگ تقدیم امپراتور چین کرد، در واقع نمونه‌های کوچکی از این آلات و ابزار بوده‌اند.

۶ عبارت k'u-lai-i-a-êrh-tzu چیزی جز آن نیست که به فارسی به آن کرهٔ ارض (terrestrial globe) می‌گویند و این ادعا با توجه به ترجمهٔ نام چینی آن یعنی ti-li-chih[۲] که به معنای "نقشه جغرافیائی" است، تأیید می‌شود. البته درست است که معنای واقعی واژه chih[ah] چنین کره‌ای نیست، و نمی‌تواند هم باشد، زیرا تا قبل از زمان مورد بحث ما، اینگونه کره‌های ارضی در چین ناشناخته بودند. از اینرو کاتب چینی برای جلوگیری از هرگونه ابهامی، این توضیح را اضافه کرده است: «کره‌ای که از چوب ساخته می‌شود و روی آن هفت قسمت آب با رنگ سبز، سه قسمت خشکی با رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، با رنگ سفید مشخص می‌شوند.».

این دیگر به عهده متخصصین تاریخ علم جغرافیا است تا درباره اهمیت یک چنین

کرهٔ ارضی که در قرن سیزدهم در ایران ساخته شده است، قضاوت کنند. تا آنجا که من میدانم، هیچگونه گزارشی درباره یک کرهٔ ارضی، چه از نوع شرقی آن و چه از نوع غربی آن، قبل از کرهٔ مشهور مارتین بهایم (۳۷) که در سال ۱۲۹۲ ساخته شد[۱۷]، وجود ندارد. سارتن نیز در فهرست راهنمای جلد دوم "مقدمه" خود مطلبی در این باره ذکر نمی‌کند مگر در ابتدا اولین فصلی که مربوط است به ساکروبوسکو (۳۹) و کرهٔ فلکی Sphaera mundi او، تحت عنوان "دربارهٔ کرهٔ ارضی." لیکن در آنجا بحث فقط دربارهٔ کروی بودن شکل زمین است[۱۸]. باری، به عقیده من، این تذکر کوتاه که در سالنامهٔ یوئن درباره یک کرهٔ ارضی ایرانی آمده است، از اهمیت بسیار زیادی بر خوردار است زیرا که چشم انداز تازه‌ای را درباره علم جغرافیای اسلامی در قرن سیزدهم به روی ما می‌گشاید.

نسبت "۷:۳ = زمین: آب"، تقریباً برابر با همان مقدار ۵:۲ است که امروزه مورد قبول جغرافیادانان می‌باشد. مع الوصف باید گفت که اهمیت چنین فرضی بسیار ناچیز است زیرا که بر هیچ پایه و اساسی جز حدسیات نبوده است.

۷ پی بردن به معنای آخرین ترکیب چینی که از حروف wu-su-tu-êrh-tzu (la) تشکیل شده است، کمی برایم مشکل بود زیرا مدتی مسیر اشتباهی را در پیش گرفته و مطمئن بودم که چیزی شبیه به یک مصدر غیر معمول، مانند "وضوع" می‌بایستی در پس دو هجای نخستین این عبارت یعنی Wu-su نهفته باشد. در حالیکه پیدا کردن راه حل درستی برای این مسأله نه تنها ساده، بلکه بسیار هم پیش پا افتاده بوده است.

ما براحتی می‌توانیم از خواندن tzu در این عبارت صرفنظر کنیم زیرا خیلی بعید به نظر می‌رسد که هر دو حرف مشابه در یک متن ظاهر شوند (مقایسه کنید با بند ۱ و را زیرنویس ۳، در آنجا و در رابطه با اولین ابزار رصدی، ما مجبور بودیم که را la جانشین tzu کنیم.) با صرفنظر کردن از tzu عبارت wu-su-tu-êrh-la بدست می‌آوریم. حال باید توجه داشت که حروف اول در w در wu آنچنان بی‌صدا است که برخی از چینی‌ها آنرا مانند چیزی جز u زبان آلمانی یا ایتالیائی تلفظ می‌کنند. بدین ترتیب دیگر نمی‌توان شک داشت که منظور از اسطرلاب (۴۶) u-su-tu-êrh-la (w) کلمه عربی نیست که در زبان فارسی همواره بصورت اسطرلا تلفظ می‌شود.[۱۹] با وجود اینکه در فارسی محاوره‌ای، حروف نامصوت و مؤکد عربی فرقی با حروف نامصوت و نامؤکد ندارند، ولی کسانی که

می‌خواهند اظهار فضل کرده و دانش خود را به رخ دیگران به کشند، کوشش می‌کنند که تلفظ عربی را تقلید کنند. گمان می‌رود که هنگام تلفظ اسم این وسیله بسیار مهم، اصوات آنچنان پیچیده و با تأکید از دهان دوست ما چمالوتینگ بیرون می‌آمدند که بصورت اسطورلاب به گوش می‌خوردند. بهمین دلیل هم طور دیگری نمی‌شده این اسم را به چینی بیان کرد مگر همانطور که کاتب چینی آنرا نوشته است. در ضمن وی حرف آخر این اسم را که "ب" باشد فراموش کرده است و دلیل آن هم به زعم من اینست که گوش او دیگر قادر به شنیدن این حرف نبوده از بس که گویندهٔ آن، حرف "آ" را در هجای "لاب" با تأکید و تکیه تلفظ می‌کرده.

البته به سختی می‌توان قبول کرد که در بین مجموعه آلات و ابزار چمالوتینگ یک اسطرلاب وجود داشته، زیرا هیچ رصدخانه "مدرنی" را در آن زمان نمی‌توانیم تصور کنیم که حداقل دو یا سه اسطرلاب در اختیار نداشته باشد. جای تعجب هم نیست که کاتب درباری ما مجبور بوده به درس‌های چمالوتینگ درباره شش آلت نجومی و ساعات متساوی و نامتساوی و مطالبی از این قبیل گوش کند، وقتیکه سرانجام بحث به این موضوع پیچیده رسیده، آنچنان خسته بوده که دیگر نمی‌توانسته به مغز خود فشار بیاورد تا برای این لغت هم یک واژه مناسب چینی پیدا کند. در نتیجه تسلیم شده و با آخرین تقلا این جمله را یادداشت کرده است: «هیچ اسم چینی برای این آلت پیدا نشد. آلتی است از جنس مفرغ که روی آن زمان، یعنی ساعات روز و شب حکم می‌شوند.».

البته این جملات دو مشخصهٔ اصلی اسطرلاب را به وضوح بیان می‌کنند، یکی اینکه این آلت از مفرغ ساخته می‌شده، دیگر اینکه خطوط ساعات شب و روز روی سطح آن حک می‌شده‌اند. البته می‌توان خیلی چیزهای دیگر نیز درباره این آلت شگفت‌انگیز گفت. لیکن مشکل است که با چند کلمه، شرح جامعی درباره طرز کار و نحوه استفاده از این دستگاه را بدست داد. کما اینکه حتی موجزترین مقالاتی که درباره اسطرلاب به زبان عربی و یا فارسی نوشته شده‌اند، شامل چندین و چند صفحه می‌باشند. در نتیجه دو برابر چنین حجمی لازم می‌بوده تا بتوان مطلب را به خوانندگان چینی تفهیم کرد، زیرا نمی‌شد از آنها انتظار داشت که از ترسیمات فضائی (stereographic projections) مثلثات کروی، تقسیمات دوازده‌گانه منطقةالبروج و صور فلکی مرسوم در غرب * و مسائلی از

*. منظور نویسنده در اینجا جهان اسلام است و نه غرب به معنای امروزی کلمه، مترجم

این قبیل اطلاعی داشته باشند در حالیکه این موضوعات به قول حفری شوسر (۴۷) در جهان اسلام مانند "شیر و نان برای بچه‌ها" بودند.[۲۰]

اینکه رابطه‌ای بین آلات و ابزار نجومی چمالوتینگ و وسائل رصدخانه مراغه که عرضی آنها را شرح کرده، وجود داشته، امری است مسلم است که به دلیل زیر چندان هم شگفت‌انگیز نیست. اولین امپراتور سلسلهٔ چینی یوئن، یعنی کوبلای (که تلفظ مغولی آن قوبیلای است) برادر حکمفرمای ایلخانی ایران، یعنی هولاکوخان بود و این دو برادر بر خلاف دیگر جانشینان چنگیزخان که همواره در حال جنگ و ستیز با یکدیگر بودند، در نهایت رفاقت و دوستی با هم کنار می‌آمدند. علاقه وافر قوبیلای قاآن به علم و هنر، از هر شک و تردیدی به دور است. هولاکوخان نیز در این زمینه مانند برادر خود بود. از اینرو خیلی طبیعی به نظر می‌رسد که قوبیلای قاآن، به مجرد اینکه از بستن یک رصدخانهٔ جدید در مراغه اطلاع پیدا کرد، علاقمند شد تا علم نجوم را در چین نیز به آن سطح والا برساند. بهمین جهت از برادر خود خواست تا همه وسائل لازم را برای انجام این منظور در اختیار او بگذارد. اما بنا به دلائلی، قاصد ما یعنی چمالوتینگ، در زمان حیات هولاکوخان به چین فرستاده نشد، بلکه طبق گزارشی که در یوئن - شی آمده است، کمی پس از مرگ وی (۸ فوریه ۱۲۶۵)، یعنی در سال ۱۲۶۷ وارد خانبالغ (پکینک) شد.[۲۱]

آلات و ابزاری که چمالوتینگ به امپراتور سلسلهٔ یوئن تقدیم کرد، در کمال دقت انتخاب شده بودند. با توجه به این نکته که چین نیز در آن زمان یک سیستم نجومی مخصوص به خود ایجاد کرده بود که تفاوت زیادی با سیستم نجومی غرب داشت، منجمین مراغه با یکدیگر متفق الرای بودند که آلات جدید رصد، که ما آن را از طریق عرضی می‌شناسیم، برای همکاران چینی شان هم پیچیده و مغلق و هم عاری از هرگونه فایدهٔ عملی خواهند بود و آنها می‌بایستی ابتدا دوره‌هائی دربارهٔ نجوم غربی بگذرانند تا بتوانند از این گونه آلات و ابزار استفاده کنند. از اینرو منجمین مراغه فقط آن وسائلی را انتخاب کردند که نمی‌شد از آنها صرفنظر کرد، یعنی یک ذات الحلق، یک ذات الشعبتین، دو نوع مختلف از ساعت‌های آفتابی، یک کرهٔ فلکی، یک کرهٔ ارضی و یک اسطرلاب. از بین این وسائل، عرضی، ذات الحلق و ذات الشعبتین و انواع مختلف آنها را شرح کرده است. لیکن هیچ یک از آلات و ابزار دیگر او، برای رصدخانه‌ای که بنا بود در

چین ساخته شود، مناسب نبودند، زیرا همانطور که قبلاً هم گفتیم، کسی نبود که بتواند آنها را درست بکار ببرد. این نکته به ویژه در مورد وسائل مثلثاتی صدق می‌کند، مثل آلت شماره ۸ که عرضی آنرا ذکر کرده و برای تعیین جیب و زاویهٔ سمت بکار می‌رفته و یا آلت دیگری که از آن برای تعیین جیب و جیب معکوس استفاده می‌کرده‌اند (عرضی، آلت شماره ۹). شاید در وهله اول چنین به نظر می‌رسد که چمالوتینگ کوتاهی کرده و یک زاویه یاب (quadrant) که عرضی چند نوع آن را شرح داده است، همراه خود نبرده است. لیکن او بخوبی میدانست که می‌توان از این وسیله صرفنظر کرد، زیرا تعیین ارتفاع (۴۸) ستاره‌ها که کار اصلی زاویه یاب است، می‌تواند به کمک ذات الحلق و یا ذات الشعبتین نیز انجام گیرد.

نکته‌ای که اینک باقی می‌ماند، اینست که چمالوتینگ چه کسی بوده است؟ (۴۹) شاید هرگز ممکن نباشد که ما این معما را با اطمینان کافی حل کنیم. از میان تمامی کسانی که از همعصران وی و کم و بیش مشهور بوده و جمال‌الدین نام داشته‌اند، ما کسی را نمی‌شناسیم که با یک مأموریت خاص به شرق دور سفر کرده باشد. از بین همکاران (۵۰) خواجه نصیرالدین طوسی که پایه‌گذار و مغز متفکر رصدخانهٔ مراغه بوده است، ما سوای مؤیدالدین عرضی، افراد دیگری به نامهای فخرالدین مراغه‌ای موصلی، (۵۱)، فخرالدین الخلاطی (۵۲) و علی بن عمر نجم الدین قزوینی می‌شناسیم، که همهٔ آنها پسوند "الدین" را در نام خود مستتر دارند ولی ما اسم جمال را در آنها نمی‌یابیم.

من در ترجمه‌ای که ژوردن از رسالهٔ عرضی [۲۲] به عمل آورده است، اشاره‌ای یافتم به شخصی به نام جمال الدین که ظاهراً هم شهرتی کمتر و هم از نقطه نظر علمی، توانی کمتر از افرادی که در بالا نام بردیم، داشته است. این شخص همان کسی است که هولاکوخان در ابتدا تصمیم داشت مأموریت ساختن رصدخانه مراغه را به او واگذار کند. اشاره‌ای که از آن نام بردم، به شرح زیر است:[۲۳]

«هلاکوخان، جمال‌الدین (که نام کامل او جمال الدین محمد بن طاهر بن محمد السیدالنجاری بود) به حضور خواند و از او خواست که این پروژه را به انجام برساند.

لیکن جمال الدین دریافت که این کار از توانش خارج است و با تواضع به ناتوانی خود در انجام این منظور اعتراف نمود. بدین سان کار بستن رصدخانه آغاز نگردید.»

این امر محققاً می‌باید پس از جلوس هولاکوخان به تاج و تخت ایلخانیان در سال ۶۵۷ هجری قمری برابر با ۱۲۵۸ میلادی، صورت گرفته باشد. گرچه این جمال الدین جرأت و جسارت این را نداشت که مسئولیت ساختن رصدخانه را به عهده گیرد، لیکن چندان غریب به نظر نمی‌رسد که موافقت کرده باشد به نحوی از انحا و تا آنجا که در قدرت خود می‌بیند، در این کار همکاری کند. لقب النجاری [۲۴] می‌تواند نشانگر این باشد که قبلاً به شغل نجاری اشتغال داشته و در آن زمان هم هنوز به این حرفه ادامه می‌داده و یا اینکه حداقل سر و کاری با این شغل داشته است. لیکن این واقعیت که حکمفرمای ایلخانی آنچنان اعتباری برای او قائل بوده که می‌خواسته وظیفهٔ خطیر ساختن رصدخانه را بر عهده او واگذار کند، دلالت کافی بر این دارد که جمال الدین از حداقل مهارت در مسائل نجومی برخوردار بوده است. آشنائی او با این مسائل و تجاربی که در عرض شش هفت سال کار کسب کرده بود، ضمانتی کافی بودند تا به عنوان فرستاده به دربار چین اعزام شود. در آنجا نیز وی، همانگونه که در گزارش یوئن - شی آمده است، مهارت و چیره دستی خود را از طریق تدوین یک تقویم نوین که مورد قبول قوبیلای قا آن واقع شد، به منصه ظهور رسانید.

اطلاعات بیشتری دربارهٔ این شخص می‌توان در کتاب " حبیب السیر" خواند میر (متوفی به سال ۱۵۲۳) یافت که ظاهراً مبنای گفته‌های ژوردن بوده است. متأسفانه این اثر در دسترس من نبود.

علم نجوم در چین، در روند تکاملی خود تغییرات چندان عمیقی در اثر برخورد باعلوم اسلامی نکرد. برخی از وسائل نجومی که در طی سال‌های بعد در چین شدند، در واقع چیزی جز نمونه برداری از آلات و ادوات چمالوتینگ نبودند ولی این امر دربارهٔ کلیه وسائل رصدی صدق نمی‌کند. بخشی از نفوذ نجوم اسلامی را می‌توان در کارهای منجم بر جسته چین مرسوم به کوئوشو - چینگ Kuo shou-ching[z] مشاهده کرد. لیکن در

دوران سلسلهٔ مینگ Ming[ai] بود که نجوم اسلامی کلاً به فراموشی سپرده شد و این امر نمایانگر سطح بسیار نازل و اسفناک علم نجوم در چین پس از پایان دوران حکمفرمائی سلسلهٔ یوئن می‌باشد.

این تنزل علمی سه قرن دیگر به طول انجامید تا اینکه چین سرانجام در اثر کوشش‌ها و همت پدر روحانی ریچی Father Ricci و جانشینان او، شروع به جذب و هضم نجوم و ریاضیات غرب نمود. ریچی و جانشینانش فعالیت‌های خود را در سال‌های اول قرن هفدهم در چین آغاز نمودند. البته روی این نکته باید تأکید کرد که این علمای اروپائی هم دانش خود را مدیون همان مرجعی بودند که قرن‌ها قبل بیهوده و بی‌تأثیر، دانش خود را به منجمین دوران یوئن عرضه کرده بود. می‌بنیم که یک بیراهه طولانی لازم بوده تا تماس‌های علمی مداوم بین دنیای یونانی – اسلامی و جهان خاور دور بر قرار شوند. از طریق ترجمه‌های نسخ دستی شرقی به زبان‌های اروپائی، به ویژه *کتاب علم النجوم* Libros del sabro de astronomia شاه آلفونس دهم (۴۴) بود که عنصر جدید دانش در کشورهای اروپائی آغاز گردید. این کتاب، متعلق به همان عصری است که ما خود را در اینجا با آن مشغول کرده‌ایم، و موضوع آن نیز بیشتر دربارهٔ همان آلات و ادوات می‌باشد. پیش از اینکه زمانی به طول دو قرن بگذرد، شاگردان پیشین تبدیل به استادان مسلم شدند. وصیت شهرت علم و مهارت آنان به زودی در سراسر جهان پیچید.

زیرنویس‌ها (از نویسنده)

ماکس دن Max Dehn، سپتوآجناریو Septuagenario، ۱۳ نوامبر ۱۹۴۸

تمامی آوانگارهای چینی برای زبرنگاری‌هائی (superscripts) هستند تا خواننده بتواند به کمک آنها حروف آوانگار را به کمک راهنمای چینی که در پایان این مقاله آورده شده است، بازشناسی نماید.

۱ـ حدس دومی متحمل‌تر بنظر می‌رسد زیرا آنطور که از قرائن زیر می‌آید، یک چنین دستگاه گاهشماری هرگز در ایران وجود نداشته است. در حالیکه ون Wan (نگاه کنید به حروف چینی زیر زیرنگاره aj) همواره برای نشان دادن اعداد بسیار بزرگ و یا بی‌نهایت مورد استفاده قرار می‌گرفته است.

۲ـ توجه من به همان موضوع، با برنامه‌ای از پروفسور ه.ه. شدر H.H. Schaeder جلب شد. نامبرده کسی است که پروفسور اتو فرانکه هنگامیکه قصد داشت راه حلی را که برای مسأله مورد بحث ما پیدا کرده بود در جلد پنجم کتاب خود "تاریخ امپراتوری چین Geschichts des Chinesischen Reiches" به چاپ برساند، با وی مشورت نمود. (دستنویس‌های مجلدات ۴ و ۵ اثر مزبور که در آغاز سال ۱۹۴۴ برای چاپ آماده شده بودند، هنوز به چاپ نرسیده‌اند. اتو فرانکه در سال ۱۹۴۶ وفات یافت).

متاسفانه موقعیتکه من در سال ۱۹۴۵ شروع کردم تا خود را با این مسأله مشغول سازم، حتی یک رونوشت هم از یوئن - شی در دسترس نداشتم و تا به امروز هم موفق نشده‌ام به این مرجع دست اول دست یابم. از اینرو چاره‌ای نبود جز اینکه به آن اطلاعاتی که فرانکه لطف کرده و در اختیار من گذاشته بود، بسنده کنم و به گفته وی مبنی بر اینکه یوئن شی در واقع اطلاعات دیگری در این زمینه در بر ندارد، اتکاء نمایم. بعد هم معلوم شد که نه امکان دستیابی به عکس نسخ خطی عربی و فارسی وجود دارد و نه حتی می‌توان رایج‌ترین منابع اروپائی را از کتابخانه‌های عمومی به امانت گرفت. به دیگر سخن، هرگونه مأخذ دیگری جز یادداشت‌های و مسوده‌ها و کتب شخصی و یا کتاب‌های کتابخانه انستیتوی محل کارم، خارج از حیطه دسترسی من بوده است. در نتیجه تجزیه و تحلیلی که در این جا ملاحظه می‌کنید، نمی‌توانید همه جانبه فراگیر باشد و همچون مجسمه نیم تنه‌ای ناکامل خواهد بود. اینکه چرا من مع الوصف این مقاله را منتشر می‌کنم، از این جهت است که به باور من نتیجه‌گیری هائی که در آن صورت گرفته‌اند، کماکان به قوت خود می‌مانند، حتی اگر منابع دیگری نیز مورد مشورت قرار می‌گرفتند. دیگر اینکه شاید انتشار آن روابط علمی بین خاور دور و خاور نزدیک در دوران مغول را روشنتر نمایان سازد.

۳ـ تا آنجا که مربوط می‌شود به آن دسته از الفبای چینی که برای بازگو کردن اصوات

این واژه‌های هفتگانه بکار گرفته شده‌اند، دو مورد مبهم در پیش پای داریم. مورد اول اینست که tzu [نگاه کنید به حروف چینی زیر (f)، از چهارمین اندیشه نگار (ideogram) غالباً با مشابه خود یعنی la [همانجا، پنجمین اندیشه نگار] حتی در متونی که با دقت کامل به چاپ رسیده‌اند، اشتباه شده است. در نتیجه هر دو قرائت را باید ممکن دانست. مورد دوم اینکه اندیشه نگار ششم زیر حرف (i) یا بصورت wa و یا بصورت yao تلفظ می‌شود. اینکه کدام یک از این قرائت‌ها منظور نظر است، نکته ایست که فقط در چارچوب متن معلوم خواهد شد.

۴ـ با توجه به اینکه فرانکه (t'a) نوشته [نگاه کنید به حروف چینی زیر (ak)] ولی بصورت tax ترانگاری می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که متن اصلی حرف مشابهی داشته است ta تلفظ می‌شده [همانجا زیر (al)]. بهرحال این اختلاف چندان زیاد نیست.

۵ـ ارنست زینر Ernst Zinner، *تاریخ ستاره‌شناسی* ***Geschichte der Sternkunde***، چاپ برلن، ۱۹۳۳، صفحات ۳۴ - ۲۳۳

۶ـ این ذات الحق یکی از دو دستگاهی است که کوئو ساخته بود. پس از سرکوبی شورش بوکسورها (۱۲)، سربازان آلمانی آنرا به عنوان "طعمه جنگی" (و این ادعا حسن تعبیری است از دزدی!) از پایتخت چین به پتسدام Potsdam بردند، لیکن آلمان، طبق قرارداد ورسای (۱۳) آنرا مجدداً به چین بازگردانید (نگاه کنید به "مقدمه" سارتن، جلد دوم، صفحه ۱۰۲۲)

۷ـ باید به خاطر داشت که کسرهٔ اضافه فقط از نقط نظر فرضی یک کسره است و معمولاً بصورت یک کسره کوتاه تلفظ می‌شود. لیکن تلفظ‌های دیگر نیز بسته به موقعیت و ملیت گوینده ممکن می‌باشند. در موردی که ما اینک با آن مواجه هستیم، باید گفت که احتمالاً شکل اصلی "ذات" سبب شده که این کلمه با ضمه تلفظ شود. حتی در فارسی محاوره‌ای امروزی نیز حرف آخر شکل اصلی عربی "ذات" در واژه‌های گوناگون فنی مانند ذات الحلق و ذات الریه و غیرو حفظ می‌شود.

۸ـ اد. مانیتیوس Ed.Manitius، لایپزیک، ۱۹۰۹، از صفحه ۱۲۷ به بعد

۹ـ اگر حافظه‌ام مرا فریب ندهد، عبارات ذات اللبنه المتحرکه و ذات الهدفه المتحرکه، هر دو در نسخه‌های خطی آمده‌اند.

۱۰ـ فقط یک نسخه خطی از این اثر وجود دارد که در پاریس و در فهرست معروف به

de Slane's catalogue تحت شماره ۲۵۴۴، گراور 79^{a}-60^{b} نگهداری می‌شود. با وجود اهمیت سرشاری که این نسخه دارد، هیچگاه به چاپ نرسیده و فتوکپی نز از آن موجود نیست. از اینرو من ناچار بودم به دو ترجمه‌ای که از این کتاب در دست است، رجوع کنم. یکی از این ترجمه‌ها تحت عنوان *درباره آلات و ابزار مورد استفاده دررصدخانه مراغه* Mém. sur les instrumens employés á l' observatoire de Méragah توسط ژوردن Jourdain صورت گرفته و در دائره المعارف علوم *Mag. encyclopédidique ou Journal des Sciences* جلد ششم، چاپ پاریس، ۱۸۰۹، صفحات ۴۳ تا ۱۰۱ ضبط شده است. لیکن این ترجمه ناکامل است. ترجمهٔ دیگری تحت عنوان "آلات و ابزار رصدخانه مراغه طبق گزارش عرضی" *Die Instruments der Sternwarte zu Marâgha nach den Mitteilungen von al Urdî*

توسط ه. ی. زه. مان .H.J.Seemann تهیه شده و در گزارش‌های جلسات مجمع فیزیک و پزشکی ارلانگن" *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen*، جلد ۶۰، ۱۹۲۸، صفحات ۱۲۶ - ۱۵ آمده است. ژوردن واژه‌های عربی را اصلاً ذکر نکرده و زه مان نیز فقط در موارد استثنایی برخی از لغات عربی را بازگر نموده است. چنین کمبودی عیب بزرگی بشمار می‌رود. مترجمین نسخ شرقی باید بدانند که با ذکر هر چه بیشتر واژه‌های علمی در بین کروشه [] و یا در زیرنویس‌ها، گامی ارزشمند برای ایجاد یک لغتنامه علمی بر می‌دارند. خیال آن دسته از مترجمینی که اینگونه رفتار می‌کنند، می‌تواند از طرف خوانندگان راحت باشد، زیرا که خوانندگان ترجمه‌های آنها دیگر نیازی ندارند که در تاریکی کورمال کورمال به جستجو بپردازند.

۱۱- دیوپتر O.K یاعضاده پنجمین آلت از آلات دهگانهٔ رصدخانهٔ مراغه است که عرضی آنرا شرح کرده است (نگاه کنید به منبع ذکر شده اثر زه مان، صفحات ۷۵ - ۶۱).

۱۲- عرضی این آلت را در ردیف هفتم ذکر می‌کند (نگاه کنید به منبع ذکر شده: ر. زه. مان، صفحات ۸۷ - ۸۱ و ۱۰۸ - ۱۰۴).

زه مان باز هم واژه عربی را ذکر نکرده است. لیکن جای هیچگونه شک و تردیدی نیست که مراد از این عبارت چیزی جز ذات الشعبتین نمی‌تواند باشد. در صفحه ۸۳

ترجمه زه مان می‌خوانیم: «از جمله آلاتی که من ساخته‌ام، یک آلتی است دارای دو پایه (Fatûn) حال معنای Fatum چیست، خود معمائی است برای من. تاکنون در هیچ نسخه‌ای یا فرهنگ لغتی با این واژه روبرو نشده‌ام از اینرو فکر می‌کنم که باید یک اشتباه چاپی باشد. (۲۶)

۱۳ـ رجوع کنید به

Codes Leyd. 199,fol.29^{b}-36^{a} (Catalogue, Vol. III, p. 82) و کتاب " درباره یک رسالهٔ نجومی از الکندی "*Über eine astronomische Schrift von al -Kindi*، ترجمهٔ /. ویده مان E. Wiedemann که در مجموعه "مقالاتی دربارهٔ تاریخ علوم Beiträge zur Geschichts der Natruwissenschaften"، شماره ۲۱، که در جلد ۴۲، گزارش‌های جلسات مجمع فیزیک و پزشکی ارلانگن "مربوط به سال ۱۹۱۰، از صفحهٔ ۲۹۴ به بعد آمده است.

۱۴ـ رجوع کنید به جلد دوم" مقدم" جورج سارتن صفحه ۶۲۱، ترجمهٔ فرانسوی این رساله تحت عنوان "رساله‌ای درباره آلات نجومی اعراب در قرن سیزدهم به قلم ابوالحسن علی مراکشی"

Traitè sur des instruments astronomiques des arabes composé au treizième siècle par Aboul Hhassan Ali de Maroc

توسط ژ.ژ. سدیو J.J. Sédillot انجام شده که در دو جلد در سال ۳۵-۱۸۳۴ منتشر گردیده و متمم آن در سال ۱۸۴۴ در پاریس بچاپ رسیده است. این ترجمه منبع و مأخذ اصلی کتاب کارل شوی Karl Schoy به نام "صناعت ساعت‌های آفتابی اعراب" Gnomonik der Araber می‌باشد که در جلد اول کتاب " تاریخچهٔ اندازه‌گیری زمان و ساعت‌ها" Geschichte der Zeitmessugng und der Uhren به ویراستاری /. فون بسرمان – یوردان E. von Bessermann-Jordan که در سال ۱۹۲۳ در برلن ولایپزیک انتشار یافته است.

۱۵ـ رجوع کنید به نوشته سدیو، جلد دوم، صفحات ۴۹۱ به بعد، که قبلاً ذکرش آمد.

۱۶ـ تصویر این کرهٔ سماوی در جلد ششم کتاب "بررسی هنر ایران " A survey of Persian Art" آ. یو. پوپ A.U.Pope، (گراور شماره ۱۴۰۳)، آکسفورد ۱۹۳۹، آمده است، لیکن در آنجا نام هنرمند سازندهٔ آن، غلط نوشته است. آ. درکسلر A.Drechsler در کتاب "کرهٔ سماوی عربی محمدبن مؤید العرضی"

Der arabische Himmelsglobus des Mohammed ben Muyid el-Ordhi، چاپ

درسدن، ۱۹۲۲، این کره را شرح کرده است. ضمناً نگاه کنید به جلد دوم "مقدمه" صفحه ۱۰۱۴. یک کرهٔ ارضی دیگر که متعلق به همان زمان یعنی سال ۶۸۴ هجری قمری برابر با ۱۲۸۵ میلادی است، و در موزه لوور Musée du Louver نگهداری می‌شود. این کره دارای امضاء محمد بن محمود بن علی طبرستانی است. (رجوع کنید به کتاب فلز کاری پس از دوران اولیهٔ اسلام *Metalwork after the early Islamic Period* نوشته ر. هراری R. Harari که در جلد سوم بررسی هنر *ایران*، فصل ۵۶، صفحهٔ ۲۵۱۸، به چاپ رسیده است).

۱۷ـ گفته می‌شود که نیم قرن قبل از بهایم (۳۷)، رجومونتانوس (۳۸) در نورنبرگ آلمان کرهٔ ارضی ساخته استزلیکن جزئیات بیشتری در این باره بر من معلوم نیست.

۱۸ـ اولین کرهٔ ارضی که در دوران باستان نامی از آن برده شده است، کره ایست که توسط کراتس Crates (نیمه اول قرن دوم قبل از میلاد) ساخته شد (۴۰). وی از اهالی مالوس Mallos در کیلیکیه Cilicia بود. استرابون (۴۱) در جلد دوم کتاب خود، "جغرافی" Geography (۱۰ و ۵) به این کره اشاره کرده است. کرهٔ مزبور بر اساس بر نظریات (hyopthesis) فیثاغورس ساخته شده بود، که طبق آن چهار قاره یا سرزمین وجود دارند که توسط دو اقیانوس از یکدیگر جدا شده‌اند و از این دو یکی استوائی است و دیگری قائم بر آن. طبق این بر نظریه، اقیانوس قائم زیر نصف النهاری قرار دارد که از غرب جزایر خالدات (۴۲) Fortunate Islands می‌گذرد. قدر مسلم اینست که این کرهٔ ارضی، با وجود اینکه می‌گفتند از ترکیب آن با صلیب مسیح Cross of Christ، کرهٔ امپراتوری، Imperial "Globe" (orb یا Reichsapfel) به وجود آمده است به فراموشی سپرده شد (۴۳). بنظر نمی‌آید که مسلمانان با این کرهٔ ارضی آشنائی داشتند. همین طور معلوم نیست که آیا ابن روستا (نگاه کنید به "مقدمه" سارتن، جلد اول، صفحه ۶۳۵) که کارش در حوالی سال ۹۰۳ رونق گرفت بود، یک کرهٔ ارضی ساخته است یا خیر. نامبرده در بخش مربوط به جغرافیای دائرةالمعارف خود فقط دربارهٔ فرضیهٔ کره‌های سماوی و ارضی بحث کرده است.

ه. هاک H.Haack در اثر خود به نام "مطالعاتی روی کره‌های ارضی و اشاراتی دربارهٔ تاریخچه و فنون آنها"

ErdglobenStudien am Globus - Bemerkungen zur Geschichte und Technik der

، (چاپ گوتا Gotha، ۱۹۱۵، صفحهٔ، به بعد) می‌گوید در فصل مربوط به کرات در کتاب *علم النجوم* Libros del sabre de astronomia شاه آلفونس دهم (۴۴)، بحثی درباره کرات ارضی، بویژه موادی که برای ساختن آنها بکار می‌رفته، مانند طلا، مفرغ، چوب و غیرو، صورت گرفته است. وی اشاره می‌کند که ترجمه این رساله توسط شخصی به نام کوستا Coszta انجام شده است. البته این کوستا کسی جز قسطا بن لوقا (نیمه دوم قرن نهم) نیست (۴۵). بر خلاف گفتهٔ هاک، فصل مورد بحث، به کره‌های سماوی تخصیص داده شده است و در آن هیچگونه اشاره‌ای به کره‌های اراضی نمی‌شود.

۱۹ـ ترک‌ها ترجیح می‌دهند که اسطرلاب را "اوسطورلاب" تلفظ کنند، نگارش امروزی آن نیز "اوسطورلاب" یا حتی "اوسطورلاپ" می‌باشد.

۲۰ـ برای کسب اطلاعات بیشتر دربارهٔ بیشتر تاریخچه و فرضیهٔ اسطرلاب رجوع کنید به کتاب "مبانی و نحوه کاربرد اسطولاب" نوشتهٔ و. هارتنر W.Hartner که در جلد سوم مجموعهٔ "بررسی هنر ایرانی" منتشر شده است (فصل ۵۷، صفحات ۵۴-۲۵۳). همچنین نگاه کنید به کتاب "یک اسطرلاب از دورهٔ مغولان در هند *Ein Astrolab aus dem indischen Mogulreiche* نوشتهٔ ی. فرانک J .Frank و م. مایرهوف M.Meyerhof چاپ هایدلبرگ، ۱۹۲۵ و مقاله‌ای با عنوان تاریخچهٔ قدیم اسطرلاب *The early history of the astrolabe* اثر ا. نویگه باوتر .Neugebauer O که اخیراً (۱۹۴۹) در جلد پنجم مجلهٔ "ایزیس" به چاپ رسیده است (صفحات ۲۵۶ - ۲۴۰)

۲۱ـ یک فرد بدبین، احتمالاً واقعیاتی را که در اینجا آورده شده، به گونه زیر تعبیر خواهد کرد: علی الرغم روابط دوستانه‌ای که بین دو برادر، یعنی هولاکوهان وقوبیلای قاآن بر قرار بود، هولاکوخان، سعی بسیار داشت که انحصار علوم نجومی را برای خود حفظ کرده و نگذارد که برادرش با او در این زمینه رقابت کند. از اینرو قوبیلای قا آن می‌بایستی آنقدر صبر می‌کرد تا پس از فوت برادرش، منجمین مراغه و یا جانشینان هولاکو که علاقه چندانی به علم نجوم نداشتند، مخالفتی با خواسته‌های وی نکنند. امکان سوم اینست که فرض کنیم که چمالوتینگ توسط عوامل قوبیلای قاآن خریداری شده و نمونه‌هائی از آلات و ابزار نجومی مراغه به سرقت برده است.

۲۲ـ نگاه کنید به زیر نوشت ۱۰

۲۳ـ ژوردن، مأخذ ذکر شده، صفحه ۴۹

۲۴ـ پسوند " ی "که در اینجا به پیشهٔ (نجار) افزوده شده است، غیر معمول است. به نظر من بعید نیست که ژوردن بخاری را اشتباها نجاری خوانده باشد زیرا که این دو کلمه در اسم الخط عربی به یکدیگر شباهت بسیار دارند. احتمال این نیز می‌رود که کاتب چینی نام بخاری را درست نوشته ولی نقطهٔ حرف اول را یا از قلم انداخته و یا آنرا اشتباها در جای غلطی گذاشته است.

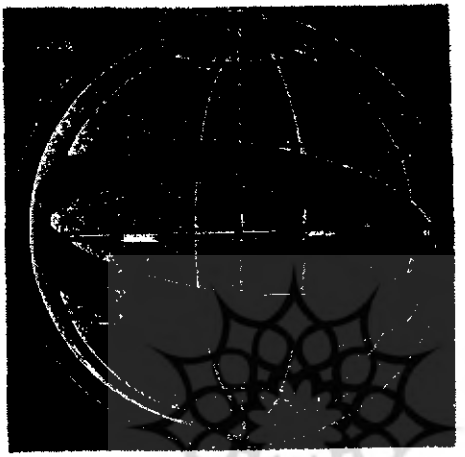
پی نوشت‌ها (از مترجم)

(۱) جورج سارتن (George Sarton) (۱۹۵۷-۱۸۸۴)، دانشمند و مورخ مشهور علوم، در بلژیک به دنیا آمد و پس اتمام تحصیلات از سال ۱۹۱۶ تا ۱۹۵۱ به عنوان استاد تاریخ علم و در دانشگاه هاروارد به تحقیق و تدریس مشغول شد. یکی از آثار بزرگ وی کتاب چند جلدی" مدخل بر تاریخ علم "History of Introduction to the Science که از اعتباری بسیار برخوردار است. دیگر از کارهای پر ارزش سارتن انتشار دو مجله علمی "ایزیس" Isis (از سال ۱۹۱۳ تا ۱۹۵۲) و "وازیریس " Osiris (از سال ۱۹۳۶ تا ۱۹۵۰) است که در آنها نتایج تحقیقات خود و دیگر دانشمندان را بچاپ می‌رسانید. این دو مجله که نام‌هایشان از اسامی دو تن از خدایان مصر قدیم گرفته شده‌اند، از جمله مهم‌ترین علمی و تاریخی می‌باشند. مقاله حاضر نیز که بین سال‌های ۴۴ - ۱۹۴۳ نوشته شده، در سال ۱۹۵۰ برای اولین بار در مجله "ایزیس" منتشر گردید.

(۲) ذات الحلق armillary sphere آلتی است متشکل از چند حلقه که نمایانگر نصف النهارات (celetial meridians) و استوای سماوی (celetial equator) و منطقة البروج (Zodiac) (نگاه کنید به پی نوشت (۳۶)) و دیگر جزئیات نجومی می‌باشند.

از این وسیله منجمین قدیم از جمله برای‌اندازه‌گیری میل و بعد (نگاه کنید به پی نوشت (۴)) ستارگان و کواکب استفاده می‌کردند. شکل ۱ نمونهٔ بسیار ساده‌ای از این آلت رصدی را نشان می‌دهد. ذات الحلق یکی از مهمترین آلت نجوم قدیم بود و منجمین می‌توانستند به کمک آن علاوه بر رصد ستارگان و تعیین مختصات آنها، بسیاری از مسائل دیگر نجومی را نیز حل کنند. (برای اطلاعات بیشتر دربارهٔ این آلت رصدی

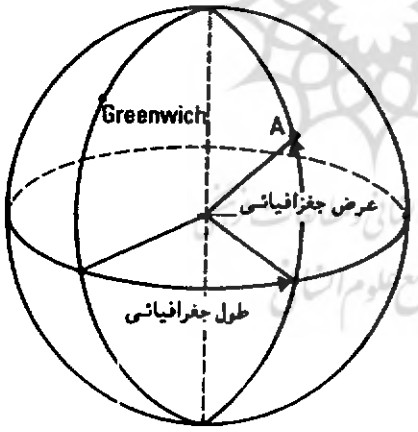
رجوع کنید به کتاب، *کاوش رصدخانه مراغه* نوشتهٔ دکتر پرویز ورجاوند، صفحات ۳۰۷ و ۳۳۴ و کتاب *ابزار و آلات رصدخانه مراغه* ترجمه و تألیف سرفراز غزنی، صفحه ۹۸)

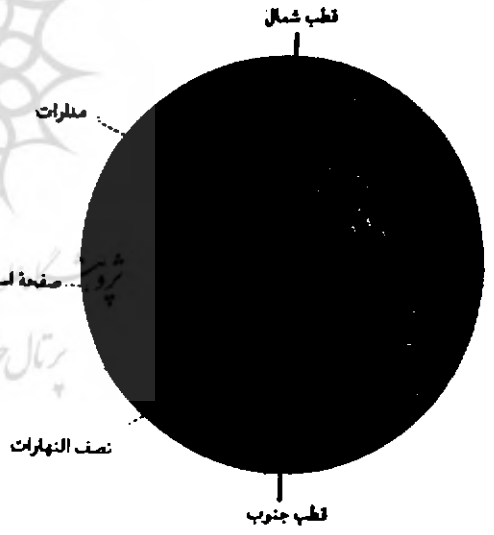


شکل ۱: ذات الحلق

(۳) موقعیت هر نقطه روی کرهٔ زمین را می‌توان به کمک مختصات جغرافیائی آن تعیین نمود. این مختصات عبارتند از طول و عرض جغرافیائی آن نقطه. منظور از طول جغرافیائی (longitude) یک نقطه، زاویه که نصف النهار مکان (meridian) آن نقطه با نصف النهار مبدأ (prime meridian) تشکیل می‌دهد. نصف النهارات دوایری فرضی هستند که از قطب شمال و جنوب کره زمین گذشته و بر دایرهٔ استوای زمین (equator) عمود می‌باشند. طبق یک قرارداد بین‌المللی که در "همایش جهانی زمان" International Conference on Time در سال ۱۸۸۴ در شهر واشنگتن به تصویب رسید، نصف النهاری که از شهر گرینیچ Greenwich انگلستان می‌گذرد، به عنوان نصف النهار مبدأ انتخاب شد (گرینیچ را در زبان فارسی گرینویچ تلفظ می‌کنند). مقدار این زاویه بین صفر و ۱۸۰ درجه و مشرق و یا مغرب نصف النهار مبدأ تغییر می‌کند. عرض جغرافیائی (latitude) یک نقطه، زاویه‌ای است که قائم مکان در آن نقطه، با صفحهٔ استوای زمین تشکیل

می‌دهد، (منظور از قائم مکان در یک نقطه،راستای نیروی جاذبه زمین در آن نقطه است که با شعاع زمین انطباق دارد.) این زاویه از ۹۰+ تا ۹۰- درجه تغییر می‌کند. در نتیجه، عرض جغرافیائی نقاط واقع در نیمکرهٔ شمالی زمین مثبت، و عرض جغرافیائی نقاط واقع در نیمکرهٔ جنوبی منفی می‌باشد از هر نقطهٔ دلخواه روی کرهٔ زمین، می‌توان یک دایرهٔ فرضی به موازات صفحهٔ استوا رسم نمود. چنین دایره‌ای را مدار (latitude) می‌خوانند. در شکل ۲ و ۳ نصف النهارات و مدارات و همچنین طول و عرض جغرافیائی نقطهٔ دلخواه A ترسیم شده‌اند.

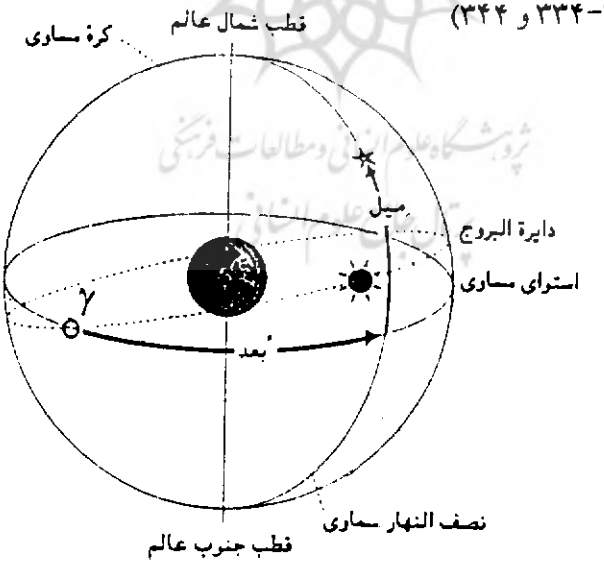




شکل ۲: نصف النهارات و مدارت شکل ۳: طول و عرض جغرافیائی

(۴) کرهٔ فلکی یا سماوی (celestial globe)کره‌ای است فرضی که مرکز آن چشم ناظر روی زمین و شعاع آن برابر با فاصلهٔ نزدیکترین ستاره با زمین است. کره سماوی مانند کرهٔ زمین دارای قطب شمال و جنوب، صفحهٔ استوا و نصف النهارات می‌باشد. مسیر

ظاهری گردش خورشید را در کرهٔ سماوی، دایرةالبروج (ecliptic) (نگاه کنید به پی نوشت (۳۴)) می‌نامند و آن دایرهٔ عظیمه‌ای از کره سماوی است که با صفحهٔ استوا زاویه‌ای برابر با ۲۳٫۵ درجه یا ′۲۷ °۲۳ تشکیل می‌دهد. خورشید در مسیر ظاهری خود دایرةالبروج را در مدت یک سال و در خلاف جهت حرکت انتقالی زمین می‌پیماید. در قدیم منجمین از کره‌های فلکی مصنوعی از جنس چوب یا فلز استفاده می‌کردند که روی آنها میل (declination) و بعد (ritht ascension) ستارگان و اطلاعات نجومی دیگری ثبت شده بودند. میل یک ستاره عبارت است از زاویه‌ای که شعاع بصری مار بر آن، با صفحهٔ استوای سماوی تشکیل می‌دهد. اگر ستاره در نیمکرهٔ شمالی باشد، میل آن مثبت و بین صفر و ۹۰+ و اگر در نیمکرهٔ جنوبی باشد، بین صفر و ۹۰- خواهد بود. بعد هر ستاره عبارت است از زاویهٔ دو وجهی ما بین دایرهٔ ساعتی آن ستاره با دایره ساعتی مبدأ. دایرهٔ ساعتی مبدأ دایره است که از نقطهٔ γ عبور می‌کند و این نقطه عبارت است از موضع خورشید بر استوا در ابتدای فصل بهار (اعتدال ربیعی)، یعنی هنگامیکه خورشید از نیمکرهٔ جنوبی وارد نیمکرهٔ شمالی می‌شود. (برای اطلاعات بیشتر دربارهٔ کره‌های فلکی منجمین قدیم رجوع کنید به کتاب *کاوش رصدخانه مراغه* نوشته دکتر پرویز ورجاوند، صفحات ۳۵-۳۳۴ و ۳۴۴)



شکل ۴: کرهٔ سماوی

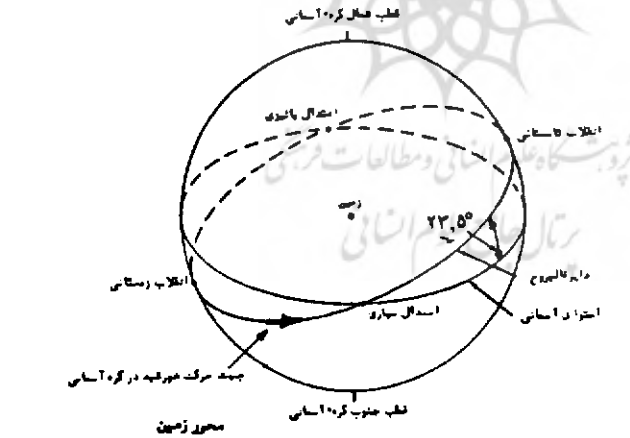
(۵) ساعت آفتابی (sun dial) یکی از مشهورترین آلاتی است که از قدیم الایام برای

اندازه‌گیری زمان بکار گرفته می‌شدند. این ساعت عبارت بود از یک صفحه مستوی و مسطح که دو خط رابط شمال وجنوب و مشرق و مغرب روی آن ترسیم شده بودند. علاوه بر این، یک میله نیز که به آن شاخص می‌گفتند، بطور عمودی بر این صفحه نصب می‌شد. ساعت مزبور را طوری قرار می‌دادند که خط شمال و جنوب آن باخط نصف النهار مکان منطبق گردد. در نتیجه ظهر حقیقی هنگامی واقع می‌شد که سایه شاخص بدان خط می‌رسید. یکی از قدیمی‌ترین اشاراتی راکه به سرعت آفتابی شده، در تورات صفر " دوم پادشاهان"، بند ۲۰، آیات ۹ تا ۱۱ می‌یابیم. در آنجا چنین آمده است: «آیا باید سایه ده پله به پیش افتد و یا به پس؟ حزقیا (Hezekiah/Hiskia) در پاسخ گفت: کار ساده‌ایست که سایه ده پله به عقب افتد. خیر، سایه باید ده پله به پیش افتد. آنگاه اشعیا (Isiah/Jesaja) نبی از خداوند خواست و او سایهٔ ساعت آفتابی / حض (Ahaz/Ahas) راکه به عقب رفته بود، ده پله به جلو برد.» با توجه به اینکه حزقیا پسر احض بین سال‌های ۷۲۵ و ۶۹۷ قبل از میلاد بر قوم یهود حکومت می‌کرده، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از نوع خاصی از ساعت آفتابی در قرن هشتم پیش از میلاد معمول بوده است.

(۶) نوع دیگری از ساعت آفتابی، دستگاهی بود به نام ساعت یا شاخص ظلی که یونانیان آنرا Gnomon می‌نامیدند. این ساعت تشکیل می‌شد از یک صفحه مسطح که روی آن میله‌ای به نام شاخص یا مقیاس نصب شده بود و علاوه بر خط رابط شمال و جنوب که آنرا خط ظهر نیز می‌نامیدند، داویر متعددی نیز به مرکز شاخص روی آن نقش شده بودند. اوقات روز را بوسیلهٔ سایهٔ شاخص یا مقیاس و به کمک جداول مخصوصی تعیین می‌کردند. گفته می‌شود که اولین ساعت ظلی در حدود ۱۱۰۰ قبل از میلاد مسیح در چین اختراع شده است. (رجوع کنید به کتاب کاوش رصدخانه *مراغه* صفحات ۳۴۱ – ۳۴۰)

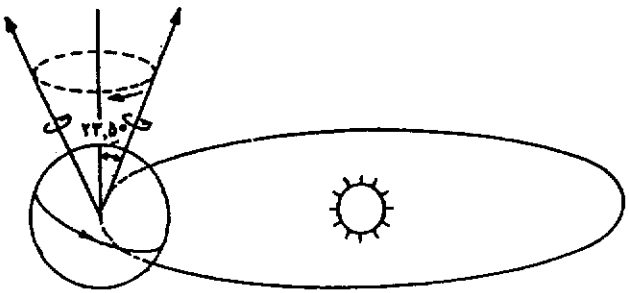
(۷) منظور از اعتدالین (equinoxes) دونقطهٔ تقاطع بین دایرةالبروج و استوای سماوی هستند که خورشید از نظر ساکنین کره زمین، سالی یک بار از آنها عبور می‌کند. این گذر یک بار در اول فروردین مصادف با ۲۱ مارس صورت می‌گیرد که اعتدال ربیعی (vernal equinox) یا بهاری خوانده می‌شود و بار دیگر در اول مهر برابر با ۲۲ سپتامبر رخ می‌دهد که اعتدال خریفی (autumnal equinox) یا پائیزی نامیده می‌شود. در لحظه‌ای که خورشید از این دو نقطه عبور می‌کند، طول شب و روز در تمام نقاط روی زمین مساوی است. در

شکل ۵ (برگرفته از کتاب *شناخت مقدماتی ستارگان* ترجمه و اقتباس توفیق حیدرزاده، از انتشارات مؤسسه گیتاشناسی، چاپ پنجم، ۱۳۷۸، صفحه ۶۸) می‌توان چگونگی بوجود آمدن اعتدال بهاری و پائیزی را مشاهده نمود. خورشید ضمن عبور از نقطهٔ اعتدال ربیعی از نیمکره جنوبی وارد نیمکره شمالی، و بالعکس هنگام عبور از نقطهٔ اعتدال خریفی از نیمکره شمالی وارد نیمکره جنوبی می‌شود. اعتدالین نتیجهٔ حرکت تقدیمی یا رقص محوری زمین (precession) می‌باشند. این حرکت ناشی از تأثیر نیروی جاذبه خورشید بر بر جستگی استوای زمین می‌باشد. کرهٔ زمین علاوه بر حرکت موضعی (rotation) یعنی چرخش به دور خود، یک حرکت انتقالی (revolution) نیز، یعنی چرخش به دور خورشید انجام می‌دهد. اما باید در نظر داشت که محور زمین هنگام گردش به دور خورشید، عمود بر صفحهٔ حرکت نبوده، بلکه همانطور که در شکل ۶ دیده می‌شود، با خط عمود بر صفحهٔ حرکت، زاویه‌ای به میزان ۲۳.۵ درجه یا ′۲۷ °۲۳ تشکیل می‌دهد. در اثر رقص محوری زمین، محور کرهٔ زمین تقریباً هر ۲۵۷۰۰ سال یک دور کامل چرخیده و از این حرکت دورانی، همانگونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، یک فضای مخروطی حاصل می‌گردد که نیم زاویه آن نیز برابر با ۲۳.۵ درجه یا ′۲۷ °۲۳. می‌باشد.



شکل ۵: اعتدالین و انقلابین

شکل ۶: تمایل محور زمین



شکل ۷: رقص محوری زمین

(۸) منظور از انقلابین (solstices) دو روز خاص در سال است که اولی ۳۱ خرداد مصادف با ۲۲ ژوئن است و انقلاب صیفی (summer solstice) یا تابستانی نام دارد، و دیگری اول دی برابر با ۲۲ دسامبر که انقلاب شتوی (Winter solstice) یا زمستانی خوانده می‌شود. با توجه به شکل ۵ می‌توان دریافت که آن قطر دایرةالبروج که بر قطر رابط بین اعتدال ربیعی و خریفی عمود است، نیمکرهٔ شمالی را در نقطهٔ انقلاب صیفی و نیمکرهٔ جنوبی را در نقطهٔ انقلاب شتوی قطع می‌کند. پیآمدهای این دو رخداد، طولانی‌ترین روز همراه با کوتاه‌ترین شب و یا بالعکس، کوتاه‌ترین روز همراه با طولانی‌ترین شب می‌باشند.

(۹) مارکوپولو Marco Poto (۱۳۲۴-۱۲۵۴) که شاید بتوان او را مشهورترین سیاح و جهانگرد تاریخ بشمار آورد، از اهالی شهر و نیز ایتالیا بود. وی ابتدا به اتفاق پدر و عمویش نیکولو Nieccolo و ماتئو Matteo به شرق دور سفر کرده و بعدها بین سال‌های ۹۵-۱۲۷۱ به تنهائی از راه آسیای صغیر و ایران به چین (ختا) سفر نمود. وی مدتها در دربار قوبیلای قاآن که از نوادگان چنگیزخان و فرمانروای چین بود، بسر برد و مورد توجه خاص او قرار داشت. پس از بازگشت به ونیز در سال ۱۲۹۸، کسی توجهی به داستان‌ها و حکایت عجیب و غریب مارکوپولو نکرد تا آنجا که سرانجام حتی به جرم دروغگوئی و شایعه پراکنی به زندان افتاد. مارکوپولو در زندان خاطرات خود را از سفرهائی که در کشورهای شرقی کرده بود، به دست یک یا همزندانیان اش به رشته تحریر در آورده و منتشر ساخت. این سفرنامه با استقبال بسیار روبرو شده و تأثیر شدیدی در اذهان اروپائیان نسبت به کشورهای شرق میانه و شرق دور باقی گذارد.

(۱۰) ژزوئیت‌ها Jesuits (به لاتین Societas Jesu یعنی جامعه مسیح) تشکیلاتی از مسیحیان کاتولیک بود که در سال ۱۵۳۴ توسط ایگناتسیوس لویولا Ignatius Loyola پایگذاری شد و در سال ۱۵۴۰ از سوی پاپ نیز تأیید گردید. هدف این کانون ترویج مذهب کاتولیک در جهان از طریق آموزش و پرورش و مستحکم نمودن اعتقادات مذهبی مردم بود. مبلغین مذهبی (میسیونرهای) ژوئیت‌ها از قرن شانزدهم به بعد در سراسر آسیا و آفریقا و آمریکا مشغول به فعالیت بودند ولی در قرن هیجدهم بسیاری از حکومت‌های کشورهای این قاره‌ها با آنها به مبارزه پرداخته و از فعالیت‌های آنها جلوگیری کردند. در بین سالهای ۱۷۷۳ و ۱۸۱۴ تشکیلات مزبور به علت جریانات

مختلف به فرمان پاپ ممنوع شدند. در حال حاضر تعداد اعضاء ژزوئیت‌ها را در حدود بیست و شش هزار تخمین می‌زنند که کماکان از طریق مؤسسات مذهبی اهداف خود را دنبال می‌کنند.

(۱۱) شورش بوکسورها (boxer Rebellion) به مبارزاتی گفته می‌شود که چینی‌ها در اواخر قرن نوزدهم علیه دخالت‌های سیاسی و نظامی اروپائیان در چین، به پیش گرفتند. فعالین این مبارزات پیشگامانی بودند که به کمک طرفداران خود مخفیانه به کنکاش پرداخته، به مؤسسات و نمایندگی‌ها و پایگاه‌های اروپائیان و عوامل آنها حمله کرده و افراد آنها را به قتل می‌رساندند.

در تابستان سال ۱۹۰۰ که این مبارزات به اوج خود رسیده بودند، قدرت‌های اروپائی متحداً شورش بوکسورها را سرکوب کرده و دولت چین را که پنهانی از آنها پشتیبانی می‌کرد، مجبور کردند تا غرامات سنگینی از این بابت پرداخته و از امپراتو آلمان نیز عذرخواهی نماید.

(۱۳) ابوعبدالله محمد بن جابر البتانی (۹۲۹ - ۸۵۸) یکی از منجمین و ریاضیدان بزرگ عرب است که جداول نجومی بطلمیوس را تصحیح و تکمیل و مکان‌های ستارگان و سیارات زیادی را تعیین کرده است. وی رصدهای فراوان و دقیقی انجام داده و بسیاری از مقادیر نجومی را در کمال دقت تعیین نمود. یکی از مسائل مورد توجه خاص از رقص محوری زمین بود. از آثار مشهور البتانی در علم نجوم، کتاب *الزیج* (۱۵) او است که به دستور شاه آلفونس دهم (۴۴) فرمانروای اسپانیا به زبان اسپانیائی ترجمه شد و مورد استفاده اروپائیان قرار گرفت. این کتاب بعدها نیز توسط رابرت چستر Robert of Chester و افلاطون تیولی Tivoli Plato di به لاتین ترجمه و در سال ۱۵۳۷ در نورنبرگ آلمان منتشر شد. البتانی از شهرت فراوانی در غرب برخوردار بود و اروپائیان او را به نام Stbategnius و یا Albategni می‌شناختند. (برای کسب اطلاعات بیشتر کتاب به زندگینامه علمی *دانشمندان اسلامی*، بخش اول، از انتشارات شرکت علمی و فرهنگی، ۱۳۶۵، و *زندگینامه و ریاضیدانان دوره اسلامی* نوشته ابوالقاسم قربانی، از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۵، مراجعه کنید.)

(۱۵) زیج در اصطلاح علمای هیئت و نجوم به جدولی می‌گویند که کمیت حرکات سیارات در آنها ضبط شده‌اند. دربارهٔ این واژه و ریشهٔ آن، ادوارد استورات کندی E.S.

Kennedy در کتاب خود به نام "پژوهشی در زیجهای دوره اسلامی *Islamic Astronomical Survery of*، ترجمه محمد باقری، از انتشارات شرکت علمی و فرهنگی، چاپ اول، ۱۳۷۴، فصل ۲، صفحات ۴ و ۵ چنین نوشته است: «واژه زیج) جمعی عربی آن ازیاج، زیجات و زیاجه) همچون شماری دیگر از اصطلاحات فنی از فارسی وارد زبان عربی شده است. توضیحات موجود در منابع متعدد حاکی از آن است که ریشه این کلمه در فارسی [زه] به معنی تار یا رشته، بخصوص زه کمان است و از همین جا به معنی وتر در هندسه نیز به کار رفته است. در عربی امروز به ریسمان بنایی زیج گفته می‌شود. بعدها این معنی تعمیم یافته و برای مجموعهٔ رشته‌های موازی که تارهای یک پارچه را تشکیل می‌دهند به کار رفته است. سپس به لحاظ شباهت بین خط‌های عمودی نزدیک به هم در یک جدول عددی و مجموعهٔ تارهایی که در بافندگی کشیده می‌شود این مفهوم گسترش یافته و شامل آن جدولها نیز شده است. سرانجام، در یک تعمیم نهایی این واژه برای کل مجموعه‌های جداول نجومی به کار رفته که همان معنی مورد استفادهٔ ماست. در فرهنگهای فارسی و عربی دو واژهٔ فارسی به عنوان ریشه زیج ذکر شده است. برخی زیگ آورده‌ند که تبدیل آن به زیج امری طبیعی است. در موارد دیگر، چنانکه بیرونی نیز در قانون مسعودی (مقالهٔ ۳، باب ۱) گفته است، ریشه واژه زه دانسته نشده که در فارسی امروز به معنی رشتهٔ کمان به کار می‌رود. شاید درست‌تر آن باشد که بگوئیم واژهٔ زیگ در پارسی میانه به زه در زبان فارسی امروز تبدیل شده است.» در کتاب *تاریخ نجوم اسلامی* نوشتهٔ کارلو آلفونسو نالینو، ترجمهٔ احمد آرام، از انتشارات کانون نشر و پژوهشهای اسلامی، تهران، ۱۳۴۹، صفحهٔ ۵۳، دربارهٔ واژهٔ زیج چنین آمده است:«دسته سوم کتابهایی است که تنها برای رفع نیاز حسابگران و رصدکنندگان تألیف شده و به نام "ازیاج" یا "زیجات" یا "زیجه" نامیده می‌شد و اصل لفظ زیج از زبان پهلویست. در این زبان زیگ به معنی تارهای پارچه است که پود در میان آنها بافته می‌شود و سپس ایرانیان این رسم را به ملاحظه شباهت خط‌های قائم جداول عادی با تارهای نساجی، بر این جداول نهادند.»

(۱۶) عضاده آلتی است مستطیل شکل که بصورت کشوئی باز و بسته و کوچک و بزرگ می‌شود و بر پشت اسطرلاب به گردش در می‌آید. از درون روزنهٔ عضاده می‌توان ستارگان را مشاهده کرد. شکل عربی این کلمه یعنی "العضاده"، به زبان‌های اروپائی راه

یافته و در زبان انگلیس بصورت alidade یا alidad می‌شود. منجمین یونان قدیم آنرا "دیوپترا" dioptra می‌نامیدند. (برای اطلاعات بیشتر دربارهٔ این آلت رصدی رجوع کنید به کتاب *کاوش رصدخانه مراغه* و کتاب *ابزار و آلات رصدخانه مراغه* ترجمه تألیف سرفراز غزنی) لازم به یادآوری است که این واژه نباید با "دیوپتری" اشتباه کرد. دیوپتری واحد سنجش قدرت یک عدسی یعنی نیروی شکت آن می‌باشد و معادل است با عکس فاصله کانونی عدسی. بدین معنا که اگر فاصله کانونی یک عدسی را با f نشان داده و مقدار آنرا به متر [m] اندازه بگیریم، در آنصورت دیوپتری، یعنی نیروی شکست عدسی، طبق تعریف برابر خواهد بود $D=1.f\ [m^{-1}]$.

(۱۷) ثقبه در زبان عربی به معنی روزنهٔ دید است و چون آلتی که در اینجا مورد بحث است، دارای روزنهٔ دید می‌باشد آنرا ذات الثقبتین می‌نامند. در کتاب "*کاوش رصدخانه مراغه* صفحه ۳۴۳، دراین باره چنین آمده است: «ذات الثقبتین برای رصد مرئی کواکب بکار می‌رود و عبارت است از مسطره مدرج و دو لبنه که یکی ثابت و دیگری قائم بر سطح مسطره متحرک است و مسطره نیز به موازات افق متحرک و علاوه بر آن، حرکت ارتفاعی نیز دارد و چون از ثقبه لبنه متحرک به کوکب بنگرند، قطر مرئی کوکب را در روی افق یادرجات ارتفاع بدست آورند.»

(۱۸) ابرخس همان هیپارک یا هیپارخوس Hipparchus (۱۹۰– ۱۲۰ قبل از میلاد) ریاضیدان و منجم یونانی است که بینانگذار نجوم علمی بشمار می‌رود. وی برای اولین بار فهرستی از ۸۵۰ ستاره ثابت تهیه کرده و بدینسان علم نجوم را به معنای خاص کلمه پایگذاری نمود. بنای کار وی اندازه‌گیری زوایا و فواصل بر روی اجرام کروی بود و از انیرو می‌توان او را نخستین کسی دانست که از قوانین مثلثاتی استفاده کرده است. از کارهای چشمگیر وی تعیین فاصله بین ماه و زمین بصورت دقیق و فاصله بین خورشید و زمین با دقتی کمتر می‌باشد.

(۱۹) بطلمیوس Claudius ptolemy (به یونانی Ptolomios Clodios) مشهور به بطلمیوس قلوذی در حوالی ۱۴۰ یا ۱۶۰ میلادی اسکندریه به تحقیق تدریس مشغول بوده است. وی یکی از بزرگترین و پر تأثیرترین دانشمندان و ریاضیدانان و منجمین قدیم می‌باشد که علاوه بر تحقیقات و کشفیات بسیار، تألیفات مهمی نیز در نجوم، ریاضیات، جغرافیا و موسیقی داشته و تأثیری ژرف و شگرف در تمدن اسلامی و علمای آن گذاشته است.

بطلمیوس زیج (جداول نجومی) هیپارخوس را تکمیل کرده و تعداد ستارگانی را که او رصد کرده بود، از ۸۵۰ به ۱۰۲۲ رسانید.

(۲۰) یکی از مهمترین آثار بطلمیوس کتاب مشهور او *المجسطی* است. نام اصلی این کتاب به زبان یونانی مجموعهٔ بزرگ ریاضی *Megale mathematike syntaxis* است که شیفتگانش آنرا ماگیسته *Magiste* یعنی عظیم مینامیدند. دانشمندان مسلمان با اضافه کردن حرف تعریف "ال"، به این صفت، نام *المجسطی* را برای این کتاب ابداع کردند و اروپائیان که از طریق ترجمهٔ این اثر از زبان عربی به لاتین در سال ۱۱۷۵ با آن آشنا شده بودند، این کتاب را از آن پس Almagest (e) خواندند. "المجسطی" شامل سیزده مقاله می‌باشد. که در آنها جمیع علوم مورد بحث قرار گرفته‌اند. بنا به گفته‌ابن الندیم، نخستین کسی که ترجمه این اثر بی‌نظیر را به زبان عربی ممکن ساخت، یحیی بن خالد بن برمک بود که جمعی از دانشمندان و مترجمین از جمله ابوحسان و سلم را به این کار گماشت. بعدها حجاج بن مطر و یحیی بن بطریق نیز به ترجمه آن همت گماردند.

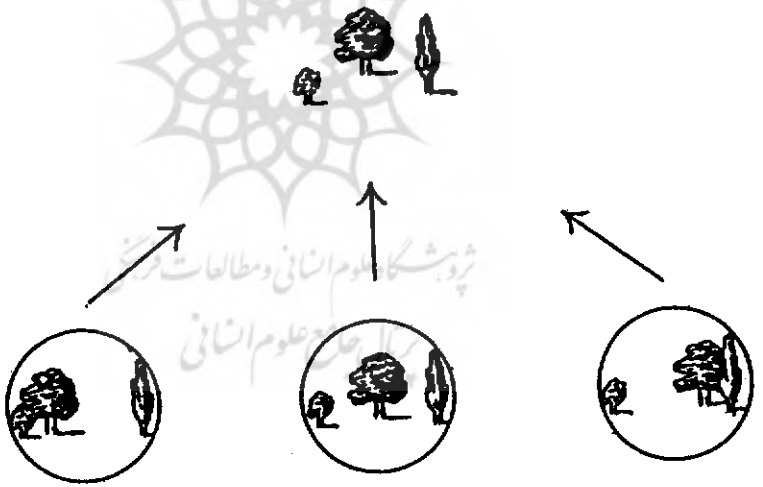
(۲۱) پروکلوس (بروقلس) Proclus (۴۸۵-۴۱۲) از مردمان لیکیه Lycie بود لیکن بخشی از زندگانی خود را در اسکندریه گذرانید. وی بعدها در سن چهل سالگی به آتن رفته و جانشین استاد خود سیریانوس Syrianus شد و بیش از سی سال در این مقام باقی ماند. پروکلوس در تکمیل و ترویج مذهب نوافلاطونی کوشش بسیار بکار برد. و در عرفان، بیش از همه متقدمین خود پیشروی نمود. دانشمندان مسلمان به آثار او که به سریانی ترجمه شده بودند، توجه بسیار داشتند. شرح‌های وی درباره افلاطون مشهورند. شرحی از مهندسین قدیم نیز از او بجای مانده است. شاید اثر او که در بین مسلمانان به نام *کتاب العلل* مشهور است، همین کتابی باشد که نویسنده این مقاله در اینجا نام آنرا ذکر کرده است.

(۲۲) مؤیدالدین بن برمک بن مبارک عرضی دمشقی (وفات سال ۱۲۶۶ میلادی) در علم ریاضیات و هندسه و ساختن آلت رصد سرآمد دیگران بود. از اینرو به خواهش خواجه نصیرالدین طوسی و به امر هلاکوخان از دمشق به مراغه خوانده شد. مهمترین کتاب او دربارهٔ علم نجوم است که در آن آلات و ابزار رصدخانهٔ مراغه را شرح کرده است. اثر دیگر او رساله ایست درکیفیت ارصاد و در تکمیل برهان شکل چهارم از مقالهٔ

نهم کتاب *المجسطی* که ناتمام مانده است. در کتاب *کاوش رصدخانه مراغه* نوشته دکتر پرویز ورجاوند، صفحهٔ ۲۲۹، درباره عرضی و رسالهٔ مشهور او چنین آمده است: «از جمله رساله‌های پر ارزش در زمینه ابزار و آلت‌های ستاره شناسی که از اهمیت و شاید به اعتباری استثنائی برخوردار است، نمی‌توان از رساله گرانبهای مویدالدین عرضی دانشمند بزرگ قرن هفتم و مهندس سازنده عمیده آلت‌های رصدی، مراغه یاد کرد. کهن‌ترین نسخه این رساله در حال حاضر در کتابخانه مدرسه سپهسالار (شهید مطهری کنونی) قرار دارد. در این رساله به تفضیل عمده آلات و ابزار رصدخانه مراغه و چگونگی ساختمان آن و تفاوت‌هائی که تعدادی از آنها با ابزارهای گذشته دارند، مورد بحث قرار گرفته است.» (برای اطلاعات بیشتر دربارهٔ عرضی رجوع کنید به کتاب‌های *ابزار و آلات رصدخانه مراغه*، ترجمه و تألیف سرفراز غزنی، از انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱۳۷۶ و *سرگذشت و عقاید فلسفی خواجه نصیرالدین طوسی*، نوشتهٔ محمد مدرسی (زنجانی)، از انتشارات امیر کبیر، ۱۳۶۳

(۲۳) خطکش بطلمیوس (Prolemy′ s parallsciic ruler) که نام لاتین آن triquetrum (دستگاه مثلثی سه پایه‌ای) می‌باشد، همان ذالت الشعبتین است که شرح آن در کتاب *کاوش رصدخانه مراغه* نوشته دکتر پرویز ورجاوند، صفحه ۳۳۷، چنین آمده است: «ذات الشعبتین از مخترعات بطلمیوس است و در مجسطی در فصل دوازدهم از مقاله پنجم در ذیل " عنوان ساختن التی برای رصد اختلاف منظر (۲۴) قمر "شرح آنرا آورده است و آنرا بفرانسه Regles Parallactiques نامند و مسطره‌اش را ذات اللبنتین می‌خوانند و از دو مسطره متوازیة السطوح که هر یک از چهار ذراع کمتر نیست تشکیل گشته و فوق العاده سهل و ساده است و اختلاف منظر قمر از آن به آسانی بدست می‌آید. این اسباب را در بعضی کتب مرکب از سه مسطره می‌نویسند زیرا که مسطره بدن اسباب را نیز مسطره محسوب می‌دارند و اختلاف منظر قمر زاویه‌ای است که در مرکز **کوکز** از تقاطع دو خط تشکیل می‌شود یکی خطی که از مرکز زمین بدانجا می‌رود و دیگری خطی که از چشم ناظر بدان نقطه می‌رسد و در این اسباب مسطره طوری وضع شده که ذات البنتین مسطح فوقانی بمثابه شعاع بصری است که بمرکز کوکب می‌رسد و دیگری مثابه خط قائم و دیگری وتر زاویه قائمه که بدان تقدیر قوس زوایا می‌شود و بالنتیجه زاویه اختلاف منظر ماه بدست می‌آید.»

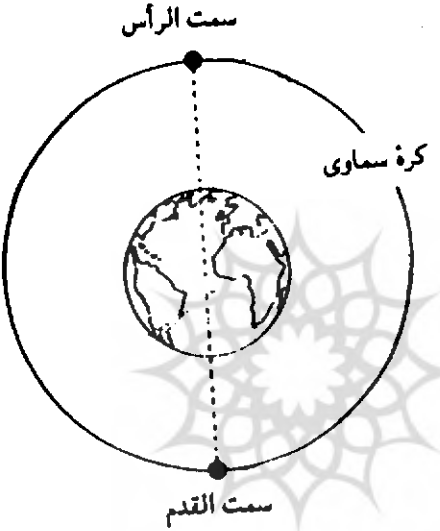
(۲۴) منظور از اختلاف منظر (Parallax) در علم نجوم اینست که هرگاه یک جرم آسمانی توسط ناظری از روی زمین رصد شود، موضوع ظاهری‌اش در کرهٔ سماوی با آنچه از راه محاسبه به دست می‌آید اندکی تفاوت خواهد داشت. شکل ۸ علت این اختلاف را با یک مثال ساده روشن می‌سازد. بر حسب اینکه از چه مکانی و با چه زاویهٔ دیدی به سه درخت نگاه کنیم، موقعیت آنها نسبت به یکدیگر فرق خواهد داشت. اختلاف منظر در سمت الرأس (۲۵) صفر بوده و روی افق محل به حداکثر خود می‌رسد. از آنجا که ماه به قدر کافی به زمین نزدیک است، تعیین اختلاف منظر آن در محاسبات مربوط به خورشید گرفتگی اهمیت دارد.



شکل ۸: اختلاف نظر

(۲۵) هر خط قائمی که هر نقطه از زمین منطبق است با راستای نیروی نقل و راستای شعاع زمین در آن نقطه. چنین خطی کرهٔ سماوی را در دو نقطه قطع می‌کند: یکی در

بالای سر ناظر که آنرا سمت الرأس (zenith) می‌نامند و دیگری نقطه متقاطر با آن که زیر پای ناظر باشد و آنرا سمت القدم (Nadir) می‌گویند.



شکل ۹: سمت الرأس

(۲۶) در کتاب "ابزار و آلات رصدخانه مراغه ترجمه و تألیف سرفراز غزنی، صفحهٔ ۷۰، نام دستگاهی به اسم "فادین" به معنای تراز بنائی (level) آمده است. همچنین در صفحه ۹۷ کتاب مزبور، این نام بصورت "افادین" Afadin و به همان معنا آورده شده است سرانجام در صفحهٔ ۱۱۸ همین کتاب می‌خوانیم: "Fathin نام تراز بنائی است که در کارهای بنائی و ساختمانی و افقی ساختن سطح به کار می‌رفته است» شاید منظور از fatûn که نویسنده در اینجا از آن نام می‌برد، همین تراز بنائی باشد.

(۲۷) یعقوب ین اسلحاق الکندی (۱۴۶۸ - ۱۳۹۸) از جمله بزرگترین فیلسوفان، حکما، منجمین و اطبأ عرب و جهان اسلام است. وی از دودمان بندی کندی و معاصر خلفای عباسی، مأمون، معتصم و متوکل بود. الکندی دارای آثار مهم و متعددی در منطق

و فلسفه، حساب و هندسه، ریاضیات و نجوم و موسیقی و طب می‌باشد که اکثر آنها را مترجم مشهور، گراردو کرمونائی Gherardo di Cremonal به لاتین ترجمه کرده است. از اینرو نفوذ الکندی در مباحث مختلف مانند جدلیات و نفسانیات دو سه قرن پس از وفاتش در اروپا نیز ادامه داشت. از جمله شاگردان به نام او ابومعشر بلخی و احمد بن الطیب است.

(۲۸) منظور از فاصله سمت الرأسی (zenith - distance) فاصلهٔ زاویه‌ای و یا به عبارت دیگر قوسی است از دایرهٔ عمودی که بین سمت الرأس و یک نقطه روی کرهٔ سماوی تشکیل می‌شود.

(۲۸) رخام در لغت به معنای سنگ سپید و نرم است روی این سنگ ساعات ظهر را مشخص کرده و به آن "دایرهٔ هندی" می‌گفتند. از آنجا که به تدریج انواع و اقسام شاخص‌ها و جهات و انحرافات آنها را روی رخام نصب و حک می‌کردند، نام رخامه متداول شد بعدها نیز که این گونه شاخص‌ها و اطلاعات روی چوب یا فلز نصب و نقش می‌شدند، باز نام رخامه کماکان بکار برده می‌شود. یکی از آثار معروف محمد بن موسی خوارزمی کتابی است به نام "الرخامه."

(۲۹) احمد بن کثیرالفرغانی (سال وفات ۸۶۱ میلادی) از منجمین مشهور عالم اسلام است که در دوران خلافت مأمون بسر می‌برده. یکی از آثار معروف او *کتابا فی جوامع علم النجوم اصول الحرکات السماویه* است که در سال ۱۱۳۵ توسط یوهانس هیسپالنسیس Johannes Hispalensis به زبان لاتین ترجمه شد. ترجمه دیگری که از این اثر توسط گراردو کرمونائی صورت گرفته بود، در سال ۱۹۱۰ به چاپ رسید. الفرغانی در اروپا به نام الفراگانوس Alfraganus مشهور است.

(۳۰) محمد بن موسی خوارزمی (سال وفات ۸۴۰ میلادی) از جمله بزرگترین ریاضیدانان و منجمین شرق است که در دوران خلافت مأمون (۸۳۳ - ۸۱۴) مورد توجه خلیفه عباسی قرار گرفت و در رصدخانه شماسیه و مدرسهٔ مشهور بیت الحکمة مشغول تحقیق شد. وی از یکسو نجوم ایران پیش از اسلام را با ریاضیات هندی در آمیخت و زیج (۱۵) مشهور خود را بر اساس دستگاه حساب اعشاری تدوین نمود واز سوی دیگر نخستین کتاب جبر را تحت عنوان *المختصر فی حساب الجبر و المقابه* به رشته تحریر در آورد. دستاوردهاو آثار او در پیشرفت ریاضیات و نجوم چه در شرق و چه در غرب نقش

بی‌نظیری داشته‌اند. نام او ابتدا در زبان‌های اروپائی و بعدها در تمام زبان‌های دنیا بصورت Algorithm یا Algotithmus جاویدان مانده است. واژهٔ جبر نیز که بصورت Algebra در تمام زبان‌ها راه یافته، از همین کتاب مشهور او مشتق شده است. شهرت و اقتدار علمی خوارزمی در اروپای قرون وسطی به جائی رسیده بود که تمام کتاب‌های ریاضی آن دوران با عبارت "Dixit Algoithmi" یعنی "چنین گفت خوارزمی" آغاز می‌شدند. (برای اطلاعات بیشتر درباره خوارزمی رجوع کنید به "زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلام" نوشته ابوالقاسم قربانی، و مقالهٔ "خوارزمی و جایگاه او در جهان ریاضیات" نوشتهٔ ناصر کنعانی، مجله کاوه، چاپ مونیخ، شماره ۹۲، سال ۱۳۷۹، صفحات ۴۳-۲۲)

(۳۲) ابوعلی الحسن المراکشی الفلکی (وفات سال ۱۲۶۲ میلادی) دانشمند و منجم معروفی است که کتاب "جامع المبادی و الغایات" از اوست. خلاصه‌ای از این کتاب که دربارهٔ آلات رصد نوشته است، به زبان فرانسه ترجمه شده است.

(۳۳) در این رابطه، در کتاب *کاوش رصدخانه مراغه*، صفحه ۳۲۲، چنین آمده است: «تنها اثر شناخته شده و بجای مانده از ابزار و آلات رصد، ساخته شده در محل رصدخانه مراغه یک کره فلکی است که در تالار آثار ریاضی فیزیک موزه دولتی شهر درسدن در آلمان شرقی نگهداری می‌شود. گذشته از شاهدهای تاریخی، در روی خود کره نیز نام سازنده آن، دانشمند بزرگ زمان" محمد مؤیدالدین عرضی" نقش بسته است. میدانیم که "عرضی" مسئولیت ساختن تمامی آلات و ابزار ستاره‌شناسی رصدخانه مراغه را بر عهده داشته است، کره مزبور بدون تاریخ می‌باشد ولی برخی حدس زده‌اند که باید سال ساخت آن ۶۷۸ ه.ق. برابر ۱۲۷۹ میلادی باشد. درباره چگونگی این کره ویژگیهای آن خلاصه‌ای را به نقل از یک متن آلمانی در اینجا بیان می‌داریم: از ویژگی‌های کره مزبور یکی آن است که به دلیل شکل ظاهری، نوع ساخت و خط عربی (کوفی) منقوش بر آن برای ما غریبان اندکی نامأنوس می‌نماید. البته اصل عمده‌ای که در ساخت این کره رعایت شده است همان اصل بطلمیوس است که ما آن را می‌شناسیم، اما با وجود این پاره‌ای از تفاوت‌های صوری به نظر ما غریب می‌نماید. آز آن شمار است محل سیاره اورانوس که در اصل باید در نیمه راست تصویر قرار گیرد، و در اینجا به شکل زنی در روی کره جلو می‌کند. نام این زن جوزا است که بنا بر افسانه‌های عربی

همسر سهیل است و در بخش جنوبی ستاره Canopus [ستاره سهیل، مترجم] قرار دارد. عکس آن سیاه Perseus [صورت فلکی بر ساووش یا برندهٔ سر دیو، مترجم] است که آن را در عربی "مردی با سر شیطان در دست" می‌خوانند و آدمی را به یاد افسانه‌های یونانی می‌اندازد. همانگونه که در کاتالوگ موجود در آلمان شرقی آمده است، جدار این کره‌از لایه‌ای از برنز ساخته شده است. پاره‌ای از سیارات، مدارات نصف النهار در روی کره حک و برخی دیگر با رنگهای طلائی و نقره‌ای تذهیب شده‌اند. بازوها و پایه کره اندکی شگفت می‌نماید. کره به چهار ربع دایره تقسیم شده است که هر یک از آنها دارای حفره‌هائی است که هر حفره از حفره دیگر به میزان پنج درجه فاصله دارد. محور قطب جنوب در یکی از این حفره‌ها قرار گرفته است. بنابراین کره مزبور نمی‌تواند به گونه‌ای دقیق در ارتفاع هر یک از قطب‌ها تنظیم شود، بلکه این کار می‌تواند فقط به صورتی تقریبی انجام پذیرد. در این کره نصف النهار به شکل خطی منحنی نشان داده شده است. دو برجستگی در روی کره جای درست نصف النهارا مشخص کرده‌اند. پایه چوبی و تیزه رنگ کره اصلی نیست، بلکه بعدها بدان افزوده شده است.»

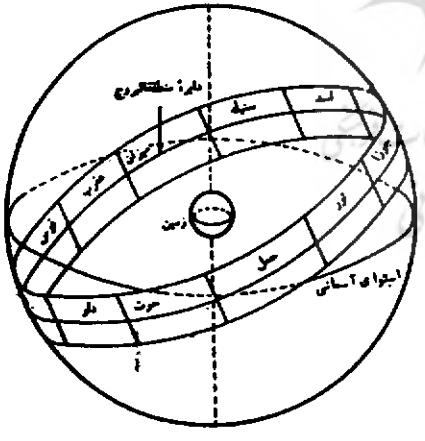
(۳۴) دایرةالبروج (ecliptic) مسیر ظاهری و سالیانهٔ خورشید است در کرهٔ سماوی. این مسیر، دایره عظیمه‌ای از کرهٔ سماوی است که با صفحهٔ استوای سماوی زاویه‌ای برابر با ۲۳٫۵ درجه یا ′۲۷ °۲۳ تشکیل داده و آنرا در نقاط اعتدال ربیعی، اعتدال خریفی، انقلاب شتوی، و انقلاب صیفی قطع می‌کند (نگاه کنید به شکل ۵).

(۳۵) «ابوالحسن عبدالرحمان بن عمر صوفی رازی (۹۸۶ - ۹۰۴) از منجمین عالی مقام و اصلاً از فسای فارس بود. وی منجم دربار عضدالدوله دیلمی بود و اثر بسیار نفیس و معروف خود *صوالکواکب* را به نام این پادشاه نوشت. اثر ریاضی وی بنام اشکال متساوی الاضلاع به زبان عربی است و موضوع آن ترسیم چند ضلعی‌های منتظم به ضلع معین با یک پرگار است.»

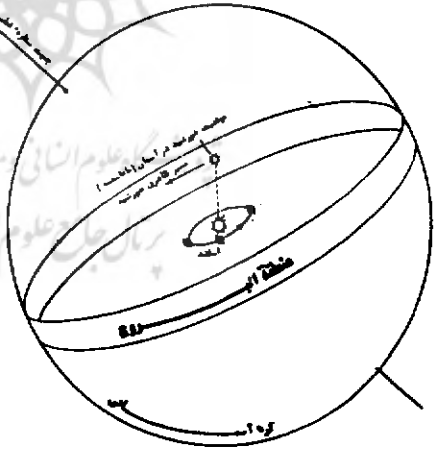
(به نقل از *زندگینامه ریاضیدان دوره اسلام* نوشته ابوالقاسم قربانی).

(۳۶) منطقةالبروج (zodiac) از دو دایرهٔ صغیره تشکیل می‌شود که موازی دایرةالبروج بوده و به شکل نواری به عرض ۱۶ درجه (هشت درجه بالای دایرةالبروج و هشت درجه زیر آن) در کرهٔ سماوی قرار می‌گیرد (نگاه کنید به شکل ۱۰، برگرفته از کتاب "شناخت مقدماتی ستارگان"، ترجمه و اقتباس توفیق حیدرزاده، صفحهٔ ۱۲). از ۸۸ صور فلکی که

امروزه شناخته شده‌اند، ۱۲ صور فلکی در منطقه البروج قرار دارند و آنرا به ۱۲ کمان مساوی ۳۰ درجه‌ای تقسیم می‌کنند (شکل ۱۱، برگرفته از کتاب *کاوش رصدخانه مراغه* نوشته دکتر پرویز ورجاوند، صفحهٔ ۴۷۸) صور مزبور عبارتند از: بره (حمل Aries)، گاو (ثور Taurus) دو پیکر (جوزا Gemini)، خرچنگ (سرطان Cancer)، شیر (اسد Leo)، دوشیزه (سنبله Virgo)، ترازو (میزان Libra)، کژدم (عقرب Scorpius). کمان (قوس Sagittarius)، بزغاله (جدی Capricornus)، آبگردان (دلو Aquarius)، و ماهی (حوت Pisces). شکل‌های ۱۰ و ۱۲ نشان می‌دهند که چگونه خورشید از نظر ساکنین زمین، در مسیر گردش خود در امتداد دایرة البروج، از این صور گذشته و هر ماه از سال را در یکی از این بروج می‌گذراند. این حرکت در زمان ابرخس یا هیپارک (۱۳۰ سال قبل از میلاد) در ابتدا بهار و از برج حمل شروع می‌شد. لیکن به علت رقص محوری زمین ترتیب مزبور بهم خورده است بطوریکه امروزه موقعیکه خورشید از اول بهار می‌گذرد در صورت فلکی حرارت واقع می‌شود و نه در حمل. تقریباً پس از گذشت ۲۴۰۰۰ سال دیگر، دو مرتبه ترتیب زمان هیپارک برقرار خواهد شد.



شکل ۱۱: صور فلکی منطقة البروج



شکل ۱۰: منطقة البروج

شکل ۱۲: گذر خورشید از صور فلکی منطقة البروج

(۳۷) مارتین بهایم Martin Behaim (۱۵۰۷ – ۱۴۳۶) جغرافیادان و منجم، آلمانی و از اهالی شهر نورنبرگ بود. ولی در جوانی به کشور پرتقال رفته و پس از اینکه خود را به عنوان یکی از شاگردان رجومونتانوس (۳۸) اختر شناس مشهور آلمانی معرفی نمود، در

دربار راه یافته و به خدمت پادشاه پرتقال در آمد. او پس از بازگشت به نورنبرگ در سال ۱۴۹۰، به ساختن یک کرهٔ ارضی پرداخت و آنرا دو سال بعد به پایان رسانید. کرهٔ مزبور از شهرت زیادی برخوردار است و اکنون در موزه ملی ژرمنی Germanisches Nationalmusum شهر نورنبرگ نگهداری می‌شود.

(۳۸) رجیومونتانوس Regiomontanus نام لاتینی است که یوهانس مولر Johannes Müller (۱۴۷۶ - ۱۴۳۶) برای خود برگزید. وی ریاضیدان و منجم چیره دست و پر کاری بود و چند کتاب دربارهٔ این علوم علم مثلثات نوشت. رجومونتانوس در سال ۱۴۷۱ اولین رصدخانه را در شهر نورنبرگ آلمان تأسیس نموده و به رصد ماه و خورشید سیارات پرداخت و موفق شد زمانهای خسوف و کسوف را تعیین نماید.

(۳۹) نام واقعی ساکروبوسکو Sacrobosco جان، اهل هالیوود John of Holywood بود. وی به پیروی از رسم دانشمندان عصر خود، لقب هالیوود را به لاتین ترجمه کرد و از آن پس به نام ساکروبوسکو (بیشهٔ مقدس) شهرت یافت. ساکروبوسکو در اواخر قرن دوازدهم میلادی به دنیا آمد و در سال ۱۲۳۶ وفات یافت. محل تولد او هنوز مورد بحث است، گاه او را از اهالی اسکاتلند و گاه انگلستان یا ایرلند می‌دانند. ساکروبوسکو در سال ۱۲۲۱ وارد دانشگاه پاریس شده و اولین کتاب دانشگاهی دربارهٔ حساب اعشاری را به نام Algorismus vulgaris نوشت. این کتاب مورد توجه بسیار قرار گرفته و ترویج فراوان یافت. او در کتاب خود متذکر شد که علم شمارش اعشاری را عالمی به نام آلگوس Algos (که همان الخوارزمی باشد) مفصلاً شرح داده است و به همین جهت این علم را آلگوریسموس می‌نامند. از آنجا که ساکروبوسکو به گفته خود، اعداد اعشاری را به تقلید از اعراب از راست به چپ می‌نوشت، اصطلاح نادرست اعداد عربی (Arabic numbers) از آن زمان در اروپا معمول شد.

(۴۰) پس از مرگ افلاطون در سال ۳۴۷ پیش از میلاد، جانشینانش راه او را ادامه داده و مدتها مکتب و مدرسهٔ او را بر پا نگاهداشتند. آخرین جانشین او شخص بود به نام کراتس Crates که در سال ۲۷۰ قبل از میلاد مقام او را به عهده گرفت. با مرگ کراتس، دوران قدیم آکادمی افلاطون به پایان رسید.

(۴۰) استرابون Strabon (۲۰ پس از میلاد - ۶۳ پیش از میلاد) جغرافیدان و سیاح یونانی است که سفرهائی بسیاری در سرزمین‌های امپراتوری رم انجام داد. از وی کتابی

به نام "جغرافیا" Geographica در هفده باید بجای مانده است که دارای اطلاعاتی جالبی دربارهٔ دنیای آن زمان می‌باشد.

(۴۲) "جزایر سعید" که به یونانی آنها را Elysion، و به لاتین Elysium (سرزمین آمرزیدگان در دنیای مردگان) می‌نامند، بنا بر استاطیر یونان باستان سرزمینی افسانه‌ای و بهشت مانند با بهاری ابدی بودند، که در مرز غربی زمین قرار داشتند. به این سرزمین افسانه‌ای فقط انسان‌های برگزیده مانند قهرمانان و عادلان و پرهیزکاران راه میافتند تا بتوانند در آنجا در نهایت خوشبختی از یک زندگانی جاودانی بهره‌مند شوند. سرزمین مزبور به مرور زمان به "جزایر آمرزیدگان" The Ilses of the Blessed شهرت یافته و مردمان را گمان بر این بود که جای آنها میباید در میان اقیانوس اطلس باشد در دوران حکمفرمائی سزارها در رم، جزایر قناری در نزدیکی اسپانیا، Fortunatae insulae یعنی جزایر سعید نامیده می‌شدند. در ادبیات فارسی اصطلاح خالدات را به معنای جزایر سعید بکار می‌برند. در کتاب *تاریخ نوروز و گاهشماری ایران* نوشتهٔ عبدالعظیم رضایی، از انتشارات در، چاپ اول، تهران، ۱۳۷۹، صفحهٔ ۱۶۲، تحت عنوان "رصدخانه خالدات یا سعادت" چنین آمده است: «چنانکه نوشته شده، شش یا هفت جزیره در کرانه باختر در دریای محیط قرار دارند که به نام خالدات یا سعادت نامیده می‌شوند. فاصله این جزایر از کناره اقیانوس دو سد فرسنگ است. این جزیره‌ها را خالدات که پچواک [ترجمه، مترجم] جاودان کث [نام رصدخانه سیستان باستان، مترجم] است نامیده‌اند. برای آنکه در بیشه‌ها و باغهای آن جزایر همه گونه میوه‌های خوشمزه و شگفت آور پیدا می‌شود، بی‌آنکه کسی آنها را کاشته باشد. زمین این جزیره‌ها به جای علف، میوه می‌آورد و به جای خارگونه‌های زیاد گلهای عطر آگین، در دو جزیره به نامهای: مسفهان، و لغوش که جزو هفت جزیره است ساختمانی از سنگ تراشیده‌اند و روی ستونی باند تندیسی از برنج نصب شده است. در این جزیره‌ها جایگاه تیره‌ای از دانشمندان و خاندان اخترشناسان است، مجوس‌های نصارا از این جزیره‌ها آمده‌اند.»

(۴۳) Reichsapfel ("سیب رایش") عبارت از یک کرهٔ فلکی است که روی آن صلیب عیسی نصب شده است. این اکلیل شاهنشاهی که معادل انگلیسی آن "ارب" orb می‌باشد، همراه با تاج پادشاهی (krone) و عصای همایونی (Zepter) علامت قدرت و جلال و عدالت قیصرهای آلمان بود.

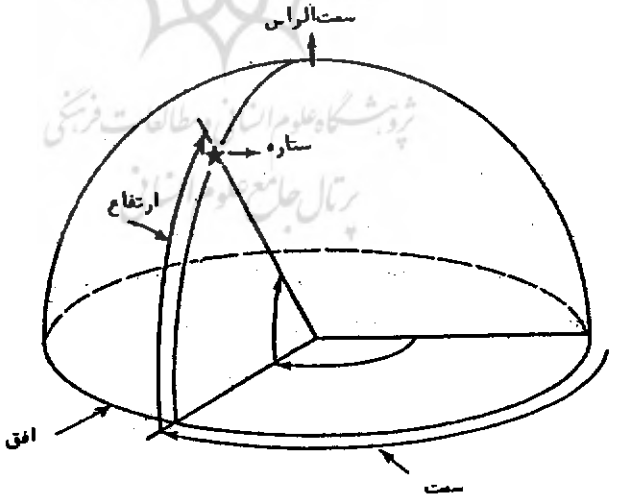
(۴۴) آلفونس دهم معروف به عاقل Alfonso el Sabio (۱۲۸۴ - ۱۲۲۱) در سال ۱۲۵۲ به پادشاهی سرزمین کاستیا Castilla (کاستیل، قشتاله) در اسپانیا رسید و در سال ۱۲۸۲ از سوی پسرش از این مقام عزل شد. وی فرمانروائی دانش دوست بود و دانشمندان را به تألیف و ترجمهٔ آثار علمی ترغیب می‌کرد. به فرمان او زیج زرقالی به اسپانیائی ترجمه و به نام "کتاب علم النجوم" Libros del saber de astronomia شهرت فراوان یافت. ابواسحق ابراهیم یحیی نقاش (۱۰۸۹-۱۰۲۹)، از مردمان کورد و با (قرطبه) Cordoba بود و از علمای بزرگ علم نجوم بشمار می‌رفت. زیج (۱۵) وی، معروف به "زیج طلیطله" (Toldeo) اکنون در کتابخانهٔ ملی پاریس نگهداری می‌شود. او آلتی به نام ربع زرقالی یا زرقله اختراع نمود که نوعی اسطرلاب بود و برای محاسبهٔ اغلب مسائل فلکی بکار می‌رفت. از اینرو وی از این پس به زرقالی مشهور شد.

(۴۵) قسطا بن لوقا بعلبکی (وفات در حدود ۹۱۳) پزشک، فیلسوف، ریاضیدان و منجم معروف در بعلبک سوریه متولد شد. وی اصلاً مسیحی بود و به زبان‌های یونانی، سریانی و عربی تسلط کامل داشت. قسطا تألیفات زیادی داشته و ترجمه‌هائی متعددی نیز از زبان عربی ارائه کرده است. از آثار ریاضی از کتاب "المدخل الی الهندسه" و ترجمه "صناعت الجبر" اثر ذیوفنطس اسکندرانی (دیوفانتوس Diophantos، ریاضیدان یونانی اسنکدریه در قرن سوم پس از میلاد) می‌باشند.

(۴۶) اسطرلاب (astrolabe) که به فارسی آنرا ستاره یاب نیز می‌نامند، یکی از کهن‌ترین ابزار و آلات رصدی است که منجمین قدیم از آن برای تعیین مختصه‌های نجومی ماه و خورشید و ستارگان استفاده می‌کرده‌اند. از این گذشته، می‌توان به کمک آن، محاسبات دیگری مانند تعیین مدت زمان گذشته از روز یا شب را انجام داد. (برای اطلاعات بیشتر دربارهٔ اسطرلاب رجوع کنید به کتابهای *کاوش رصدخانه مراغه* نوشته دکتر پرویز ورجاوند، از انتشارات امیر کبیر، چاپ اول، تهران، ۱۳۶۶ و "ابزار و آلات رصدخانه مراغه" ترجمه و تألیف سرفراز غزنی، از انتشارات سازمان فرهنگی کشور، چاپ اول، تهران، ۱۳۷۶ و همچنین به مقالهٔ "اسطرلاب" نوشتهٔ هبة الله ذوالفنون، ترجمهٔ منصور نجومی، در فصلنامهٔ علمی - پژوهشی فرهنگ، شمارهٔ ویژه تاریخ علم، سال نهم، شمارهٔ چهارم - سال دهم، شمارهٔ اول، ۷۶-۱۳۷۵، از انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، صفحات ۱۰۹-۹۵)

(۴۷) جفری شوسر Geoffrey Chaucer (۱۴۰۰ - ۱۳۴۲) در کنار ویلیام شکسپیر William Shakespeare (۱۶۱۶ - ۱۵۶۴) یکی از بزرگترین شاعران انگلیس بشمار می‌رود. دو اثر مشهور او یعنی "افسانه‌های کانتربری " "Counterbury Tales و کتاب Book of Duchesse وی را در ردیف شعرای بزرگ جهان قرار داده‌اند.

(۴۸) موقعیت یک ستاره برای ناظری در یک نقطهٔ معین روی زمین، به وسیلهٔ دو زاویه مشخص می‌شود. این دو زاویه عبارتند از سمت (azimuth) و ارتفاع (altitude) ستاره. منظور از ارتفاع ستاره زاویه‌ای که شعاع بصری با صفحهٔ افق تشکیل می‌دهد. این زاویه از افق (از صفر درجه) به طرف سمت الرأس (تا ۹۰ درجه) تغییر کرده، و بر حسب اینکه ستاره در بالا یا پائین افق باشد، مثبت یا منفی حساب می‌شود (شکل ۱۳، برگرفته از کتاب *شناخت مقدماتی ستارگان*، ترجمه و اقتباس توفیق حیدرزاده، صفحهٔ ۱۶). برای تعیین ارتفاع یک ستاره از زاویه یاب (quadrant) استفاده می‌کنند.



شکل ۱۳: سمت و ارتفاع ستاره

(۴۹) در ارتباط با جمال الدین و رصدخانهٔ چین، در کتاب *کاوش رصدخانه مراغه* نوشته دکتر پرویز ورجاوند، صفحهٔ ۳۸۸، به نقل از مجلهٔ فضا، تیرماه ۱۳۵۴، تحت عنوان "ساختن رصدخانه چین بر اساس رصدخانه مراغه" چنین آمده است: «چنانکه در بحث مربوط به جنبه‌های پژوهشی و آموزشی مجموعه علمی رصدخانه مراغه بیان داشتیم، گذشته از تعدادی دانشجویان چینی که برای آموختن علم نجوم به این مرکز علمی [رصدخانه مراغه، مترجم] آمده بودند، یکی از منجمان و دانشمندان معتبر چینی نیز به نام "فومن جی" برای مطالعه در طرز کار منجمین مراغه به آن شهر آمده بود. او پس از مدتها کار و مطالعه در آن بنیاد علمی و گفتگو با دانشمندان معروف آن مرکز، در سال ۶۶۵ هجری [۱۲۶۷ میلادی، مترجم] با "جمال الدین بخاری" از دانشمندان ایرانی به چین باز می‌گردد. او نقشه‌ها و یادداشت‌های بسیاری درباره دستگاه‌ها و واحدهای نجومی رصدخانه مراغه تهیه و با خود به چین می‌برد و نزد "قوبلای قاآن" امپرطور مغول و برادر هلاکو می‌رسد. به فرمان قوبلای منجم چینی دیگری به نام "گو - شو - سین" بر اساس آن مدارک و اطلاعات و راهنمائی‌های "فومن جی" و جمال الدین بخاری، در سال ۶۷۸ هجری [۱۲۷۹ میلادی، مترجم] بکار ساختن آلات رصدی، رصدخانه چین می‌پردازد. در حال حاضر نمونه چند آلت آن در رصدخانه شانگهای موجود است.» در صفحهٔ ۳۸۹ همین کتاب عکسی نیز با زیرنویس "تصویری از رصدخانه پکن در چین که بر اساس الگوی رصدخانه مراغه توسط جمال الدین بخاری طرح ریزی و بر پا گردیده است" آورده شده است. همچنین در کتاب "ابزار و آلات رصدخانه مراغه"، ترجمه و تألیف سرفراز غزنی، صفحهٔ ۵۳، آمده است:

«جمال الدین ابن زید بخاری با فومن جی که از چین برای دیدن طرز کار رصدخانه آمده بود همکاری می‌کرد. جمال الدین همان کسی است که بعدها در ساختن رصدخانهٔ شانگهای در سال ۵۷۸ مشارکت داشته و به "جمال دینک" معروف شده بود که اکنون به همین ترتیب نامش در رصدخانهٔ شانگهای ثبت شده است.»

(۵۰) کار رصدخانه مراغه از سال ۶۳۸ شمسی (۱۲۵۹) میلادی) به طور رسمی آغاز شد. دستیاران و همکاران اصلی خواجه نصیرالدین طوسی که گردانیدن این مرکز

عظیم علمی را بر عهده داشتند، آنطورکه در منابع مختلف آمده است، عبارت بودند از: مؤیدالدین ابن برمک بن مبارک عرضی دمشقی، فخرالدین اخلاطی تفلیسی، فخرالدین لقمان بن عبدا لله مراغه‌ای موصلی، نجم الدین دبیران قزوینی، نجم الدین کاتب بغدادی، محی الدین مغربی کمالی، قطب الدین شیرازی، شیخ کمال الدین ایجی، سید رکن الدین استرآبادی، ابوشکر مغربی، تقی الدین حشیشی، صدرالدین ناصر طوسی، محمود دامغانی اسطرلابی، حسام الدین شامی، عیسی مغولی، ابن الفوطی، شمس الدین شروانی، ابن الفوطی کمال الدین عبدالرزاق شیبانی بغدادی و یک صنعتگر از اهالی ارمنستان به نام گریگور و یک دانشمند چینی مرسوم به فو - من - جی. خواجه نصیرالدین طوسی در مقدمهٔ "زیج ایلخانی" خود از چهار تن از دانشمندان نام می‌برد که او را در ادارهٔ این مرکز علمی یاری می‌داده‌اند. این چهار نفر عبارتند از: مؤیدلاین عرضی دمشقی، فخرالدین مراغه‌ای موصلی، نجم الدین دبیران قزوینی و فخرالدین اخلاطی تفلیسی.

(۵۱) فخرالدین مراغه‌ای موصلی (۱۲۶۸ - ۱۱۸۴) در چندین علم و به ویژه در هندسه و رصد تخصص کامل داشت. در کتاب "کاوش رصدخانه مراغه" نوشته دکتر پرویز ورجاوند، صفحهٔ ۳۷۴، دربارهٔ او چنین آمده است:«فخرالدین مراغی مهندس رصدی، ابن فوطی درباره وی می‌گوید: او در علم وصول و هندسه و رصد ماهر بود بسیاری از کتاب‌های ریاضی را به خط خود نوشت. او در کارهای ساختمانی نیز دست داشت.» خواجه نصیرالدین، هلاکوخان را بر آن داشت تا به جلب هر چه بیشتر دانشمندان به مرکز علمی بپردازد و موفق شد فخرالدین راکه در اصل از اعیان زاده‌های مراغه بود، به شهرهای اربل، موصل، الجزیره و شام اعزام دارد تا دانشمندانی راکه در حادثهٔ حمله مغول به آن سامان پناه برده بودند، به بازگشت به ایران و همکاری در رصدخانهٔ مراغه تشویق کند. گفته می‌شودکه فخرالدین این مأموریت را به بهترین وجهی انجام داده و در حدود پانصد خانوار راکه مدت چهل سال بود از ایران مهاجرت کرده بودند به وطن خود بازگردانید (نگاه کنید به کتاب *سرگذشت و عقائد فلسفی خواجه نصیرالدین طوسی* نوشتهٔ محمد مدرسی (زنجانی)، از انتشارات امیر کبیر، تهران، ۱۳۶۳، صفحهٔ ۸۴).

(۵۲) نویسنده از شخصی به اسم فخرالدین الخلاطی نام می‌برد ولی در صنایع

فارسی همواره سخن از فردی است به نام فخرالدین اخلاطی. فقط در کتاب "احوال و آثار خواجه نصیرالدین طوسی،" تألیف محمد تقی مدرس رضوی، از انتشارات اساطیر، چاپ دوم، تهران، ۱۳۷، صفحهٔ ۲۳۰،زیر نام الخلاطی چنین آمده: «از دستیاران خواجه در رصد مراغه است. ابن الفوطی شرح حال و نامش را بدین گونه آورده است: فخرالدین ابوالفضل عبدالعزیز بن عبدالجبار بن عمرالخلاطی حکیم و طبیب، یکی از دانشمندانی است که در ایام پادشاهی هلاکو در سال ۶۵۷ در مراغه برای بستن رصد جمع شدند. و رئیس ایشان مولانانصیرالدین بود...»

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

راهنمای الفبای چینی برای تعیین و تشخیص ترانگارش‌ها

(a) 元史 (b) 西域儀象 (c) 元世祖 (d) 札馬魯丁 (e) 儀象 (f) 咱禿哈剌 (剌)吉 (g) 混天儀 (h) 咱禿朔八台 (i) 測驗周天星曜之器 (j) 魯哈麻亦渺凹只 (k) 春秋分晷 (l) 魯哈麻亦木思塔餘 (m) 冬夏至晷 (n) 苦來亦撒麻 (o) 渾天圖 (p) 丸斜 (q) 苦來亦阿兒子 (r) 地理志 (s) 兀速都兒剌 (剌) (t) 混天儀 (u) 球 (v) 圖 (w) 洛下閎 (x) 蓋天 (y) 王蕃 (z) 郭守敬 (aa) 兒 (ab) 驗 (ac) 朔 (ad) 周天星曜 (ae) 晷 (af) 春秋分 (ag) 冬夏至 (ah) 志 (ai) 明 (aj) 萬 (ak) 塔 (al) 搭

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی