مجلة المجمع العلمي العراقي

المجلد التاسع عشر

(١٣٩٠ هـ — ١٩٧٠ م)

مطبعة المجمع العلمي العراقي

١٣٩٠ هـ — ١٩٧٠ م

الاصطرلاب

طُرُق وأساليب رَسْمِهِ وَصَنعَتِهِ

الدكتور ابراهيم شوكة

المقدّمة

إن ما حدى بي الى كتابة هذا البحث امور عدة اولها أنـ اكثر من استعمل الاصطرلاب او كان يعلم بطريقة صنعه قد انتقل الى رحمته تعالى ودفن معه علم غزير عن الاصطرلاب ، وثانيها ان اكثر الموقتين في المساجد قـد تركوا استعمال الاصطرلاب في تحديد اوقاة الصلاة او الامساك او الاعياد واكتفوا بما ينشر من امساكيات وحوليات وغيرها او أن يستعملوا بسائط المزاول بانواعها .

والامر الثالث هو أن اكثر الـكتب التي ألفت كانت عن العمل بالاصطرلاب ويندر بينها من بحث طرق تصوير ما جاء فيه من اشكال ورسوم وتفسير معناها الرياضي وما تستند اليه من هندسة ورياضة مثلثات كروية . وان وجـد بحث ذلك في بعض الـكتب فتجد اجزاء مقتضبة او أن اكثر الرموز لا تنطبق على الرسوم فهي اشبه بالطلاسم والاحاجي يصعب فك طلسمها على الناس .

ورابع الامر هو أن جل صناع الآلة قد انقرض على علمنا ومن العسير أن تجد صانعاً حاذقاً ينقش على النحاس الخطوط والرسوم لا بل لا ابالغ ان قلت انك لا تجد احداً ابداً وان وجد فلا يقدر أن يضاهي عشر معشار ما جاء من صنعة تجلت بالاصطرلابات القديمة ولو صادف وكان العسير من وجود احـــد فهو ربما يكون نقاشاً لا عارفاً بما يصنع .

وخامس الامور اظهار عبقرية العرب العلميـــة في جزء من المعارف الفلكية والرياضية ووضع الامور في نصابها من حيث وجود الاصطرلاب في سلسلة التاريخ ووضعه بالنسبة للثقافة العالمية وابراز اصالة الفكر العربي الذي تحكم بالصنعة وما تنطوي عليه من علم ومعرفة . والذي قمت به في هذا البحث لا تاريخ الاصطرلاب ولا البحث عن الكتب التي ألفت وغير ذلك الاهم الا في المقدمة بل هو توضيح رسوم الاصطرلاب علمياً وبطرق هندسية مبسطة خالية من رموز وارقام رياضة المثلثات الكروية ليتسنى لابناء الامـــة العربية بأن يصنع من شاء منهم هـذه الآلة ويهتدي بكتب العمل به لاستعماله واكتناه اسراره الدفينة إذ أن الاصطرلاب رغم وجوده في المتاحف حسب إلا انه لم يفقد شيئاً من اهميته العلمية كآلة لقياس مسائل تعد بالمئات في الرياضة وفي الفلك حتى هذه اللحظة . إذ أنه يقوم مقام اكثر من اربع آلات حديثة تستخدم في القياسات كالسكستانت والاقل والالتوميتر والثيودولايت المعقدة وغيرها وبالاضافة يقوم الاصطرلاب بامور تعجز عن القيام بها هذه الآلات الحديثة ، فالاصطرلاب رأساً يستخرج بواسطته الظل والظل تمام والجيب والجيب تمام وغيرها مباشرة وبقراءة ما سطر على صفحاته من جواب بينما اليوم تبحث في الجداول الرياضية وجـــداول اللوغرتمات كي تجد ما تطلب ويدعو الامر الى استعمال القلم والقرطاس بينما لا يتطلب ذلك إلا قراءة الاجابة على الاصطرلاب مباشرة وبدون اللجوء الى هذه الجداول .

وقد استخدم الاصطرلاب في الملاحة وشق عباب البحار سواءاً كان ذلك ايام العرب او من بعد أن اتخذته اوروبا واستعمل في رحلات المكتشفين منهم في سياحاتهم وتجوالهم وقـد تسرب علم الاصطرلاب وكيفية صناعته من الاندلس الى اوروبا فترجمت الكتب الى اللاتينية لغة الثقافة آنذاك ثم الى اللغات الاوروبية الحية مؤخراً .

ولابد قبل البحث عن الرسوم واسسها واساليب رسمها من مقدمة اشرح بها تاريخ

هذه الآلة الشريفة واستعمالها واختراعها والتعريف بانواعها وميزات كل نوع منها وكذلك وصفها عامة ثم التفصيل باجزائها فيما بعـــد وهو موضوع البحث الاصيل والهدف الذي ارميه .

واني لاتوسل الى الباري عز وجل ان يقيض للعرب من ابنائهم من يبني على هـذه اللبنات صرحاً لفخارهم العلمي والذي هو من حقهم بالنسبة الى تراث العالم .

الاصطرلاب كلمة معربة عن اليونانية (استر لابيوم [1]) وقد قالت العرب عن معناها إنها تعني (ميزان الشمس) بينما المعنى (مقياس للنجوم) ، وقد قال بعضهم أن اصلها فارسي اخذ من (ستاره ياب) ولهذا ذهب في التسمية حمزة الاصفهاني[2] وقال آخرون إنه اسم الآلة بالفهلوية (جام جهان نما) . ومهما كان الامر فان أصل الكلمة غير عربي . ويلفظ الاسم تارة بالصاد واخرى بالسين وكلاهما صحيح . ولحاجي خليفة في الاسم هذا قصة طريفة يوردها في كشف الظنون عن اصل تسمية الاصطرلاب فيقول : ـ « وقيل إن الاوائل كانوا يتخذون كرة على مثال الفلك ويرسمون عليها الدوائر ويقسمون بها النهار والليل ويصححون بها الطالع الى زمن ادريس عليه السلام وكان لادريس ابن يسمى (لاب) وله معرفة في الهيئة فبسط الكرة واتخذ هذه الآلة فوصلت الى ابيه فتأملها وقال من سطّرد هذا ؟ فقيل (سطّر لاب) فوقع عليه هذا الاسم » [3] .

وفي مصادر عربية اخرى أن لادريس ابن اسمه (لاب) كان يعبث بالتراب دائماً فرأى ابوه ذات ما يرسم في التراب من دوائر وخطوط متقاطعة فسأل اخاه (من سطر هذا) فاجاب الاخ (سطره لاب) فسميت الآلة على هذا الاسم بالاصطرلاب ، وهذا لا يختلف عما جاء في كشف الظنون كثيراً .

وقد نعتت العرب هذه الآلة بالآلة الشريفة مما يدل على تقديرهم العلم ووسائل البحث العلمي ولخدمتها في حل مئات المسائل الفلكية والرياضية في المثلثات عامـــة والمثلثات الكروية خاصة من جيوب (جا) وجيوب تمام (جتا) وظلال (ظا) وظلال تمام (ظتا) وقواطع (قا) وقواطع تمام (قتا) ... الخ ولما تمثله من عمليات رياضية وهندسية تحكمت في رسم الخطوط التي حفرت على سطحها والتي تمثل مختلف الاستعمالات[4] الرياضية .

وقد سمت العرب هذه الآلة ـ وهذا على الغلة ـ باسم (وضع الكرة) ويقصدون من وراء ذلك مرتسم الكرة الارضية على مسطح او بعبارة اخرى نشر الجسم الكرى على لوح منبسط على ان يكون مصدر الاشعاع في جهة معينة على سطح الارض اي في الجهة التي تقابل العرض الجغرافي المراد وضعه على اللوح ورسم خطوط عرضه وخطوط طوله وهذا ما يسمى بالمرتسم (الاستيريوغرافي) وسنفصل ذلك في موضعه .

وليس هنالك من آلة في الوجود صغيرة الحجم سهلة الحمل كالاسطرلاب وتقوم بعمليات فلكية ورياضية تتجاوز الثلاثمائة مسألة تلك لغزها وتحل مشكلها دون اللجوء الى القلم والقرطاس إلا ما قل من الاحوال ومن المسائل هذه نذكر بعض نماذج على سبيل المثال لا الحصر فهي تقيس الارتفاعات المجهولة القياس والمسافات واعماق الآبار ، وارتفاع النجوم وسائر الكواكب السيارة منها والثابتة وتقيس لك الزمن ، وتحدد اوقات الصلاة بالساعات والدقائق من زوال وعصر وظهر وشفق ، ومعرفة قوس الليل ، وساعات النهار والليل ، ومعرفة الجيوب والجيوب التمام ، والظل والقاطع وتمامها ، ومطالع البروج كلها في اي بلد شئت وكذا حساب الشهور والتواريخ ... الخ . ومن يراجع فهرست كتاب العمل[5] بالاصطرلاب لعبدالرحمن بن عمر الصوفي يجد ٣٨٦ باباً اكثرها يخص مسألة من المسائل يفك الاصطرلاب مجهولها وقسم يخص امتحان اجزاء الآلة وايجاد اخطائها ان وجدت .

ولم تتطور هذه الآلة وتصل تلك الدرجة من الفائدة والتعقيد في الاستعمال إلا على يد العرب إذ أن الاصل اليوناني كان آلة بسيطة بدائية يقاس بها[6] ارتفاع النجوم حسب ، او كرة قد وضع عليها منطقة البروج ممثلة برسوم ترمز الى الابراج الاثنى عشر مع حزام يمثل منطقة البروج وميلها على خط الاستواء السماوي مقدار عشرين درجة ونصف تقريباً . ومهما كان الامر فإن الاصطرلاب العربي مدار البحث هذا هو غير الآلة اليونانية ولو أن الاسم العربي قد اخذ عن اليونان .

يستند الاصطرلاب على الاعمال الرياضية في المثلثات الكروية وأن العلم هـــذا لم ير

الوجود ولم يتطور ويتقدم إلا على يد العرب انفسهم مما يدل على ان الآلات التي بين ايدينا هي عربية اصيلة ومن نتاج الفكر العربي وليست مأخوذة عن اناس غير عرب . وقد صنعت هذه الآلات في مختلف البقاع الاسلامية وحذق في صناعتها (لا وضعها العلمي) ابناء فارس في العصور المتأخرة واصبحت تمثل بما ادخلوه على الآلة من زينة و نقوش ناحية فنية (لا علمية) من نواحي الثقافة الفارسية الفنية . فالعلم في الاصل للعرب والنقش المعقد والحفر والصنعة للفرس . وهذا لا يعني أن يكون من الفرس من وضع اسس رسوم الاصطرلاب بالحساب والرياضيات تقليداً لا ابداعاً مستندين على ما ابدعه العرب إلا أن ذلك جاء متأخراً ايضاً بالنسبة الى تاريخ حياة هذه الآلة .

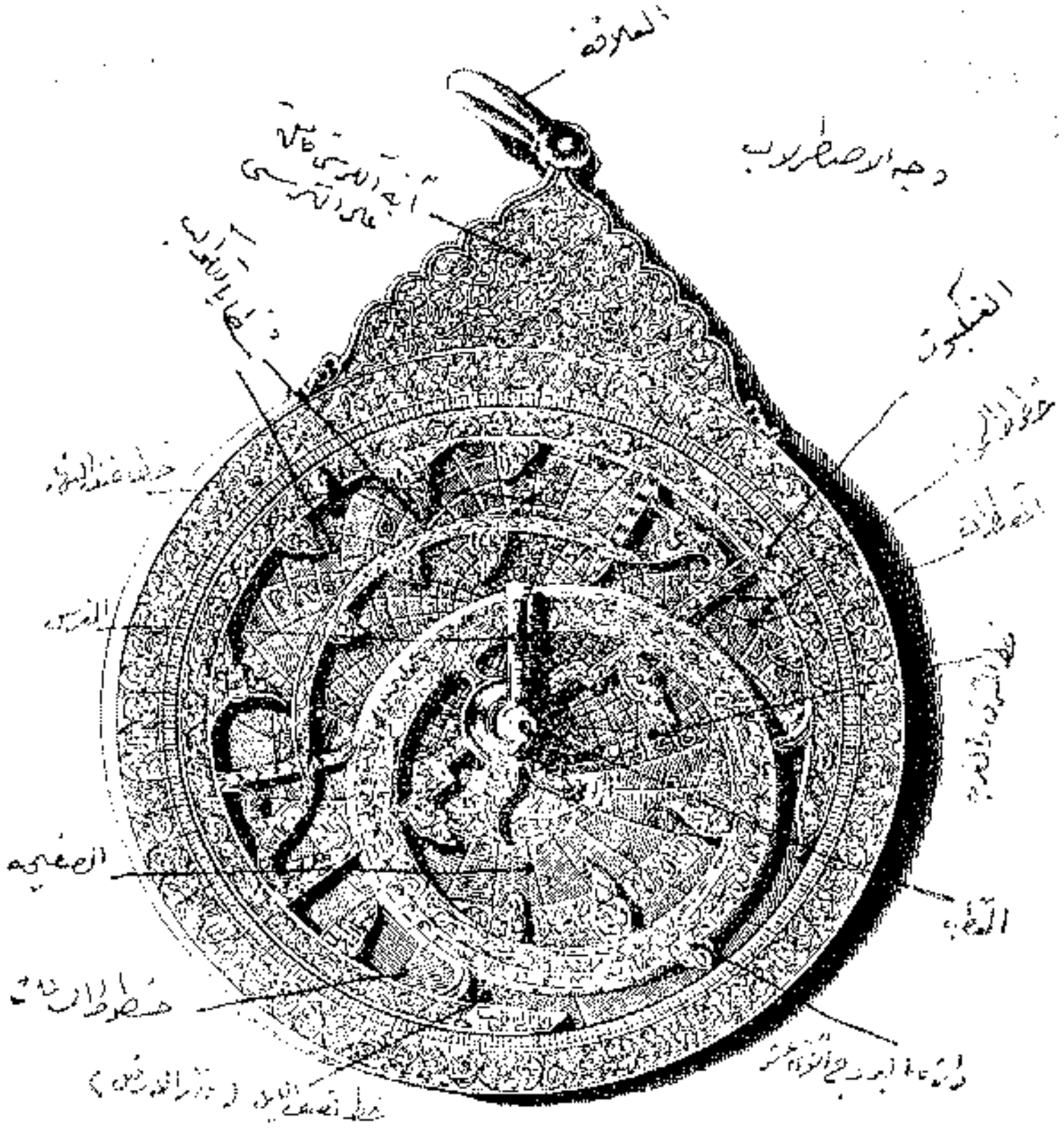
وقد انتقلت هذه الآلة الى اوروبا واتخذها الغرب فاستعملوها في الملاحة البحرية اكثر من اي استعمال آخر ودخلت اوروبا عن جسر الاندلس وافريقية . وترجمت كتب الاصطرلاب الى اللاتينية اولاً ثم الى اللغات الحديثة فيما بعد واكثر ما ترجم من الكتب كان في كيفية العمل بالاصطرلاب اكثر من البحث عن صنعه واسس وضعه ورسومه العلمية .

ان اول من ابتكر عمل الاصطرلاب عند العرب هو ابراهيم بن حبيب الفزاري وذلك على عهد ابي جعفر المنصور (٧٢٢ م) لقد جاء في اخبار الحكماء [وله كتاب العمل بالاصطرلابات ذوات الحلق وكتاب العمل بالاصطرلاب[٧] المسطح] ويذكر القفطي ايضاً انه اخذ عنه كل الاسلاميين سواءاً كان ذلك في عمل الاصطرلاب او وضعه على اساس تسطيح الكرة .

ومن اوائل من عمل الاصطرلاب علمياً ايضاً ما شاء الله [٨] وكذلك وضع له كتاباً للعمل به وهو غير صنعه الذي جاء في كتاب آخر له . ولقد عاش ما شاء الله في زمن المنصور وعاصر الفزاري وادرك المأمون ويظهر من مادة كتابه عن الاصطرلاب انه وضع متأخراً عن زمن المنصور وذلك لان عدد النجوم الثوابت فيه تبلغ تسعاً واربعين نجمة وهذا اكثر بكثير مما يوضع عادةً على الاصطرلاب ومعنى هذا ان الاصطرلاب قد تطور تطوراً كبيراً من بعد زمن الخليفة المنصور وفي عهد المأمون . والراجح ان اصطرلابات ابراهيم

الفزاري كانت بدائية وبسيطة اكثر مما جاء عند ما شاء الله .

ولقد اجمع مؤرخو العلم عند العرب بأن اول من صنع الاصطرلاب وسطح الكرة من العرب هو ابراهيم بن حبيب الفزاري من اولاد سمرة بن جندب .



لوحة ترى وجه الاصطرلاب وما عليه من رسوم
قد فصلت في موضع آخر كاملة

ويذكرون ايضاً أن بطليموس [هو ممن عمل الاصطرلاب الكرىّ] وهذا هو غير الاصطرلاب الذي نعرفه والذي نبحث عنه هنا إذ ليست له علاقة به ولا بأي شكل من الاشكال[٩] غير الاشتراك في الاسم فقط . ولست ادري لماذا لا يكون ابراهيم بن حبيب (راجع النزاع حول اسمه في الهامش) هو اول من سطح الكرة وصنع الاصطرلاب على ابسط صورة وبذا يكون مخترعه ولست ادري اي علم يقضي بحصر العبقرية باليونان او غيرهم من الامم وقد برهنت العرب على عبقريتها في علم الفلك وعلم الرياضيات وعلى الاخص بالمثلثات الكروية وعلم الجبر وان بلادهم انجبت من اوجد الزاوية والدرجة واوجد تقاسيم الليل والنهار الى ساعات وقسم الساعات الى اجزاء وقسم الدائرة الى درجات وعرف الدرجة وقسمها وقام بالارصاد الفلكية حتى انه عبد الكواكب واقام بها البيوت والسدنة وذلك على عهد البابليين والآشوريين والكلدانيين[١٠] وقد اودعوا جزءاً كبيراً من علمهم اللغة السريانية نقل عنها العرب الشيء الكثير مباشرة . لا بل تسرب علمهم عن طريق الحرانيين من شمال الجزيرة وشرقي البحر المتوسط الى اليونان وغيرهم من الاقوام فحفظ هناك ودب فيه الفناء تدريجاً هنا وقبر . ليس هذا حسب بل أن جزءاً كبيراً من تراثهم المنقول الى السريانية ترجم الى العربية وعزى الى اليونان وذلك عندما انتشرت بدعة الاقبال على علم اليونان في اوائل العصر العباسي في بغداد . وقد تمكنت البدعة هذه من نفوس العرب آنذاك لدرجة بحيث يؤلف العربي كتاباً من بنات فكره ويعزوه الى اليونان او اي اعجمي آخر ويدعي ترجمته فقط فيتناوله الناس قراءة وحفظاً وجدلاً وما فصة الجاحظ بخافية على احد[١١] .

اقدم اصطرلابات معروفة :

ان اول واقدم من صنع الاصطرلابات من العرب عاش في زمن المنصور الخليفة العباسي (٧٥٠ م ـ ٧٥٤) وبدأ تاريخه بابراهيم الفزاري وما شاء الله (كما اسلفنا سابقاً)

ولم يصل الينا من انتاج الفزاري شيء اما ما شاء الله فلدينا كتابان احـــدهما في صنع الاصطرلاب ورسومـــه وآخر في العمل به وكلا الكتابين موجود في مكتبات بريطانيا والمانيا اصلاً وترجمت الى اللاتينية ثم الانكليزية مع تعليقات الباحثين ومنه تتبين طبيعة الاصطرلاب الذي صنعه ما شاء الله وشكله والرسوم التي يحويها إلا اننا لم نجد بين الاصطرلابات التي ذكرهـا ماير في كتابه (الاصطرلابيين الاســـلاميين) اصطرلاباً لماشاء الله في عالم الوجود .

ان اقدم اصطرلاب موجود بين ايدينا هو اصطرلاب خفيف وقد صنع هذا قبل سنة ٣٠٠ هـ (لاكما ذكر هتنر في تأريخ الفن الفارسي صفحة ٢٣٣٢ من أن اقدم اصطرلاب موجود في الوجود هو ما صنعه احمد ومحمد الاصفهانيين سنة ٣٧٤ هـ ٩٨٤ م) . ان اصطرلاب احمـــد بن خلف صنع حوالي سنة ٣٢٠ هـ صنع للخليفة جعفر المكتفي بالله العباسي في السنة المذكورة وقـد ظهر ببساطته الكبيرة إذ أن فيه اربعة ألواح للصفائح كل واحـدة تحوي عرضين جغرافيين وهذه الصفائح خالية من دوائر السموت (خطوط الطول) عـــدا صفيحة واحدة . وفي الشبكة ١٧ كوكباً [١٢] فقط كلها تدل على ان الاصطرلابات كانت لا تزال في بداية دور التطور .

أما اصطرلاب خفيف[١٣] فما يستلفت الانظار ان الكتابة التي على الكرسي قد وضعت في جهته اليسرى وعليها اسم (علي بن عيسى) وقـد طمست الكتابة في القسم الايمن . ولا نستغرب ورود اسم علي بن عيسى على هذا الاصطرلاب لأن خفيفاً هذا هو احـــد غلمان علي بن عيسى ولربما كانت الكتابة المطموسة (تقرأ صنعه خفيف غلام) وللتكلة تكون (علي بن عيسى) او أن تكون (صنعه خفيف ووضعه على بن عيسى) .

ومهما كانت الحال فان خفيفاً واحمد بن خلف كانا من غلمان علي بن عيسى . واستاذهما هذا لم يصل الينا من انتاجه غير كتابه (العمل بالاصطرلاب [١٤]) ولابد وان يكون ملماً بصناعة الاصطرلاب العلمية والعملية وقد املى علمه على غلمانه (خفيف واحمد بن خلف

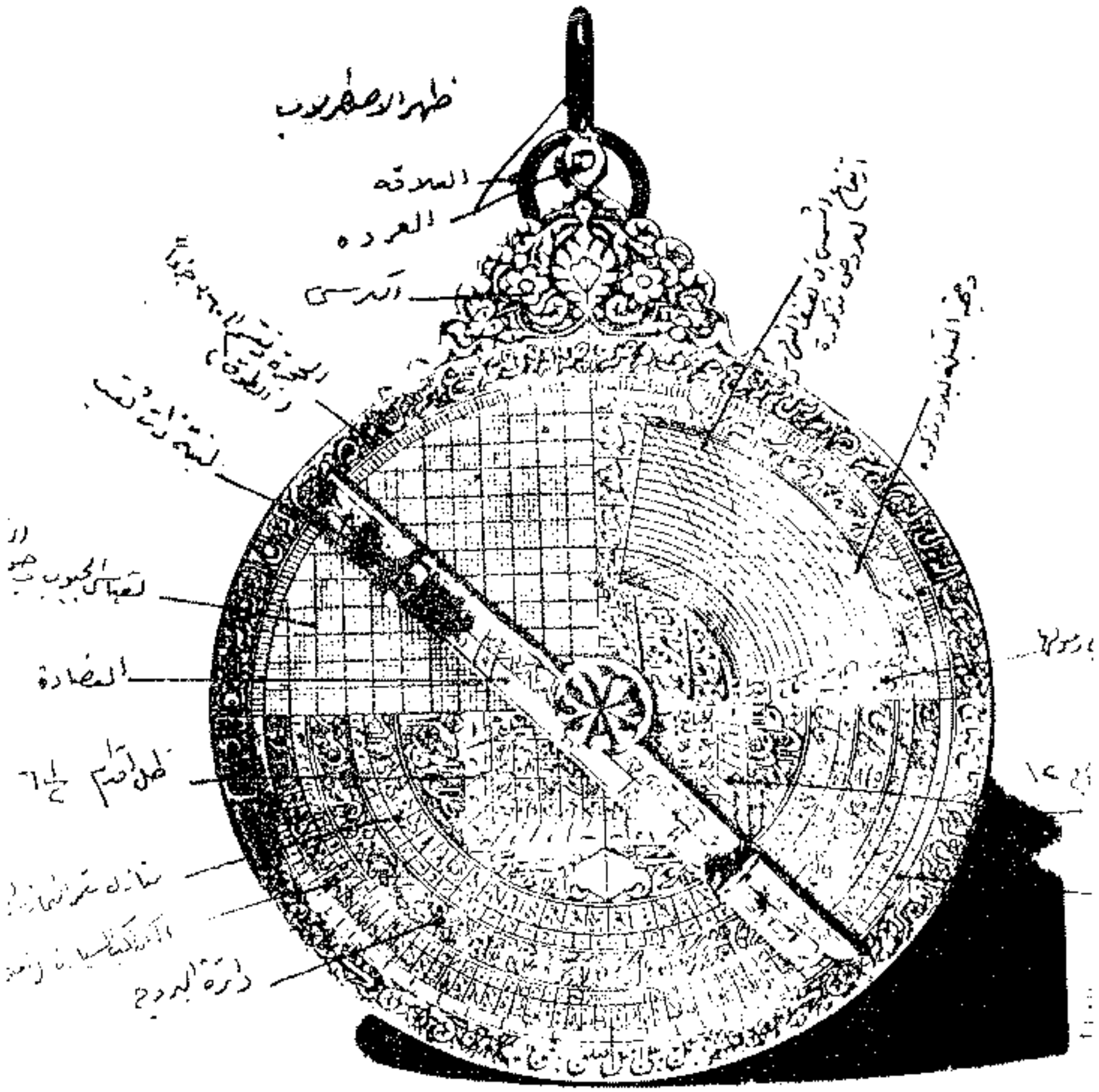
ومحمد بن خلف اخوه) وهم الذين صنعوا الاصطرلابات مستندين الى ما املاه عليهما فكانوا بمثابة الصناع الحاذقين اكثر من ان يكونوا من رياضيي العلماء بالاصطرلاب بالنسبة الى استاذهم علي بن عيسى . يظهر أن تلاميذ علي هذا ألموا بالعلم والعمل معاً وقد اورثهم هذا كي يتتلمذ اناس آخرون على ايديهم ونجد فعلاً سلسلة من الاسماء [١٥] ممن تتلمذوا على ايديهم وايدي تلاميذهم يزيد عددهم عن العشرين . ومن تتبع حياة علي بن عيسى يجد على انه كان ممن عنوا بالرياضيات الفلكية عناية فائقة واشتهر بها في عصره .

ويذكر البيروني انه كان ضمن من قاموا بقياس درجة من درجات الفلك في صحراء الموصل وذلك ضمن بعثة المأمون المعروفة لتحقيق مقدار الدرجة بالفراسخ والاميال كي يستند اليها في الحسابات الفلكية .

ويذكر ابن النديم (في الفهرست) ان المأمون طلب الى ابن خلف المروروذي ان يصنع له الاصطرلاب وان علي بن عيسى كان من غلمانه وتبع علي بن عيسى وتلاميذه عدد كبير ممن صنعوا الاصطرلاب والقليل منهم كتبوا عن العمل بالاصطرلاب إلا انه لم يصلنا من اصطرلابات ممن تتلمذوا على علي او تلامذته غير اصطرلاب خفيف واصطرلاب احمد ابن خلف [١٦] اما كتبهم فلم يصل الينا منها شيء غير كتاب شيخهم علي بن عيسى وهو كتابه [العمل بالاصطرلاب] .

نظرة في الكتب المؤلفة عن الاصطرلاب :

نقول مقدماً أنه يندر في كتب الاصطرلاب التي بين ايدينا من يرشد الى طريقة صنع الاصطرلاب ويوضح طبيعة مختلف الرسوم الموجودة فيه بالطرق الهندسية او بالطرق الحسابية كي يتمكن الصانع من عمل اصطرلاب كامل جاهز للعمل . يشذ عن ذلك كتابان اولهما وهو اقدم كتاب في الاصطرلاب لما شاء الله في [صنعة الاصطرلاب] وتوجد منه عدة نسخ في مكتبات انكلترة والمانيا مترجم من العربية الى اللاتينية [كما جاء في مقدمة كتاب شوسر عن الاصطرلاب لكاتبها سكيت]



لوحة ترى ما هو موجود على ظهر الاصطرلاب

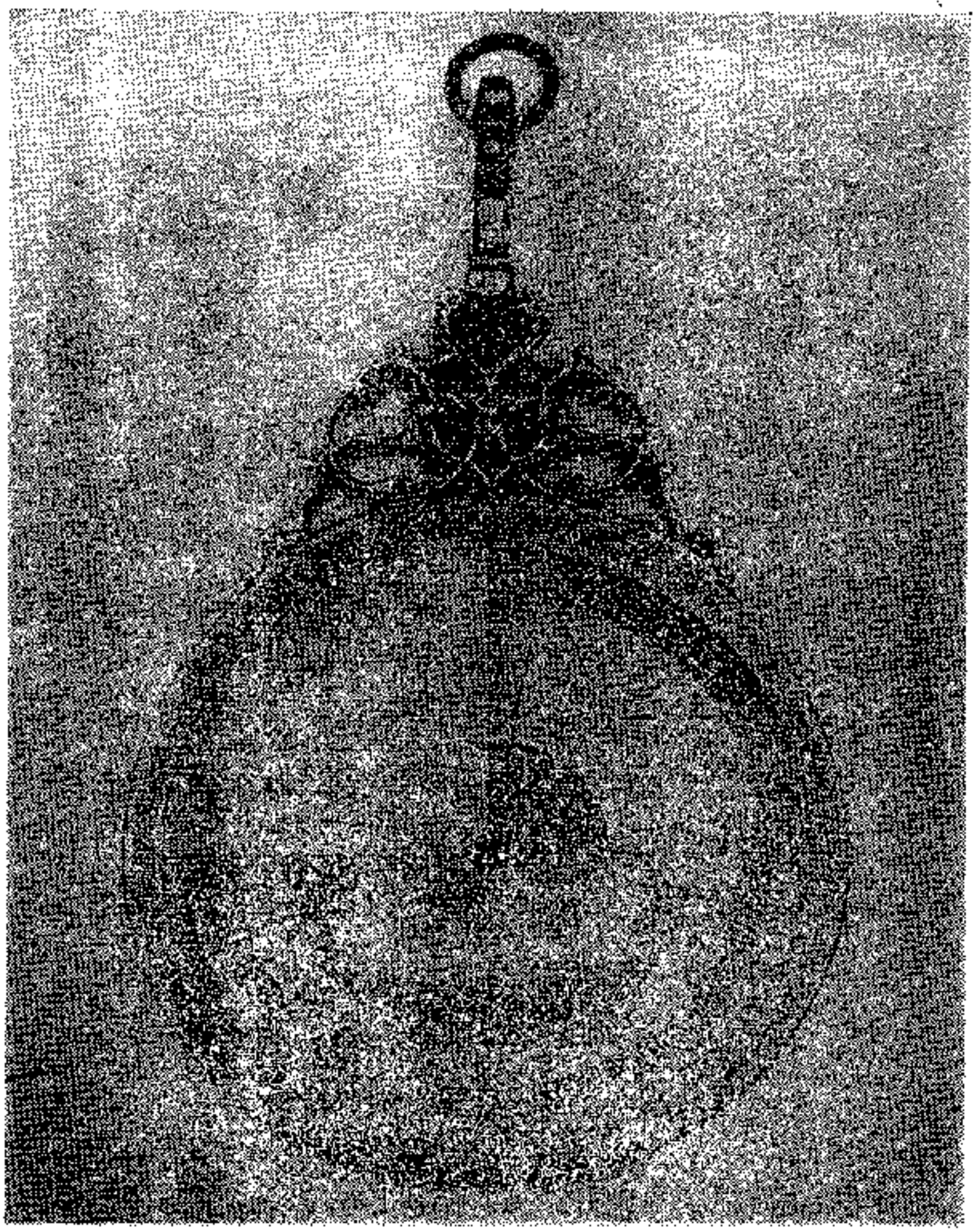
(راجع وصف الاصطرلاب)

أما الكتاب الآخر الذي يبحث عن الحسابات الفلكية اولا ثم ينتقل الى كيفية حساب وتصوير مختلف الرسوم الموجودة على الاصطرلاب هو كتاب | جامع المبادىء والغايات | لابي علي حسن المراكشي ولا زال مخطوطاً وفي مكتبة باريس القومية نسخة بديعة من الكتاب المذكور إلا ان عيب الكتاب الاقتضاب والاختصار بحيث يترك الشيء الكثير الى فطنة القارىء ومقدرته على الاستنتاج والاستنباط وقد ترجم الكتاب هذا Sedillot سيديو الى الفرنسية مع بعض الملاحظات وبدون تعليق يفسر الغامض الكثير الذي جاء في نص الكتاب . ويعتبر الكتاب هذا بمجلديه اكبر فتح علمي في عمل الحسابات الفلكية وعمليات المثلثات الكروية . ولا ينكر بأن من يتصفح الكتاب هذا يعجب ببداعة الرسم ودقته مع استعماله مقياساً للرسم وهي مسطرة مقسمة الى اجزاء متساوية يضعها اكثر الاحيان بجانب الرسم ليدرك القارىء او الباحث مقدار الوحدة الهندسية التي اتخذها مقياساً للرسم وتكاد تكون الوحدة التي يستعملها ابو الحسن مقاربة للسنتمتر المعروف .

لقد فتح ابو الحسن علي المراكشي طريقاً في العلم معبدة لمن جاء من بعده من مؤلفي العرب وغيرهم من الاعاجم الذين ترجموا الكتاب او جزءاً منه .

ويمكننا القول بأن كتاب جامع المبادىء والغايات هو الوحيد الذي يجمع بين مقدمة فلكية كاملة المعلومات وابحاثاً عن رسم الاصطرلاب بالهندسة بدون اللجوء الى حساب المثلثات الكروية إلا فيما ندر من الاحوال .

أما النوع الثاني من الكتب وهي تعد بالمئآت (قسم منها مطبوع وموجود كمخطوطات وقسم يذكر ولا وجود له ولكن المؤلفين يقتبسون منه) فهي كتب العمل بالاصطرلاب واكثرها يحمل نفس العنوان او بتحوير بسيط واكثرها يحمل عنوان | العمل بالاصطرلاب [17] |و| وكيفية العمل بالاصطرلاب | وتتميز الكتب هذه باسم المؤلف للتفريق بين هذا الاشتراك في العنوان .



لوحة تريك ما على ظهر الاسطرلاب من صور قد فصلت في موضع آخر ان الربع العلوي في اليسار يحوي الجنوب والجنوب تمام وقد رسم فوقها خطوط الساعات المعوجة من واحد الى ستة
(راجع رسم الساعات بانواعها)

وكل هذه الكتب تختلف فيما تتناوله من اعمال فلكية رياضية واوسع هذه الكتب هو [العمل بالاصطرلاب] للصوفي إذ انه يحوي بين دفتيه اكثر من ثلاثمائة وثمانين عملا رياضياً والكتاب مطبوع في الهند (حيدر آباد الدكن) متداول بين الناس . ومن اقدم الكتب المنشورة بين الناس بالعمل بالاصطرلاب بنصه العربي هو كتاب علي بن عيسى (وقد مر ذكر مؤلفه) نشر في مجلة المشرق . وقد قدم له الاب شيخو [١٨] مقدمة طيبة . ويوجد الكتاب كمخطوط عند كثير من الناس وفي هذه اختلافات لاتكاد تذكر .

وتكاد تتطابق وتتشابه كتب كيفية العمل هذه من جهة تسلسل العمليات الفلكية التي تتناولها فكلها تبدأ بالابسط وهو كيفية ايجاد زاوية ارتفاع الشمس او اي كوكب شئت ثم ايجاد العرض الجغرافي للموقع من ارتفاع الشمس او الكوكب وهكذا تتدرج الى اصعب العمليات الفلكية الاخرى .

أما النوع الثالث من الكتب فتلك التي تبحث عن جزء من الاصطرلاب كالعمل بالربع المجيب [١٩] اى ذلك الربع من الاصطرلاب الذي يختص بايجاد الجيوب والجيوب التامة لزوايا الارتفاعات وسنأتي على تفاصيل هذا الربع عند البحث عن رسومه واهميته . والنوع الآخر الذي يبحث عن اجزاء من الاصطرلاب [٢٠] نوع يختص بالظلال اى الظلال والظلال تمام لمختلف الزوايا من الارتفاع . والنوع الآخر الذي يبحث عن كيفية امتحان [٢١] صحة رسوم الاصطرلاب وعملياته الحسابية وذلك بتعليمات خاصة لامتحان كل جزء من اجزائه فان طابقت الاعمال ما على الاصطرلاب كانت رسومه صحيحة وإلا فخطأ .

هنالك الكتب التي تبحث اما في الفلك او عن خطوط الطول والعرض وفيها بحث او اكثر عن بعض اجزاء الاصطرلاب كرسائل ابن عراق مثلا او رسائل البيروني . او تلك التي تبحث في صناعة التنجيم وفيها بحث عن الاصطرلاب عام جداً (كما جاء في كتاب التفهيم لاوائل صناعة التنجيم للبيروني) وهنالك كتب في الاصطرلاب قد نظم العلم فيها شعراً وغالبها من الاراجيز ككتاب ارجوزة في الاصطرلاب لعبدالرحمن عبدالقادر الفاسي [٢٢]

وهذه الاراجيز تسهل الحفظ ومن ابرز صفات الكتب التي تبحث عن الاصطرلاب (او الاسطرلاب) عناوينها التي يلتزم فيها بالسجع وموسيقى العنوان واكثرهـا يحمل هذه العناوين او ماشا كلها (كبهجة الطلاب في علم [٢٣] الاصطرلاب) او (كبغية الطلاب في العمل [٢٤] بالاصطرلاب) او (تذكرة اولى الالباب فياستيفاء العمل بالاسطرلاب [٢٥]) او (سوانح القريحة في شرح الصفيحة [٢٦]) وهكذا . اما العديد من الكتب فتحمل عنوان رساله في الاصطرلاب فقط بدون تزويق او ماشابه (وفي بحث الاستاذ كركيس في الاسماء ما يكفي للايضاح) .

ولا بد لنا من إلقـــاء نظرة قصيرة على بعض ما يأتي من كتب الاصطرلاب في امور تستوقف الانظار . فنجد اولاً في مقدمات بعض الكتب ديباجـــة كلها سجع مملوءة بالتوريات التي تنم عن طبيعة الاصطرلاب او عمله او اجزائه (كما جاء في مقـدمة كتاب الصفيحة للعاملي) ونجد ثانياً كثيراً من الشعر في مدح الاصطرلاب ووصفه كما جاء (عند امية ابن ابي الصلت) او (المغربي الروداني) .

الآلة ورسومها :

لقد دأب كتاب العمل بالاصطرلاب على أن تبدأ كتبهم بأسماء اجزاء الاصطرلاب أولا كمقدمة وذلك لأن مصطلحات أسمائها ستتردد عند شرح الاعمال فلا بد من الاحاطة بها مقدماً . وكل الكتب تقريباً تبدأ بذكر (الكرسي) والكرسي هو الزيادة التي تكون في أعلى الاصطرلاب ومنها يعلق الاصطرلاب . وهذه الزيادة يتفنن الصناع بمظهرها فمنهم من يزركشها ويزينها فقط ومنهم من ينقش عليها اسم الصانع مع الزركشة ومنهم من يكتب عليها آية الكرسي كاملةً وبالتمام ومنهم من يكتب عليها عبارة [وسع كرســـيه السموات والأرض] فقط ومنهم من يكتب عليها اسم من صنعت له هذه الآلة من الامراء والسلاطين مع القاب التعظيم والاجلال ويذكر السنة التي صنع بها الاصطرلاب .

ويكون مظهرها إما على شكل مثلث وهو الغالب أو ما يقرب من هذا الشكل وتكون

حافاتها معرجة بتناظر أو أن تكون بسيطة الصنع .

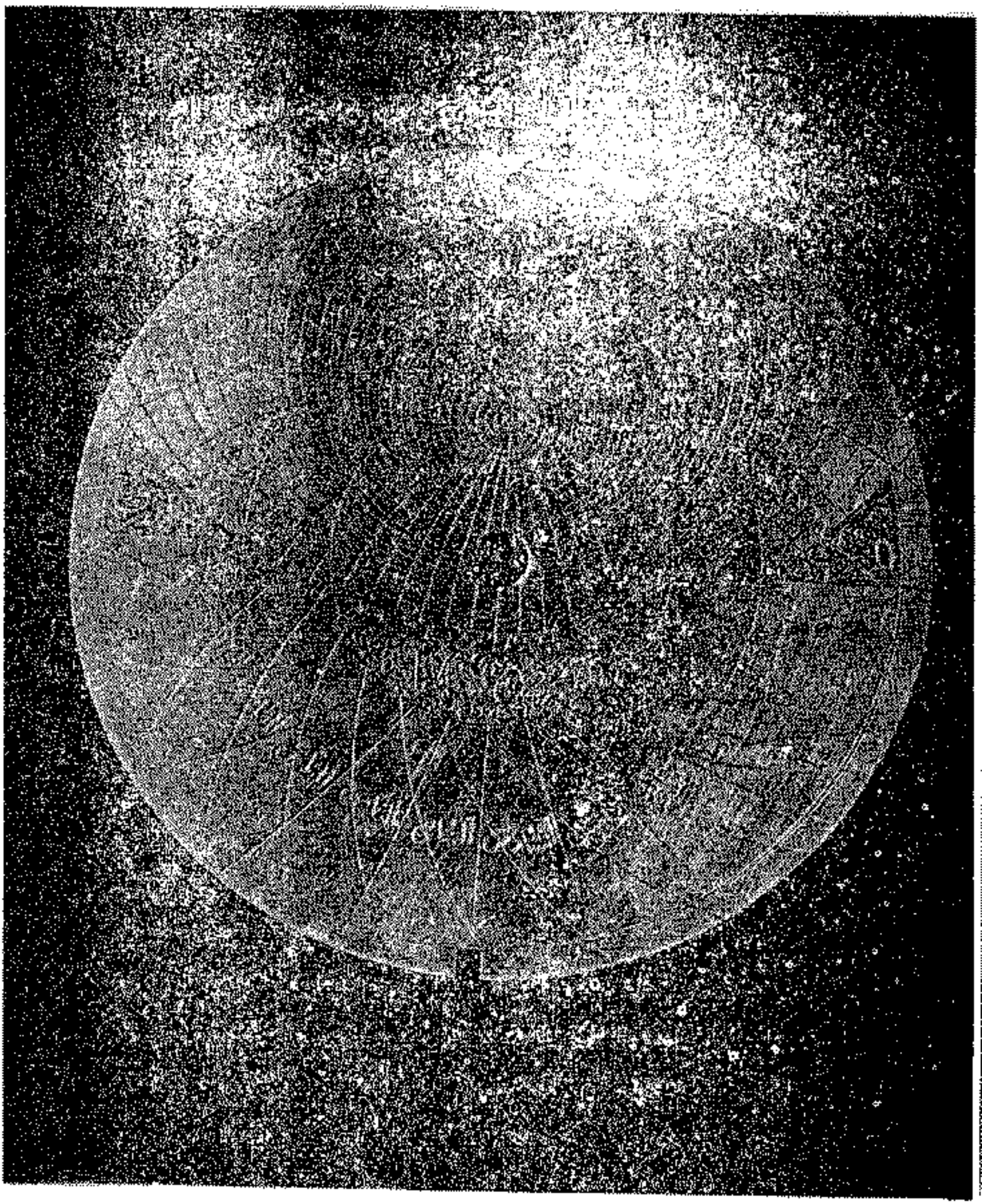
ويعلق الكرسي في حافته العلوية بحلقة إما ان تكون مدورة تدويراً كاملاً أو أن يكون تدويرها مستطيلاً وتسمى هذه بالعروة . وتسمى ايضاً بالحبس وتمر بها حلقة أخرى تسمى بالعلاقة فيها خيط ويكون عادة من الابريسم يؤذن للاصطرلاب بالحركة الاولبية بحرية تامة حسب مشيئة الراصد ولكي يستقر الاصطرلاب بصورة شاقولية صحيحة ويضمن ذلك الاستقرار ثقل الاصطرلاب نفسه فيصبح بمثابة (الشاهول) . وبذا تصبح الزوايا التي تقاس صحيحة وكذا الارتفاعات .

أما جسم الاصطرلاب فوجهه يتألف من دائرة كبيرة يبلغ قطرها عادة من اثنى عشر سنتمتراً فأكثر أو أقل قليلاً وهذا القرص محفور بصورة دائرية ويبلغ عمق الحفر عادة من ملمترات قليلة تبعاً لاستيعابها عدد الصفائح التي تطبق فوق بعضها وتوضع عادة في هذه الحفرة (والتي تدعى بالحجرة تارة وبالام تارة اخرى وأم الصفائح في بعض الاحيان) وتستوعب اربع صفائح أو اكثر بقليل تبعاً للعروض الجغرافية المختلفة التي يراد العمل على اساسها .

ويحيط بالام هذه طوق ضيق يبلغ عرضه عشرة ملمترات ويكون حافة للاصطرلاب ويقسم هذا الطوق عادة الى ٣٦٠ جزءاً كل جزء درجة ويجزأ عادة الى اربعة ارباع وكل ربع يقسم الى ٩٠° مقسمة على خمسات ويبدأ الصفر من الطرف الشرقي ويدور الى أعلى الى ٩٠° والى اسفل الى ٩٠° وهكذا تفعل في الربعين الغربيين . والتقسيمات هذه عادة تكون على الاصطرلابات بحروف الجمل فتبدأ بـ (ه) وهي تقابل العدد (٥) وتنتهي بالحرف (ص) وهو رقم (٩٠) . ومجموع هذه الاربعة أرباع يساوي ٣٦٠° أي تؤلف دوراً كاملاً .

وفي أسفل قعر الام نتوء صغير بارز يثبت الصفائح التي حفرت في اسفلها على قدر هذا النتوء تنزل حوله وبقدره تماماً وبذا يمنعها من الحركة عند ما يدور فوقها العنكبوت (والذي سيذكر مفصلاً فيما بعد) .

يثقب الاصطرلاب والصفائح من وسطها ويسمى هذا الثقب بالمخمن ويمر فيه مسمار



حة ترى الصفيحة وعليها القسي (خطوط السموت) والمقنطرات وفي اسفلها خطوط الساعات للمعوجة وساعات
الاعتدال معاً . وكذلك دوائر الجدي والاستواء والسرطان (من اصطرلاب محمد خليل مباشرة) ٩

لتثبيت الصفائح والعنكبوت والعضادة (أي اجزاء الاصطرلاب) في اماكنها ويسمى هذا عادة بالقطب او الوتد أو المحور وتحبس المحور هـــذا دائرة صغيرة يمر من خلالها تسمى بالفلس تسهل حركة الاجزاء من دون احتكاك . وهو في جهة منه كبير وفي طرف آخر دقيق وفيه شق يمر خلاله ما يسمى بالفرس وهو بمثابة الغلق الذي يثبت الوتد ويضم الاجزاء ضماً محكماً كي تنجز عملها بسلام وسهولة .

أما قعر أم الصفائح فيحفر عليها عادة اسماء مختلف المدن المعروفة في العـــالم العربي والاسلامي في دوائر متداخلة ضمن بعضها ثم في بطنها دوائر اخرى لخطوط اطوالها ودوائر اخرى لخطوط عروضها ودوائر أخر تبين المسافات بالأميال . وكل الارقام اما ان تكون بحروف الجمل أو بالارقام ويقتصر عادة بذكر الارقام المعروفة على المسافات لان حروف الجمل تحتل مكاناً كبيراً اذا كانت بالمئات بينما الارقام تحتل مكاناً اصغر .

وتستقر في قعر الام الصفائح . والصفيحـــة قرص رسمت عليه خطوط الطول وتسمى بالســـموت وكذلك خطوط العرض وتسمى بالمقنطرات وأول مقنطرة هي افق العرض الجغرافي المطلوب رسم الصفيحة له . وكذلك دوائر ترسم عليها دوائر ثلاث متداخلة الصغيرة منها هي مـدار السرطان والوسطى دائرة الاعتدال (خط الاستواء) والدائرة الـكبرى والتي تكاد تمس حافة الصفيحة هي دائرة مدار الجدي . والمقنطرة التي تمر من نقطة وسط الصفيحة تمثل العرض الجغرافي للبلد المطلوب (وستذكر كيفية رسم كل ما تقدم ذكره) . وتصنع وتخطط لـكل عرض جغرافي صفيحة خاصة به . ويستعمل الوجه والظهر لعرضين جغرافيين . هنالك خطوط اخرى في النصف السفلي من الصفيحة تخرج من دائرة مدار السـرطان تضيق ثم تتسع نحو مدار الجدي وهذه تمثل الســـاعات (الساعات المعوجة) و (ساعات الاعتدال) وسنأتي على ذكرها مفصلا والساعات هذه تمثل إما ١٢ ساعة أو اكثر من ١٢ ساعة تبعاً لطول الليل والنهار على مختلف المواسم في السنة من حيث طول وقصر النهار والليل وحسب نوع الساعة المرسومة في اسفل الصفيحة .

ويقطع الصفيحة خطان متعامدان من فوق الى تحت ومن اليسار الى اليمين فالاول يسمى في القسم العلوي منه خط نصف النهار او خط الزوال والسفلي منه يدعى وتد الارض او خط نصف الليل اما الثاني فيسمى خط المشرق والمغرب .

وتركب فوق الصفائح على وجه الاصطرلاب شبكة تدور بحرية حول المحور وحافتها تلازم حافة داخل الحجرة . وهي مخرمة فيها نتوآت وتزيينات ـ تسمى تارة بالشبكة وتارة اخرى بالعنكبوت والاسم الثاني الغالب ـ ان النتوءات هذه تسمى بمرى الكواكب أو شظاياها او مريها لأن كل واحدة منها تشير الى كوكب معروف من الكواكب . وفي القسم العلوي من الشبكة دائرة تمثل دائرة البروج وهي جزء من العنكبوت مقسمة الى اثنى عشر قسماً كل قسم يمثل برجاً من الابراج المعروفة . وحافة هذه الدائرة السفلية تلازم في الدوران دائرة السرطان ابداً عند تحريك الشبكة وتدويرها في سبيل القياسات المطلوبة .

وفي اعلى العنكبوت نتوء بارز يسمى بالمرى وهو بمثابة المؤشر عند تحريك الشبكة ويسمى بمري العنكبوت (بدون همزة) . ويضع بعض الاصطرلابيين قطعة بارزة عالية في موضع يختارونه وذلك لتحريك الشبكة حسب الرغبة والمطلوب علاوة على المرى .

اما ظهر الاصطرلاب فأبرز ما فيه انه يقسم الى اربعة ارباع بصورة عامة وتختلف الاصطرلابات من حيث الرسوم ولكن اكثرها يخص الربع الايسر العلوي بخطوط عمودية تقطعها خطوط أفقية وعددها ٦٠ خطاً في الاتجاهين تؤلف شبكة تختص بقياس الجيوب والجيوب تمام للزوايا المختلفة أما الربع الأيمن العلوي فهو إما ان ترسم عليه الساعات من واحد الى السادسة أو ان لاترسم خطوط الساعات ويحل محلها منحنيات باتجاهين متعاكسين احدهما لقبلة لمختلف المدن المختارة وآخر لارتفاع الشمس في نصف النهار لعدة عروض جغرافية تختار وتذكر واكثر الاصطرلابات درجت على هذا . أما القسم الايمن السفلي فأبرز ما فيه مربع في وسطه ضلعاه القائم والافقي يقسم الى ١٢ قسماً لقياس الظلال والظلال تمام بالاصابع (أي القامة المقسومة الى ١٢ جزءاً) . ثم تليها في هذا الربع اقواس

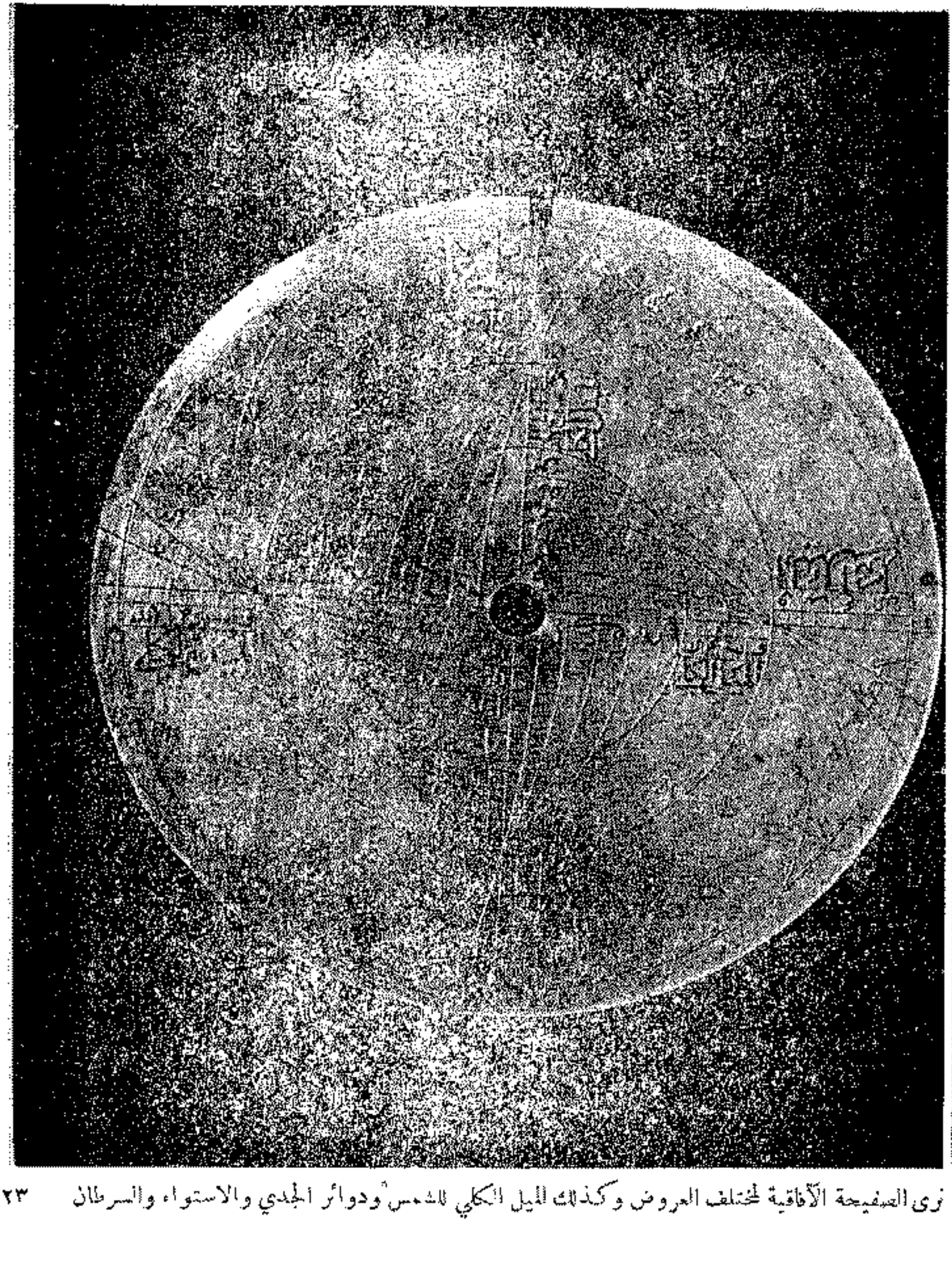
للشهور واقواس لنصف عدد الابراج والسيارات . والاقواس التي تحوي هذه المعلومات تكمل عادة في الربع الايسر السفلي . اما وسط الربع الايسر السفلي فنجد فيه مربعاً مثلما ذكر آنفاً ولكن اقسامه تكون بالاقدام أي إما ستة أقسام أو ستة وثلثين أو ستة ونصف أو سبعة أقسام. وهي كذلك تقوم بقياس الظلال والظلال تمام لمختلف الزوايا ويكون القياس بالاقدام (والقدم هنا قسمة القامة الى الاعداد المذكورة مهما كانت وكل واحد منها يدعى قدماً) . ونسبة الاقدام الى الاصابع المذكورة آنفاً كنسبة خمس اتساع او بالعكس لنسبة الاصابع للاقدام أي تسع اخماس .

وعلى الظهر تركب العضادة او الشطبة وهي مستطيل ضيق يقدر قطر الاصطرلاب يتحرك من وسطه على وسط الاصطرلاب مدببة النهايتين وفي نهايتيها ابنتان أو هدفتان مثقوبتان بحيث يمر الشعاع من واحدة الى الاخرى وهي لضبط الرؤيا عند اخذ الارتفاعات ومرور الاشعة .

وقد جمعت اسماء جميع رسوم الاصطرلاب التي على الوجه او الظهر بالارجوزة التالية وهي ما جاء بكتاب [بغية الطلاب [٣٩]] وهي مخطوط لأبي عبد الله محمد بن احمد بن الحياك يشرح فيها ارجوزة لمحمد بن يوسف السنوسي .

ونجد على ظهر كثير من الاصطرلابات تقاسيم غير التي فصلت آنفاً وتقتصر هذه على رسم دوائر كاملة تحتل كل ظهر الاصطرلاب وتحوي هذه الدوائر اسماء الابراج الأثني عشر ودوائر تحوي اسماء الشهور للسنة بأسمائها الأفرنجية بألفاظ معربة مع تقاسيم هذه الشهور بالنسبة الى ايامها المعروفة من ٣٠ او ٣١ او ٢٨ وتوضع الأبراج مع تقسيمها لكل برج ٣٠° درجة موافقة للشهور كي يتبين الانسان المواسم وارتفاعات الشمس في كل يوم من ايام السنة الى ما هنالك من عمليات جليلة اخرى . مع العلم أن في كل هذه الأنواع من الاصطرلابات يكون مربع الظل موجوداً في القسم السفلي من الظهر .

ونجد في اكثر الاصطرلابات تواقيع فإما توقيع الصانع او توقيع الذي ألف



نرى الصفيحة الآفاقية لمختلف العروض وكذلك الميل الكلي للشمس ودوائر الجدي والاستواء والسرطان ٢٣

الاصطرلاب وبعض الاحيان نجد توقيعين على ظهر بعض الاصطرلابات واحد للمؤلف وآخر للصانع . والتواقيم هذه توضع عادة في أطر مزركشة ومزينة ويعنى بالكتابة عناية فائقة ويعبر الموقعون عن تواضعهم في العلم والحذق في الصناعة كأن يكتبوا (نحقه افقر الورى فلان بن فلان) او (ألفه اقل الطلبة فلان) او (صنعه الفقير الحقير) او (وضعه العبد الفقير) ويندر أن نجد التواقيم على الكرسي .

عدد الاصطرلابات الموجودة :

لقد احصى الاستاذ ماير في كتابه (الاصطرلابيون المسلمون) طبع في جنيف ١٩٥٧ حوالي ١٧٠ اصطرلاباً موجودة مبعثرة هنا وهناك وعلى الاخص في انكلترة في جامعاتها ومتاحفها ومراصدها ولقد احصيت بنفسي الاصطرلابات الموجودة في مرصد كرنج العالمي وحده فوجدت ٤٢ اصطرلاباً ستة وعشرون منها عربية واسلامية والباقيات من الانتاج الاوروبي واقدم اصطرلاب في هذه المجموعة هو للسراج المؤذن بدمشق سنة ٦٢٨ هجرية اي انه صنع قبل ٧٦١ سنة ولا زال نقشه وكتاباته زاهية واضحة .

وهنالك مجاميع من الاصطرلابات يملكها اشخاص من جامعي الآثار اكثرهم من الانكليز . وبالاضافة الى ذلك هنالك اصطرلابات عديدة في المتحف العراقي نشرت صورها وتفاصيل[٣٠] صفائحها عدة مرات في مجلات مختلفة وتشكر وتقدر دائرة الآثار على عنايتها بها وامدادها الباحثين بالصور وأنا في عدادهم .

هنالك كرات فلكية وارباع مجيبة موجودة في مختلف المحلات وكذلك بوصلات مع مزاول وآلات القبلة لمدن مختلفة وقد احصى الاستاذ ماير المذكور اكثر من ٥٠ واحدة منها .

واكثر الاصطرلابيين الذين توجد لهم عدة اصطرلابات في الوجود هم ابراهيم بن سعيد وفترة صناعته للاصطرلابات من سنة ٤٦٠ ـ ٤٩٦ هجرية وله سبعة اصطرلابات والرجل هذا تارة يوقع ابن الاصبغ الانصاري الوزّان او الموازيني . (ماير صفحة ٥٠) . والثاني

محمد بن فتوح الحمائري وضع اصطرلاباته من سنة ٦٠٩ هجرية ـ حتى ٦٣٤ هجرية وله ثمانية اصطرلابات في الجامع وهو من اهل الاندلس. وشمسي الدين محمد صفار خمسة اصطرلابات وهو من صناع القرن التاسع واوائل العاشر الهجري. ولمحمد مهدي المقيم اليزدي اربعة عشر اصطرلاباً وبداية صناعته كانت سنة ١٠٧٠ هجرية. ولخليل محمد بن حسن علي عشرون اصطرلاباً وقد بدأ بصناعتها اواخر القرن الحادي عشر واوائل الثاني عشر للهجرة. ولعبد الأئمة ثمان وعشرون اصطرلاباً قسم منها من صنعه وقسم آخر من صنعه او تأليفه وصناعة آخرين وهو من اصطرلابي القرن الثاني عشر للهجرة ولمحمد بن احمد البطوطي تسع اصطرلابات وهو من اصطرلابي القرن الثاني الهجري. وهنالك آخرون لهم خمس اصطرلابات وآخرون اقل من هذا العدد ضربت صفحاً عن ذكرها والحمد لله المعصوم من الزلل.

ابراهيم شوكة

الهوامش والتعليقات

(١) يكون الاسم باللاتينية Astrolabium اي Star - taking او قياس ارتفاع النجم . وفي اليونانية Astrolabon (Astron) نجم و Lanbomein أخذ . ويكون اخذ ارتفاع النجوم وكما يظهر ان اكثر العرب ذهبت الى انه قياس ارتفاع الشمس ، وترجموا الكلام وقطعوه على غير وجهه الصحيح .

يقول المزّي في مخطوطه [تحفة الالباب في العمل بالاصطرلاب] [اما الاصطرلاب فهي لفظة يونانية فهم منها انه ميزان الشمس فاسطر اسم الميزان ولاب اسم الشمس فلهذا سمي اسطرلاباً] .

ويقول آخر مجهول الهوية في مخطوط عنوانه [مختصر في كيفية العمل بالاصطرلاب] انه [آلة لليونانيين اسمها اسطرلابون اي مرآة النجوم وذهب يرجمه حمزة الاصفهاني بانه ستارة ياب وقيل معناه ميزان الشمس فان الاسطر بلسان الروم هو الميزان واللاب الشمس وقيل غير ذلك] .

ومما تقدم نرى ان العرب ترجمت هذه المعاني الغلط في كيفية الاصطرلاب إذ ان (الاسترا) هو النجم وليس الميزان (واللابيوم) هو الاخذ وليس بالشمس او النجم .

(٢) صفحة ٦٩ من (رسالة افراد المقال في امر الظلال) ضمن مجموعة رسائل البيروني (الدكن ١٩٤٨) .

يقول [قد ذكر حمزة الاصبهاني في كتابه للموازنة ان الاصطرلاب لفظة فارسية قد عربت » فاستاره ياب » اي مدرك النجوم وممكن ان يكون اسمه عند الفرس اما مشتقاً من الفعل الخاص به واما معرباً من اليونانية كتعريب الفارسية فان اسمه باليونانية

اسطرلبون واسطر هو النجم بدليل ان علم الهيئه سمي عندهم اسطر ونوميا وصناعـــة النجوم اسطرلوجيا | اهـ .

(٣) كشف الظنون عن اسامى العلوم والفنون (١ : ٣٢٤)

(٤) جاء في القفطي ١٦١ اوربية [رؤي لجابر بن حيان بمدينة مصر تأليف في عمل الاصطرلاب يتضمن ألف مسألة لا نظير له] .

(٥) طبعة اولى ، حيدر آباد الدكن ١٩٦٢

(٦) راجع ولى هارتنر ـ تاريخ الفن الفارسي ـ صفحة ٢٥٣١

(٧) اخبار الحـكماء ـ القفطي ـ ص ٥٧

(٨) كتاب شومر (رسالة عن الاصطرلاب) ١٩٢٨

يقول المعلق على الكتاب وهو سكيت N. W. Skeat صفحة ٢٥

[وفي الواضح ان شومر اتبع بتأليفه النسخة اللاتينية وأني اشير الى نسخة لاتينية خاصة وهي (كتاب العمل بالاصطرلاب) لمؤلفه ما شاء الله والذي توجد منه نسخ عدة وفي مكتبة كمبرج وحدها اربع نسخ ، وهنالك واحدة اخرى في مكتبة كلية سنت جون] ثم يستمر في القول [ويجب ان ننبه الى حقيقة واضحة وهي ان الكتاب يتألف من مؤلفين احدهما في صنع الاصطرلاب وتكوينه « Compasito Astralabic » والآخر في كيفية العمل به « Operatio Astrolabi » فالاول يصف لك كيف تصنع الاصطرلاب وتضع عليـــه الارقام والاشكال والدوائر وهـذا الـكتاب اكبر حجماً ومصوراً تصويراً رائعاً] .

ثم يقول في هامش التعليق صفحة ٢٤ و ٢٥ ما يلي [ان نسخة الـكتاب التي تاريخها القرن الثالث عشر عليها سنة ١٢٧٦ والنسخة مصورة تصويراً رائعاً بالالوان وهي معين لا ينضب من المعلومات ولطالما اقتبست منها في ابحاثي وتعليقاتي | اهـ .

(٩) وقد جاء في كتاب تاريخ الفن الفارسي لمؤلفه ولي هرتنر (ص ٢٥٣١) ما ترجمته

[إلا الاصطرلابات البطليموسية التي استعملت لقياس النجوم او لقياس ميل دائرة البروج بصورة مباشرة صنف خاص بذاته وليست له اية علاقة بالاصطرلابات التي ابحث عنها غير الاسم فقط] وبحثه هذا على الاصطرلابات التي نبحث عنها وهي المسطحة ذات الصفائح .

(١٠) ويقول الاستاذ دونالد مكنزي في كتابه [اساطير بابل وآشور] ص ٣٢٠ ، ٣٢١ ، ٣٢٢ . [ان التقدم الفجائي الذي حدث على يد الفلكيين في وادي ما بين النهرين عندما كانت آشور في اوج عظمتها كان لوجود علماء وبحاثة وطنيين هم بمثابة نيوتن وهرشل في العصر الحديث . فلقد درسوا كل المعلومات التي تجمعت لديهم وهي حصيلة اجيال من المنجمين الذين سجلوا في دفاترهم حركات الكواكب والسيارات .

ومن الصعب علينا ان نفهم التقدم العلمي عند اليونانيين قبل ان يعرفوا الكواكب السيارة وحركاتها وقبل ان يطلعوا على علم بابل عن الابراج والتي وصلتهم على ايدي الحثيين والفينيقيين . ومن الاكيد ان العالم قد سمع عن علماء بابل قروناً عدة قبل ان يسمع عن علم اليونان] .

(يقول الاستاذ كودسبيد Ahistory of Babylonia and assyria) ص ٩٣ [لقد استخدم السومريون الاشكال الهندسية في سبيل معرفة الغيب وعلى زمانهم ثبتت النجوم على خرائط وتتبعوا الاجرام السماوية في حركاتها وتأثيراتها على مصير البشر والبشرية]

ويذهب الاستاذ دونالد مكنزي في كتابه بقوله (كانت قصور ملوك الاشوريين تزخر بالفلكيين وذلك قبل ان يرى هيبرخس النور بمدة قرون ولم يكن همهم إلا الابحاث والحسابات الفلكية ومنها حساب الكسوف والخسوف ، فلقد كانت ترسل منهم الرسل الى مختلف المراصد الفلكية في الامبراطورية لرصد هذه الظواهر الفلكية مقدماً وقبل وقوعها واليك ترجمة احدى هذه الرسائل التي خرجت من بابل الى نينوى لرصد ما يتوقع من كسوف او خسوف قام بترجمتها الاستاذ هاربر ، واليك مقتطفات من هذه الرسائل .

[اما فيما يخص خســـوف القمر الذي كتب الى سيدي الملك برصـده فلقد وضع الرصاد في اماكنهم لهذا الغرض في المدن الآتيه اسماؤها : أكد وبورسيبا ونفر ونحن بدورنا الذين قمنا برصده في مدينة اكد ، اما فيما يخص امر سيدي الملك برصد كسوف الشمس فلقد قمت برصدها وسأقدم تقريري عما وقع عليه بصري . ان ما حدث فعلا هو خسوف القمر ، فلقد كان خسوفاً كلياً فوق سـوريا ووقع ظل القمر على بلاد العموريين وبلاد الحيثيين ووقع جزء منه على ارض الكلدانيين] اهـ .

يقول الاستاذ سيس (في صفحة ٢١٤ـ٢٢٠ في كتابه الحياة والعادات في بابل وآشور) (نستنتج من هذا الكتاب انه توجد اكثر من ثلاث مراصد في بلاد ما بين النهرين اي انه توجد على الاقل ثلاثة مراصـــد في بابل الشمالية واحد منها في اكد والآخر في نفر والآخر في بورسيبا وبما ان الجامعة كانت في بورسيبا فمن الطبيعي ان يكون هنالك مركز مرصد كبير) .

(هبرخـس) وما قيل فيه

[اجمعت المصادر العربية (طبقات الامم ، الفهرست ، اخبار الحكماء) على ان ابرخس (ويسميه بعضهم ايثرخس) بابلي وانه هو استاذ بطليموس ومعلمه ، وقد ذهبت المصادر الى ان ابرخس قد اخذ عنه بطليموس ارصاده اذ ان بطليموس هذا لم يجد لليونانيين ارصاداً يركن اليها وكذلك اخذ عنه آلات الرصد] .

(٩١) اقرأ اول مقدمة كتاب الجاحظ [المحاسن والاضـــداد] وكيف كانت تعامل كتبه من قبل مثقفي زمانه . وكيف كان يؤلف وينسب مؤلفاته الى الاعاجم كي تصبح رائجة بين الناس .

ويقول گنتر في كتابه اصطرلابات العالم ص ٥١ ـ ٥٢ اكسفورد ١٩٣٢ [ان بعض فلكيي بابل كنابوريانوس وسيدينناس يعدون من فلكيي العالم المشهورين . وان في بابل وجـــدت الواح طينية عليها ارقام ورموز فلكية وكذلك دوائر متداخلة تقطعها

خطوط مستقيمة مما يؤكد وجود الاصطرلاب فيها وان اليونان اخذوا عن الكلدانيين اهـ | ولكن بعضهم يعتبر وجود هذه الخطوط والدوائر غير كاف للدلالة على وجود الاصطرلاب عند بابل مثل ويلي هارتنر في كتاب (تاريخ الفن الفارسي) ص ٢٥٨١ والظاهر ان الرجل لم يطلع على تاريخ بابل والكلدان الثقافي مفصلا ولم يطلع على ما كان موجوداً من مراصد ولا يعقل ان يقوم الفلكيون في بابل والكلدان بالرصد المستمر الدقيق للسيارات وكبرها بدون آلات وابسط الآلات الاصطرلاب البسيط التركيب (راجع ما ذكر في الصفحات السالفة) .

(١٢) لازال الاصطرلاب هذا في المكتبة الوطنية في باريس برقم Gic . A . 824

(١٣) يوجد الآن في مجموعة بلماير في لندن .

(١٤) طبع في مجلة المشرق لسنة ١٩١٣ عدد ١٦ .

(١٥) الفهرست مقالته عن آلات الرصد وصانعيها

(١٦) راجع كتاب (ماير) الاصطرلابيون المسلمون .

(١٧) راجع مقال الاستاذ كوركيس عواد مجلة سومر مجلد ١٣ ـ الرابطة .

فلقد ذكر اسماء الكتب المطبوعة والخطية ومواطنها ونبذة مختصرة عن كل منها قدر المستطاع .

(١٧) مجلة المشرق عدد ١٦ سنة ١٩١٣ (ص ٢٩ ـ ٤٦) .

(١٩) ككتاب الشمس المضيئة على الرسالة الفتحية في العمل بالربع المجيب وهو مخطوط لمحمد بن احمد المالكي المزي .

(٢٠) كتاب العمل بالربع المرسوم بالمقنطرات ـ وهو مخطوط . لشهاب الدين احمد ابن المجدي .

(٢١) رسالة في امتحان الاصطرلاب ـ وهو مخطوط ـ لشهاب الدين احمد بن المجدي

(٢٢) كوركيس عواد ـ سومر مجلد ١٣ .

(٢٣) مخطوط لمحمد بن محمد بن سليمان المغربي .
(٢٤) مخطوط لمحمد بن عمر بن صديق البكري .
(٢٥) مخطوط لابي القاسم الزبير بن احمد بن ابراهيم الثقفي .
(٢٦) مخطوط لفخر الدين العاملي ـ وهو شرح الصفيحة .
(٢٧) كوركيس عواد ـ سومر ١٣ .
(٢٨) إذ يقول في المخطوط المذكور [يامن ارتفعت درجات جبروتك عن احاطة افهامنا القاصرة وتقدست دقايق ملكوتك عن علاقة الاوهام الخاسرة جميع ما ارتسم في حجرة الخيال فيما حل عن ساحة الجبروت وكلما انتقش على صفايح الخواطر فاوهن من بيت العنكبوت وصل على قطب مدار الاهتداء ومركز دايرة الاصطفاء وآله بروج فلك الولاية واصحابه مطالع شموس الهداية الذين هم العروة الوثقى والهادون لما هو خير وابقى وبعد ...]

وكذا حدث عما جاء في مقدمة مخطوط اسمه [بهجة الطلاب في العمل بالاصطرلاب] لمحمد بن محمد سليمان المغربي الروداني . والامثال في هذا الباب كثيرة .

(٢٩) يحمدك اللهم نظمي ابتدي مصلياً على الرسول احمد
وارتجى ان تجزلن ثوابي على نظام بغية الطلاب

اجزاء الاصطرلاب ورسومه

علاقة ام وطوق للحجرة عضادة صفايح مع شبكة
بالام قطران جنوب قد علا ومشرق يسار والظل انجلا
والارتفاع ربعاه علوا والجيب او مربع الظل حوا
ثم البروج والشهور بهما يعلم جزء الشمس حيث رسما
وهدفتا عضادة والشبكه بروج منطقتها مشتبكه
ثم الشظايا للكواكب وفي رأس جدي المرى يريك ماخفى
وبالصفايح مدار الحمل ما تحت شمال والجنوب ماسما
وخط ارض للشمال والسما ضد وخط المشرق والمغرب اعلما
وملتقى ذا مع افق والمدار يعين عين المغرب والشرق يسار

ثم المقنطرات اعـــلاها السمت	اعظمها الافق والمضاد سمت
ثم السموت ايها الرأس عـــلا	بها مداراً افقاً خطا صلا
ما تحتها الشمال أعلاها الجنوب	ويسرة شرق ويمنته غروب
والظهر والعصر زوال وشفق	والفجر والساعات من تحت الافق

(٣٠) لقد نشر الاستاذ لمرحوم ناصر النقشبندي مقالاً في مجلة (العراق الجديد) وزارة الارشاد عدد ٧ ، ١٩٦٢ ، وكذلك نشر الاستاذ ناجي معروف كتيباً عنوانه المراصد الفلكية في بغداد ، دار الجمهورية ١٩٦٧ ، وهنالك مقال آخر في احدى اجزاء مجلة سومر .

بحث النزاع حول نسبة اختراع الاسطرلاب هل هو لابراهيم الفزاري او لمحمد الفزاري

لقد تنازع الذين ارخوا للعلم عند العرب في امر ابراهيم الفزاري ومحمد بن ابراهيم الفزاري واليك النصوص اولا فجاء في :

(١) [علم الفلك تاريخه عند العرب في القرون الوسطى] نللينو (روما ١٩١١)

صفحة (١٦٢) : يقول [فمن هذا البحث الطويل نستنتج على سبيل الاحتمال المرجح (اولا) أنه لم يوجد إلا فزاري واحد اعتني بالهيئة واحكام النجوم في عصر المنصور وبعده بقليل وهو الذي عمل الاسطرلاب والف زيجاً على مذهب السند الهند . (ثانياً) ان اسمه كان على الارجح ابراهيم بن حبيب ولا محمد بن ابراهيم وان هذا الاسم الاخير انما نشأ عن خلط الفزاري الفلكي بالمحدث المعاصر له] ثم يقول نللينو ان ابن القفطي [اغتر باختلاف مصادره فجعل رجلاً رجلين] اى ابراهيم ومحمد .

(٢) تراث العرب العلمي (في الرياضيات والفلك) . قدري حافظ طوقان . جامعة الدول العربية . دار القلم ط ٣ ، ١٩٦٣ .

صفحة ١١٠ يقول : [وكان في حاشية المنصور من المنجمين غير (ابي سهل) امثال ابراهيم الفزاري المنجم وابنه « محمد »] ثم يقول صفحة ١١١ : [وقد كلف المنصور محمد ابن ابراهيم الفزاري ترجمته (اي السد هنتا) وعمل كتاباً في العربية يتخذه العرب اصلا لحركات الكواكب ... الخ] .

(٣) العلم عند العرب واثره في تطور العالمي ألدوميلي (ط دار القلم) حليم النجار ومحمد يوسف موسى

صفحة١٢٧ : [محمد بن ابراهيم الفزاري (المتوفى سنة ٨٠٠م) الذي كان ابوه (المتوفى ٧٩٦) فلكياً ويقال انه كتب نظماً في الفلك وانه اول من صنع الاسطرلاب في المسلمين)

(٤) أما القفطي فيذكر ابراهيم عند بحثه في الفلكيين (ص ٥٧) ويذكر الفهرست محمد بن ابراهيم بن حبيب بن سليما الفزاري فقط ويجعله مسؤولا عن تسطيح الكره والعمل بالاصطرلاب . (ص ٧٩ اوروبية)

(٥) ويذكر البيروني في كتابين على الاقل (تحديد نهايات الاماكن) وفي (القانون المسعودي) اسم محمد بن ابراهيم الفزاري ويقتبس في الكتاب الاول اراجيز في بعض الحسابات النجومية وهي القصيدة التي تذكر المصادر بانها القصيدة النجومية .

انني اكتفي بهذا القدر مما اقتبسته من المصادر عن ابراهيم ومحمد الفزاريين والذي أراه انا من كل ماذكر صورة واضحة لا لبس فيها عندي وهي أن محمداً واباه ابراهيم بن حبيب الفزاري كانا يعملان في بلاط المنصور كفلكيين وأن المسؤوليات كانت موزعة بينهما بالنسبة الى تضلع الواحد بناحية دون الآخر واعتقد أن الذي وضع القصيدة في النجوم هو محمد بن ابراهيم الفزاري وكذلك الذي تولى نقل السدهنتا الى العربية والذي وضع الزيج المعروف . أما أبوه ابراهيم فانه هو الذي سطح الكرة وعمل الاصطرلاب وألف في العمل بالاصطرلاب والراجح عندي أيضاً ان علي بن عيسى قد تتلمذ على يديه وكان أيضاً ممن بدأ حياته العلمية في بلاط أبي جعفر المنصور . وعلي بن عيسى هذا عاش حتى زمن المأمون واشترك في تحقيق طول درجة من الدرجات الفلكية في صحراء سنجار . وقد مرّ ذكر عدد كبير من طلابه ممن قام بعمل الاصطرلابات واستخدامها في الاعمال الفلكية والرياضية . وكما سبق وذكرت من أن ابراهيم بن حبيب الفزاري من اولاد سمرة بن جندب هو الذي أوجد الاصطرلاب ولا علاقة لغير العرب واجدادهم في اختراع الاصطرلاب وتطوير صناعته وتقدم العمل به . والله وحده المرشد للصواب .

ثبت بالمراجع

١) رياض المختار مرآة الميقات والادوار ـ الغازي احمد باشا مختار ـ ترجمة من التركية مطبعة منصور يكن بولاق ١٣٠٦ هـ

٢) Islnmic astrolabists and their work مؤلفه L.A. Mayer طبع ١٩٠٦

٣) Willy Hartner, Hisory of Persian art

٤) H.Michel (Traite de L'astrolabe), طبع Gauthier باريس

٥) دائرة المعارف البريطانية مادة Astrolab آخر طبعة .

٦) جامع المبادىء والغايات ـ ابي الحسن علي المراكشي ، (مخطوطة المكتبة الوطنية باريس)

٧) الفهرست لابن النديم (اوروبية)

٨) اخبار الحكماء للقفطي (اوروبية)

٩) العلم عند العرب الدوميلي

١٠) تراث العرب العلمي قدري حافظ طوقان

١١) علم الفلك تأريخه عند العرب نالينو

١٢) كتاب العمل بالاصطرلاب للصوفي

١٣) كتاب العمل بالاصطرلاب وذكر آلاته واجزائه ابن الصفار . المعهد المصري للدراسات الاسلامية . مدريد . (مطبوع)

١٤) كتاب العمل بالاصطرلاب علي بن عيسى ـ المشرق ١٩١٢ ونسخ خطية اخرى وعددها ثلاث

١٥) صور الكواكب الشمالية الصوفي (حيدر أباد الدكن)
١٦) (the world almanach) لسنة ١٩٦٥
١٧) الاسطرلاب ـ كوركيس عواد ، (الاسطرلاب وما ألف فيه من كتب ورسائل في العصور الاسلامية) سومر م (١٣)
١٨) تاريخ الأدب الجغرافي العربي ، كراجوفسكي
١٩) اطلس النجوم ، (انكليزي) - Barton Barton, (a Guide to the Const ellation) (Megrew Hill) 1935
٢٠) كشف الظنون حاجي خليفة
٢١) الاعلام ـ الزركلي
٢٢) معجم الأدباء ـ ياقوت الحموي
٢٣) دائرة المعارف الاسلامية مادة astrolab آخر طبعة باللغة الانكليزية
٢٤) the myths of Ibabylonia and anyria مؤلفه مكنزي .
٢٥) Des instruments astonomique des arabes M. L. AM. Sedillot وهي ترجمة جزء من كتاب ابي الحسن علي المراكشي
٢٦) Chauser, Bread and Mlk for Children سنة ١٩٢٨
٢٧) تحديد نهايات الأماكن البيروني (مجلة معهد المخطوطات) .
٢٨) القانون المسعودي البيروني حيدر أباد الدكن .
٢٩) رسائل ابن عراق الى البيروني حيدر أباد الدكن .
٣٠) رسائل البيروني حيدر أباد الدكن .
٣١) كتاب العمل بالاسطرلاب ابن الصفار (صورة مخطوط) .
٣٢) بهجة الطلاب في العمل بربع الاسطرلاب لمحمد بن احمد المزي الموقت بالجامع الاموي (صورة مخطوط) .
٣٣) رسالة في العمل بالربع المرسوم بالمقنطرات (مجهول المؤلف) (صورة مخطوط).

٣٤) سوانح القريحة في شرح الصفيحة الأصل للعاملي والشرح لعبدالله بن فخر الدين الموصلي (صورة مخطوط) .

٣٥) في العمل بالربع المرسوم بالمقنطرات لشهاب الدين أحمد بن المجدي (صورة مخطوط) .

٣٦) الصفيحة لبهاء الدين محمد العاملي (صورة مخطوط) .

٣٧) مختصر عن كتاب الاستيعاب . وهي رسالة في العمل بالاسطرلاب (مجهول المؤلف صورة مخطوط) .

٣٨) رسالة في امتحان الآلات والخطوط المرسومة على الاصطرلاب . محمد بن قاسم بن محمد بن موسى العبدلي (صورة مخطوط) .

٣٩) رسالة في خط المشرق والمغرب علي بن محمد الموقت الصفدي (صورة مخطوط) .

٤٠) رسالة في امتحان الاسطرلاب ابن المجدي (صورة مخطوط) .

٤١) أوضح الطرق للعمل بالاسطرلاب يوسف الزنجاني (صورة مخطوط) .

٤٢) نزهة النظار في أعمال الليل والنهار أحمد بن محمد الأزهري الميقاتي المشهور بالنجانقي (صورة مخطوط) .

٤٣) بغية الطلاب (أرجوزة في الاسطرلاب) الحباك التلمساني والشرح لمحمد بن يوسف السنوسي (صورة مخطوط) .

٤٤) تحفة الطلاب في العمل بربع الاسطرلاب علي بن عثمان بن محمد (صورة مخطوط) .

٤٥) رسالة في الاسطرلاب (تحفة الاخوان) لأوحد بن محمد بن جمال البلباني (صورة مخطوط) .

٤٦) رسالة ايضاح المغيب لعلاء الدين بن الشاطر (صورة مخطوط) .

٤٧) عمدة ذوي الألقاب . شرح الارجوزة في الاصطرلاب (صورة مخطوط) .

٤٨) العمل بالاصطرلاب لعلي بن عيسى (صورتان لمخطوطين) وهو غير ما نشر في مجلة المشرق .

٤٩) كتاب التفهيم لأوائل صناعة التنجيم للبيروني مع ترجمة انكليزية .

وهنالك مصادر أخرى من مقالات وأبحاث للبيروني من مختلف المجلات والكتب ضربت صفحاً عن ذكرها مفصلاً خشية الاطالة .

ملاحظة : — إن قسماً من هذه الصور للمخطوطات أخذ عما في خزانة الاستاذ كوركيس عواد فله شكري وامتناني وقسماً آخر من المكتبة الوطنية في باريس وقسماً في معهد المخطوطات العربية لجامعة الدول العربية . وواحد من مكتبة المجمع العلمي العراقي . وقسماً نقلته بخطي عن مخطوطات لا أتذكر أصحابها ولهم مني الشكر رغم ذلك .

بحث رسوم الاصطرلاب

كيفية رسم دوائر السرطان والاستواء والجدي
على صفيحة الاسطرلاب [1]

(١) ترسم الكرة الارضية (ا ل ب) . اولاً . وهذه هي التي يراد تسطيحها ورسم المدارات الثلاث لها .

(٢) ويرسم المماس (حـ ء) الذي تسقط عليه اشعة التسطيح في النقطة (ا) .

(٣) تؤخذ الزوايا من مركز (م) مقدار (٢٣°٥ر) شمال خط الاستواء وهي الزاوية (ل م ن) لتمثل دائرة السرطان والزاوية ل م ك وتمثل مدار الجدي .

(٤) وتسقط الاشعة من ا نحو ك ونحو ل ونحو ن الى المماس (او لوح التسطيح) وهو (حـ ء) ويمس الكرة الارضية في نقطة (ب)

(٥) وتكون بهذا المسافة بين (ب حـ) هي نصف قطر الجدي و (ب و) هي نصف قطر دائرة الاستواء (الاعتدال) و (ب هـ) نصف قطر دائرة السرطان وهي اصغر الدوائر ويكون مركز الصفيحة هو (ا م) .

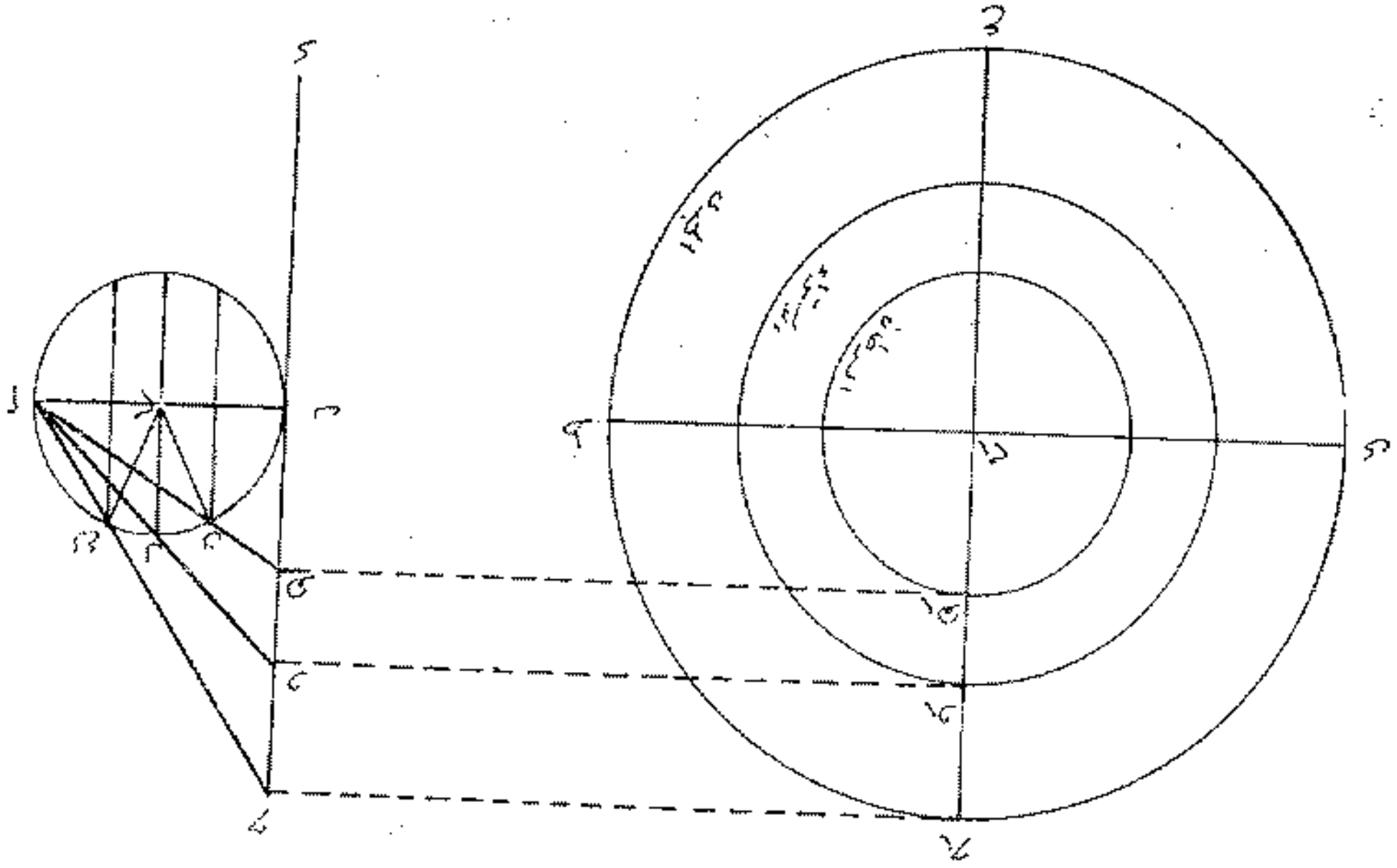
(٦) ويكون خط (احـ ام) هو خط الزوال او نصف النهار و (ا م ع) وتد الارض او خط نصف الليل . وأن الخط (ط ام) خط المغرب و (ا م ى) خط المشرق وأن المركز ا م هو القطب في الصفيحة ومسقط (ب) .

إن هذا النوع في تسطيح الكرة يسمى بالتسطيح الستيريوگرافي اي أن رسم اشعة خط الطول وخطوط العرض للنقط المراد تثبيتها على لوح المرتسم تأتي في الجهة التي تقابلها في الكرة الارضية .

---

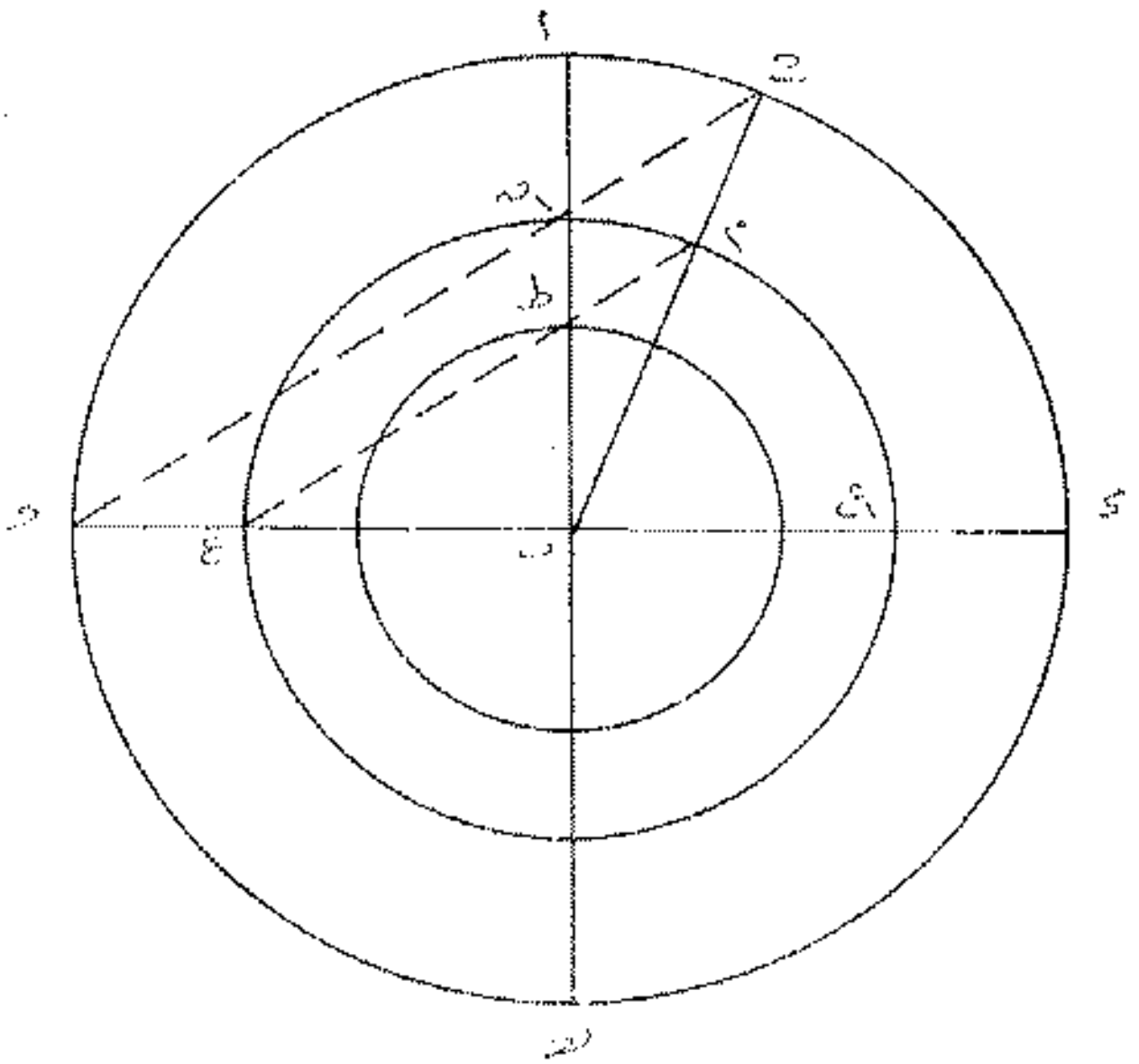
(١) لوحه رقم (١)

(۱) شکل ۳۰



طريقة بسيطة لرسم دوائر الاعتدال والجدى والسرطان [1]

(١) زاوية ا ب ح = ٥ر٢٣° وترسم من مركز (ب) للدائرة التي ترسم اولاً وهي ا ء هـ و.



لوحة رقم (٢)

(٢) يصل ج و . يتقاطع الخط في ق على نصف قطر ا . ب)

(٣) ترسم الدائرة في مركز ب بنصف قطر قدره ب ق وهذا هو خط الاستواء

(٤) نصل م ع

(٥) يتقاطع م ع مع الخط ا ب في نقطة ط .

---

(١) لوحة رقم (٢)

(٦) ب ط = نصف قطر دائرة مدار السرطان .

(٧) اما مقياس الكرة الارضية التي سطحت بهذه الطريقة فقطرها يساوي البعد بين ا ع ، ب اي ان نصف قطرها يساوي نصف الخط ا ع ب .

ويمكن امتحان صحة الرسم هذا برسم الكرة الارضية بالمقدار المذكور ثم تسطيحها بأسلوب آخر فترى ان العملية المذكورة فيما سبق صحيحة .

طريقة بسيطة لرسم دوائر السرطان والاستواء والجدي [1]

(١) ترسم دائرة الاستواء وهي (ط ع هـ) .

(٢) ترسم القطرين ي ع ، حـ ء .

(٣) تأخذ من نقطة ب وعلى الخط ع هـ زاوية قدرها ٥٫٦٦ من مركز (ب) وتعلم على الدائرة (ا ب) .

(٤) ثم تصل هـ ا ب فيقطع الخط الواصل نقطة و على الخط ا ع . فيكون (ب و) هو نصف قطر مدار السرطان .

(٥) ثم تأخذ من نقطة ب واعتباراً من الخط حـ ب زاوية مقدرها ٥٫١١٣ وتعلم على محيط دائرة الاستواء في نقطة ا ط وترسم المسقط اعتباراً من نقطة هـ نحو ا ط فيكون مسقطها هو (ى) ويكون بذلك ب ى هو نصف قطر دائرة الجدي .

طريقة اخرى [2]

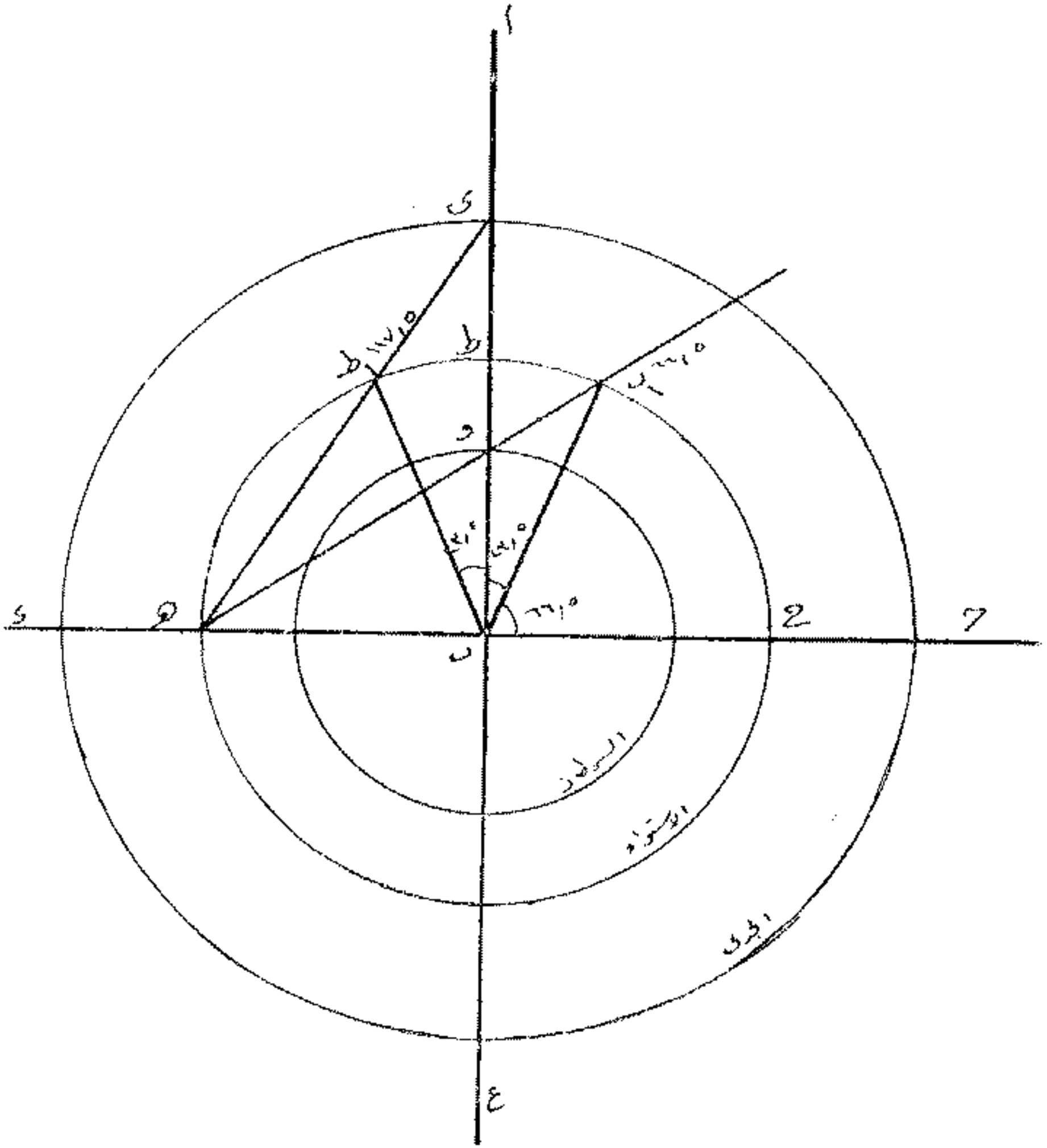
(١) ترسم الدائرة ا حـ ع ح ـ هذه هي دائرة الاستواء وترسم الخطين ع ا و ذ ح يعامد بعضها

(٢) تأخذ ٦٦° ونصف من المركز ب اعتباراً من خط ع ب وتعلم على محيط الدائرة اي ان الزاوية ع ب حـ تكون ٦٦ ونصف وان ملتقاها في المحيط بنقطة (حـ)

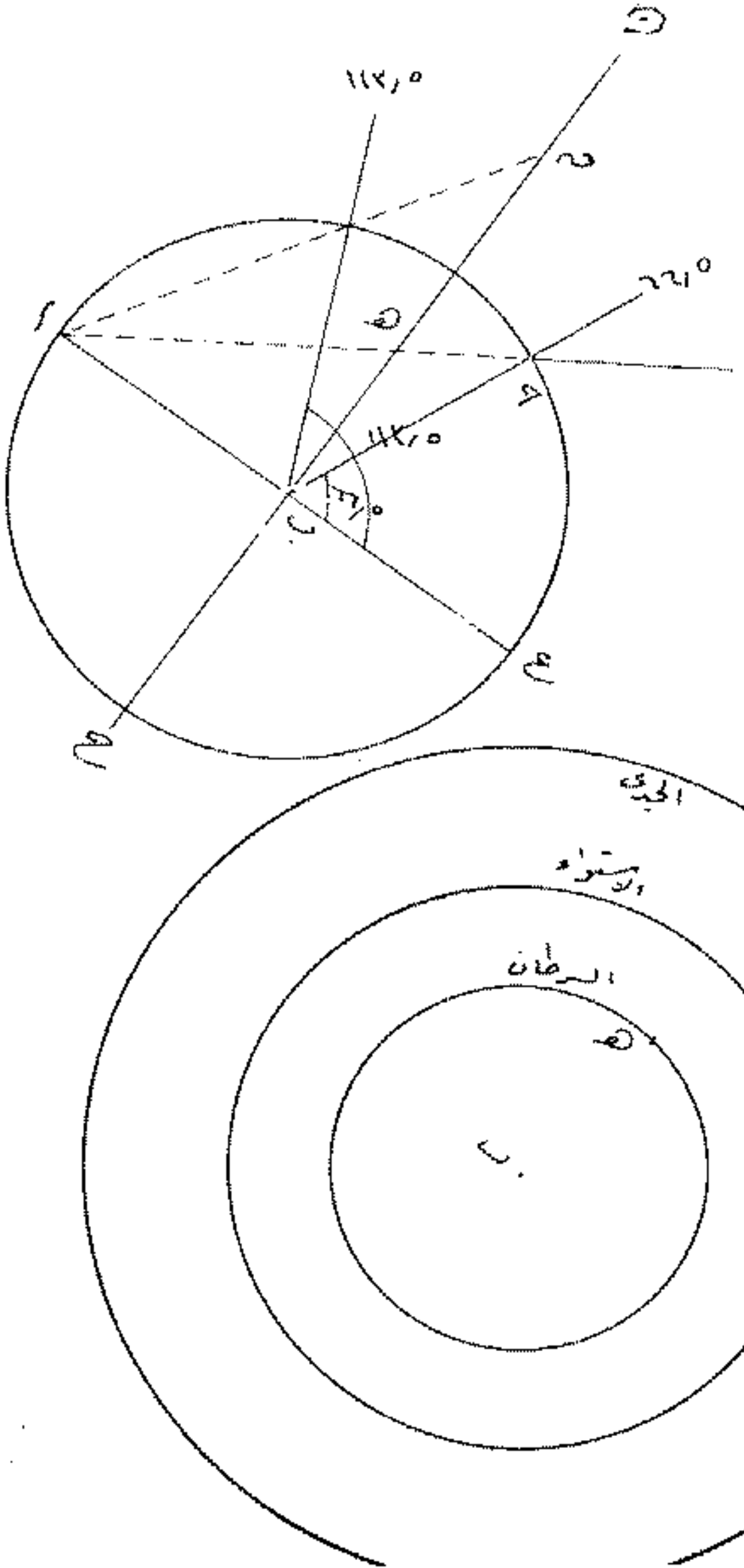
---

(١) لوحة رقم (٣)

(٢) لوحة رقم (٤)



لوحة رقم (٣)


ج
١١٢,٥°
د
٢٢,٥°
أ
ه
ب
١١٢,٥°
٣٧,٥°
جـ
هـ
الجنة
المستوى
الرضا
ه
ب

(٣) مركز خروج الشعاع من نقطة ا . فتوصل نقطة ح بمركز الاشعاع (ا) فتقاطع الخط ن ع في نقطة هـ فيكون ب هـ هو نصف قطر دائرة السرطان .

(٤) ثم تأخذ مقدر ١١٣° ونصف اعتباراً من ع ب فتكون هي نقطة ء

(٥) تخرج الشعاع من ا نحو ء فيلتقي في ق .

(٦) يكون ب ق هو نصف قطر مدار الجدي .

(٧) ترسم الدائرتين المذكورتين وفق انصاف اقطارهـا المذكورة في المادة (٣) و (٥) و (٦) .

(٨) ولمعرفة اصل الكرة الارضيـة التي سطحت بالاسلوب الآنف الذكر ان قطر الكرة الارضية يساوي ع ب وان نصف هذا الخط هو نصف قطر الكرة الارضية التي سطحت بالرسم المذكور .

ولامتحان صحة العمل المذكور تسطح الكرة بالمقياس (اي نصف قطر) بمقدار نصف (ع ب) وبطريقة اخرى فترى ان الدوائر الناتجة في هذا الرسم صحيحة .

كيفية رسم المقنطرات باحدى الطرق[1]

١ — ترسم دائرة ا ب حـ ء وهذه الدائرة تمثل دائرة الاستواء التي تحيط الارض . (وهي دائرة الاعتدال) . وتنقل الى الجهة اليسرى مباشرة في ا ا ب ا حـ ا ء .

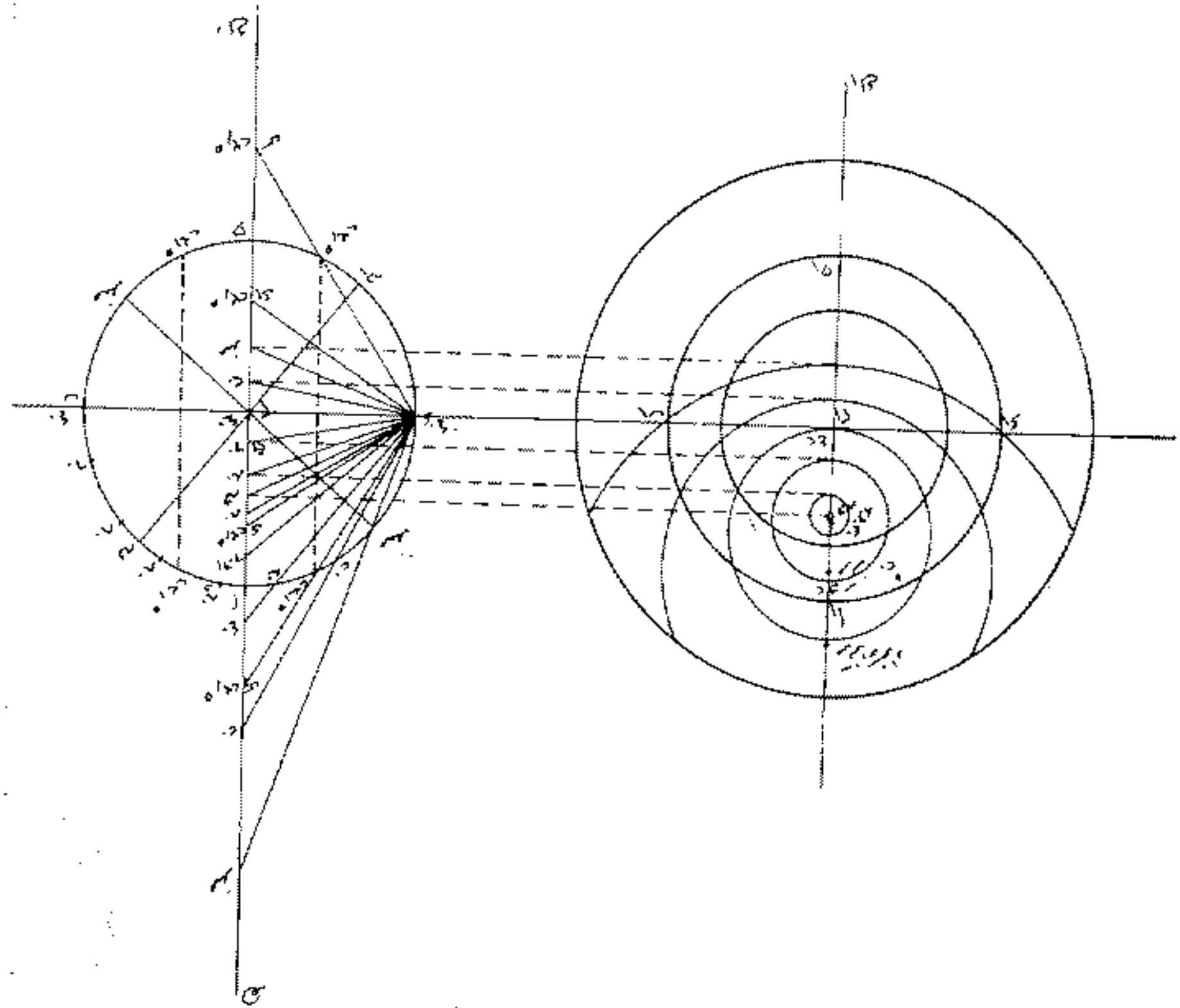
٢ — ان الصفيحة المراد رسمها هي (٤٠° شمالا) في نقطة ب وان مركز الاشعاع يكون في (ء) من النظير وهو ٤٠° جنوباً في الجهة اليسرى في الرسم في نقطة (ء) .

٣ — ان لوح المرتسم الستيريوگرافي هو الخط (هـ ك) الذي يقطع الكرة الارضية من وسطها وهو في الشكل الذي على اليسار يمثل العمود (ا هـ و ا ك) والذي تنقل عليه خطوط العرض (المقنطرات) . وعليه تقع مراكز دوائرها وقسيها .

٤ — تقسم الكرة الارضية المذكورة في رقم (١) الى الزوايا المراد رسم مقنطراتها .

---

(١) لوحة رقم (٥)



وهنا هى الدرجات ٤٠° ، ٦٠° ، ٨٠° (كأمثلة تحتذى لبقية المقنطرات) . ويؤشر كذلك على القطب الشمالي بحرف (ن) وتعين على المحيط النقط المذكورة .

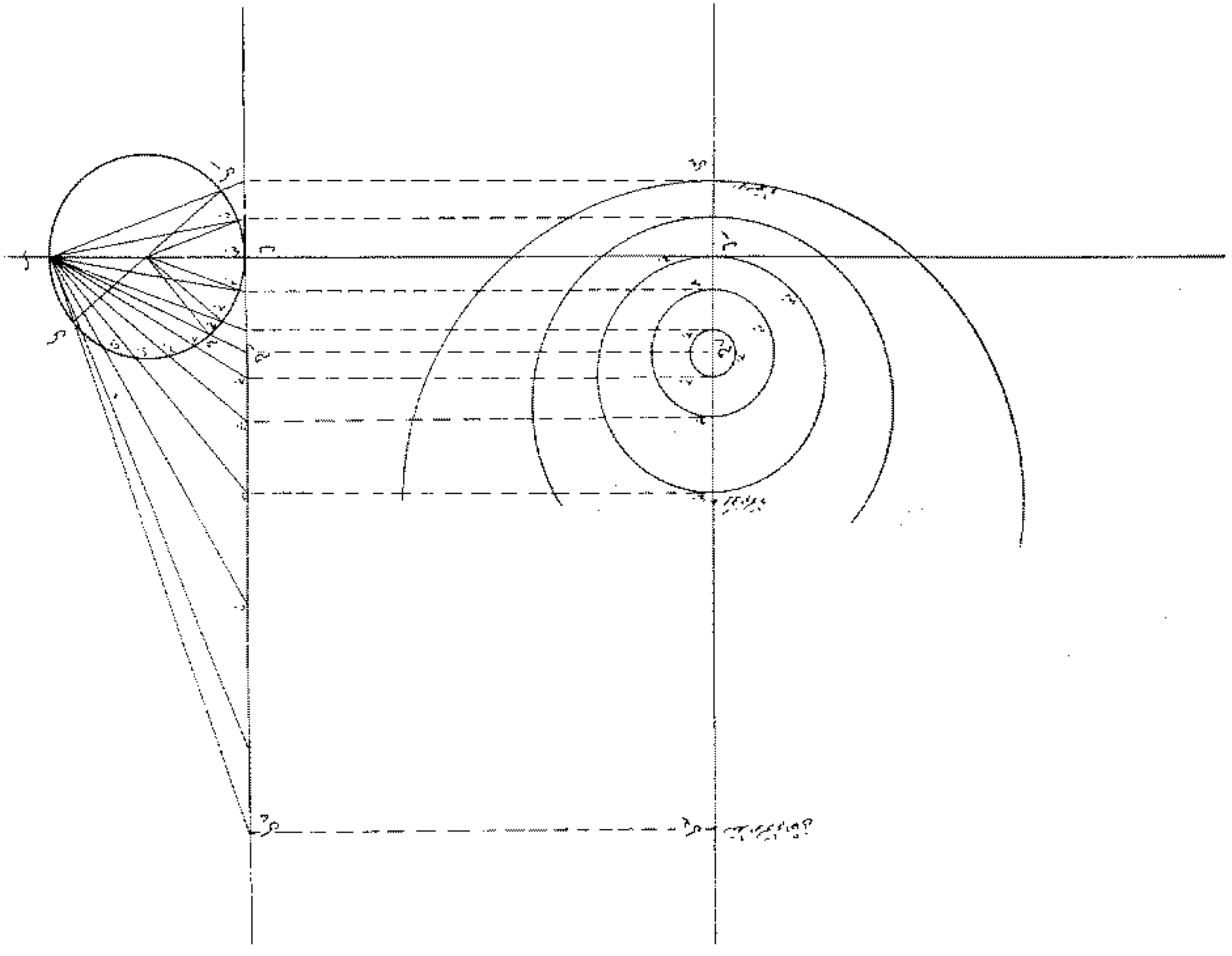
٥ — ترسم المساقط لهذه النقط على لوح المرتسم ويؤشر عليها على هذا اللوح (هـ ك) في جهتي الكرة الارضية اي في جهتي ن . فمثلا المسقط (ء و) يمثل ٦٠° في جهة اليسار وكذلك مسقط (ء ع) يمثل ٦٠° في الجهة الاخرى وان نصف المسافة بين مسقطيها اي نصف البعد بين (ا و ، ا ع) هو نصف قطر المقنطرة للدرجة ٦٠° . كما هو مؤشر في الخطوط المقطعة التي تنتهي على عمود (ا هـ ا ك) . أي أن دائرة الدرجة ٦٠° تكون محصورة بين المسقطين (٢ ع ، ٢ و) . وهكذا تؤخذ مساقط بقية الزوايا للمقنطرات المختلفة .

٦ — اما مدار الجدي ومدار السرطان . فتأخذ زوايا بمقدار ٥ر٢٣° في جهتي العمود (هـ ك) وذلك اعتباراً من المركز م فالخط المنقطع الذي في يسار الدائرة في شكل رقم (١) وعلى نهايتيه رقم ٥ر٢٣° هو خط مدار الجدي فاذا اسقطنا الاشعة نحو رأسي هذا الخط من نقطة (ء) تكون نقط المسافة هى (س و ا س) فبمركز (ا م) على (ا هـ ا ك) يكون نصف قطر دائرة الجدي هى نصف المسافة بين (ا س و س) أما مدار السرطان فيمثله الخط المنقطع في يمين شكل رقم (١) ومسقط طرفيه هما النقطتان (ي و اي) ومن مركز (ا م) على خط (ا هـ ا ك) يرسم المدار بنصف قطر مقداره نصف المسافة بين (ي و ا ي) .

طريقة أخرى لرسم المقنطرات[1]

ولكي نرسم المقنطرات ، خطوط العروض الجغرافية نرسم اولاً الكرة الارضية التي يراد تسطيحها . ثم نحدد العرض الجغرافي الذي تصنع الصفيحة له وفي هذا الرسم نفرض بأن عرض ٤٠ شمالاً هو العرض المطلوب .

(١) لوحة رقم (٦)



(١) يكون عرض ٤٠° شمالاً في نقطة (ب) كما في الرسم ونوصل (ا ب) ونمد الخط على استقامته الى نقطة (ا ت) مع العلم أن مركز الاشعاع هنا هو (ا) اي ٤٠° جنوباً . ويكون (س ١ س) خط الاستواء بالنسبة للكرة المرسومة . وتكون نقطة (ن) التي تبعد عن ٤٠° شمالا بمقدار (٥٠°) هي القطب الشمالي .

(٢) نرسم المماس للكرة الارضية الذي يمسها في جهة اليسار بنقطة ٤٠° شمالا . ويكون هذا المماس موضع مختلف المساقط لمختلف العروض الجغرافية المطلوبة على الصفيحة والمماس هذا هو (٢س ١ س) (شكل ١) .

(٣) نعين مسقط القطب الشمالي على الصفيحة ٣ س مسقط الاستواء من الجهة الاخرى وذلك بأن نسقط شعاعاً من (ا) نحو (ن) فيقع المسقط على نقطة (١ ق) على المماس ثم يرسم موازٍ لخط ب ـ ١ ب فيلتقي في نقطة ٢ ن على العمود الموازي للماس وهذا يكون مسقط القطب الشمالي على ٣س ، ٤س .

(٤) لنعين الآن خط الاستواء بالنسبة الى هذه الصفيحة فتكون نقطة ١ س ونقطة س ملتقى خط الاستواء بمحيط الدائرة فنرسم الاشعة التي تنبثق من (ا) نحو ١ س و س فتقع النقطتان ١ س و ٢ س على العمود المماس وتكون المسافة بين ١ س و ٢ س هي مدى امتداد خط الاستواء أو بعبارة اخرى يمثل قطر الدائرة التي ترسم على الصفيحة جزئياً وتمثل دائرة الاستواء ولوقسمت هذه المسافة على اثنين لكان نصف القطر لدائرة الاستواء المراد رسمها على الصفيحة في شكل (٢)

ولكي يرسم الاستواء، يرسم الموازي (١ س م) ويكون هذا في نقطة م امتداد خط الاستواء او نقطة البداية لتحديد مسافة نصف القطر وهي نصف المسافة بين (م) ونقطة (٣ س) . وبايجاد المركز يرسم قوس الاستواء . وهكذا نجد أبعاد مساقط الدرجات المماثلة في جهتي (ن) .

وبالمثلثات الكروية لو أردنا ان نجد بعد الزاوية ٦٠° بالمسافة من نقطة اربعين نقول

انها تبعد بمقدار ظل نصف الفرق مضروباً بـ ٢ نصف القطر أي (2 Rtan 1/2 20) اي الفرق بين ٤٠ و ٦٠° ويساوي الفرق ٢٠ درجة فيؤخذ نصفها .

واذا أردنا ان نجد البعد لدرجة ٦٠° الثانية والتي تقع في الجهة الاخرى من الارض أي الى اليمين من الرسم فيكون (2 Rtan 10) اول بعد عن ٤٠ نقول ان البعد من ٤٠° وهي المركز الى القطب ٥٠° في النصف الايسر ثم ٣٠° زيادة من القطب الى ٦٠° في الجهة اليمنى فيكون البعد ٥٠ + ٣٠ = ٨٠ واذا طبقنا المعادلة تكون (2 Rtan 1/2 80) او (Rtan 40) (٢) ثاني بعد عن أربعين ويمكننا بهذه الطريقة ان نجد المسافات ونستخرج انصاف اقطار المقنطرات .

طريقة سهلة لرسم المقنطرات(١)

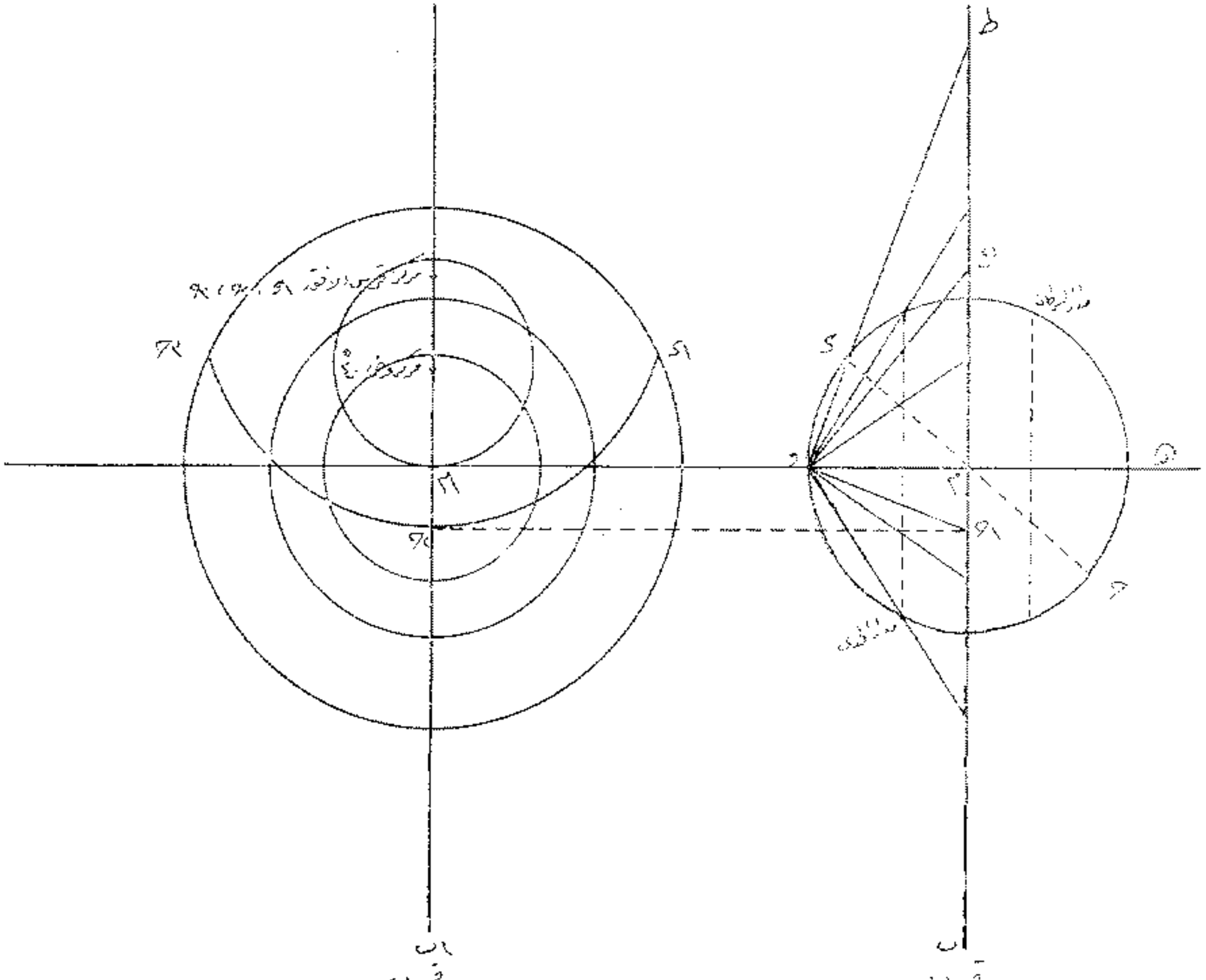
إن اسهل طريقة لرسم المقنطرات هي ما يلي : —

(١) ترسم الكرة الارضية التي يراد تسطيحها ونعلم على العرض الجغرافي المطلوب وليكن ٣٠° شمالا . فتعلم على زاوية ٣٠° شمال خط الاستواء على محيط الكرة الارضية في الجهة اليسرى وفي الجهة اليمنى على خط ٣٠° جنوباً وهي التي تقابل الاولى .

(٢) إن معنى انتخابك ٣٠° شمالا هو ان الاشعة سيكون مركزها في ٣٠° جنوباً فتعلم عليها على محيط الكرة الارضية المذكورة .

(٣) تنتخب المسافات التي تريدها بين المقنطرات وليكن هنا ١٥° بين درجة واخرى يراد رسم قوسها ، والمهم هنا هو أن نجد مراكز الاقواس المختلفة والتي هي جزء من دائرة يكون جزءاً منها داخل الاصطرلاب وآخر في الخارج .

(٤) تقسم محيط الكرة الارضية الى الدرجات المطلوبة وفي الرسم هنا تضع خط الاستواء ثم ١٥° ، ٣٠ ، ٤٥ ، ٦٠ ، ٧٥ ، ٩٠ اي ان الفرق ١٥° بين كل مقنطرة واخرى وقد اتخذت هذه الارقام على سبيل المثال والوضوح . ولا تنس ان تضع هذه الزوايا في جهتي الكرة الارضية في الجهة اليمنى والجهة اليسرى اعتباراً من خط الاستواء وخط



الاستواء هذا يمثل القوس الاول الذي يمثل الافق على صفيحة الاسطرلاب .

(٥) ترسم عموداً مماساً لدرجة ٣٠° شمالا وفي الرسم هو هـ ١هـ . ويعتبر هذا المماس صفحة المساقط وعماد تسطيح الكرة الارضية .

(٦) تسقط الأشعة من ٣٠° في يمين الشكل نحو نقط الزوايا التي اخذتها في رقم (٤) وتمد على استقامتها الى لوح التسطيح وهو العمود المماس هـ ١هـ .

(٧) ولكي ترسم المقنطرات تجد المسافات بين الدرجتين المتماثلتين ونصف المسافة بينهما هو نصف قطر القوس الذي يخص تلك الدرجة فمثلا اذا اردت ان ترسم قوس (٤٥°) تجد نقطة في مسقط ٤٥° على المماس (١هـ هـ) ويكون في الرسم البعد هو (و ه) . ولكي ترسم القوس للدرجة المذكورة يكون نصف القطر هو نصف المسافة بين (و ه) .

(٨) اما بداية القوس المذكور على المرتسم ٢هـ ٣هـ في (شكل ٢) فيكون فوق درجة ٣٠° بمقدار البعد بين ٣٠° و ٤٥° على المماس (١هـ هـ) وتؤخذ مسافة نصف القطر اعتباراً من مسقط ٤٥° على المماس ٢هـ ٣هـ وهو الذي يمس قوس ٤٥ على المماس ٢هـ ٣هـ وكما هو مؤشر على (شكل ٢) بالنسبة الى المراكز المختلفة العروض المختلفة وكذلك المسافات على (شكل ١) .

تبسيط طريقة رسم المقنطرات وفق ما جاء بدائرة المعارف الاسلامية[1]

والمراد رسمه صفيحة لدرجة ٤٠°

(١) ترسم الكرة هـ ح و ى) اولاً ومحيطها هو دائرة الاستواء ، وهذه الدائرة هي نفس الدائرة التي تمثل الاستواء (أو دائرة الاعتدال) على الصفائح .

(٢) يرسم المماس عمودياً على الدائرة وهو ماراً بمركزها ا ب ويقطعها بنصفين متساويين. وهذا العمود هو لوح مساقط جميع النقط التي يراد رسم مقنطراتها (عروضها) وعليه تعين مراكز الدوائر لتلك العروض التي تمثل اقواساً من هذه الدوائر في داخل الصفيحة .

---

(١) لوحة رقم (٨)

(٢) يرسم خط الاستواء ح ء وهو مائل ٤٠ درجة وان هذه الدرجة هي مركز الاصطرلاب وتمثل الدائرة ٤٠ درجة والعرض ٤٠ الذي تصنع له هذه الصفيحة .

(٤) إن مركز الاشعاع لجميع المساقط هو نقطة ء التي تمثل موقع ٤٠° من العرض .

(٥) يرسم العمود (١١ ١ ب) في الجهة اليسرى ومن مركز (١ م) ترسم دائرة الاعتدال بقدر الدائرة (هـ ح و ء) .

(٦) والكيفية ايجاد انحراف اقطار اقواس المقنطرات علينا ان نجد مساقط الدرجة المطلوبة وهنا مساقط درجة ٤٠° اي المسقط في جنوب خط الاستواء والمسقط لدرجة ٤٠ في شمال خط الاستواء ويكون البعد بينهما هو قطر الدائرة التي تمثل ٤٠° وفي الرسم رقم (١) يكون مسقط ٤٠° في جنوب خط الاستواء النقطة (م) ومسقط ٤٠° شمال خط الاستواء هو (ك) والمسافة بين (ك ، م) تمثل قطر درجة ٤٠° . ولكي ترسم مقنطرة ٤٠° يسقط الخط (م ١ م) نحو العمود (١١ ، ١ ب) فنقطة ١ م تكون المماس للدائرة التي تمثل ٤٠° والنقطة الاخرى التي تكون المماس للدائرة نفسها في الجهة المقابلة لها هي النقطة (١ ك) الناتجة من أثر سقوط الاشعة ك الى العمود (١١ ١ ب) . ان نصف المسافة بين المسقطين اي (١ م ، ١ ك) هي مركز لدائرة العرض ٤٠° .

(٧) وهكذا تؤخذ زوايا العروض في شمال وفي جنوب خط الاستواء وتجد البعد بين المسقطين فنصف هذا البعد هو مركز الدائرة التي تمثل هذا العرض .

(٨) اما مدار الجدي ومدار السرطان فيرسمان على الدائرة في (رقم ١) وتسقط اشعتها على العمود (١ ب) واحدهما في شمال دائرة الاعتدال والآخر في جنوبها ومركز دوائرهما هو نصف البعد بين مسقط طرفيها على العمود المذكور . وينقلان طبعاً على (رقم ٢) .

(٩) أما مركز دائرة الافق فنصف البعد بين ط و ١ ح وهما مسقط طرفي الاستواء وهو على الصفيحة ١١ الافق (ء و ح) في رقم (١) وفي رقم (٢) ١ ء و ٣ ح .

في رسم القسي (خطوط الطول)

(١) ترسم الكرة الارضية التي يراد تسطيحها على مرتسم مستوى وبنصف قطر حسب ما تشاء مع الاخذ بنظر الاعتبار ابعاد الصفيحة التي سترسم عليها القسي (خطوط الطول) كي تظهر الصفيحة كلها بالرسم كاملة بكل قسميها .

(٢) في الشكل المرسوم هنا رسمت الكرة الارضية (ا هـ ب) . وسقط الاشعاع على ٣٠° شمالاً (وهو عرض مدينة البصرة في العراق) وفي الرسم تمثلها نقطة (ب) يأتي من ٣٠° جنوب من الجهة المقابلة على الكرة الارضية . اي من نقطة (ا)

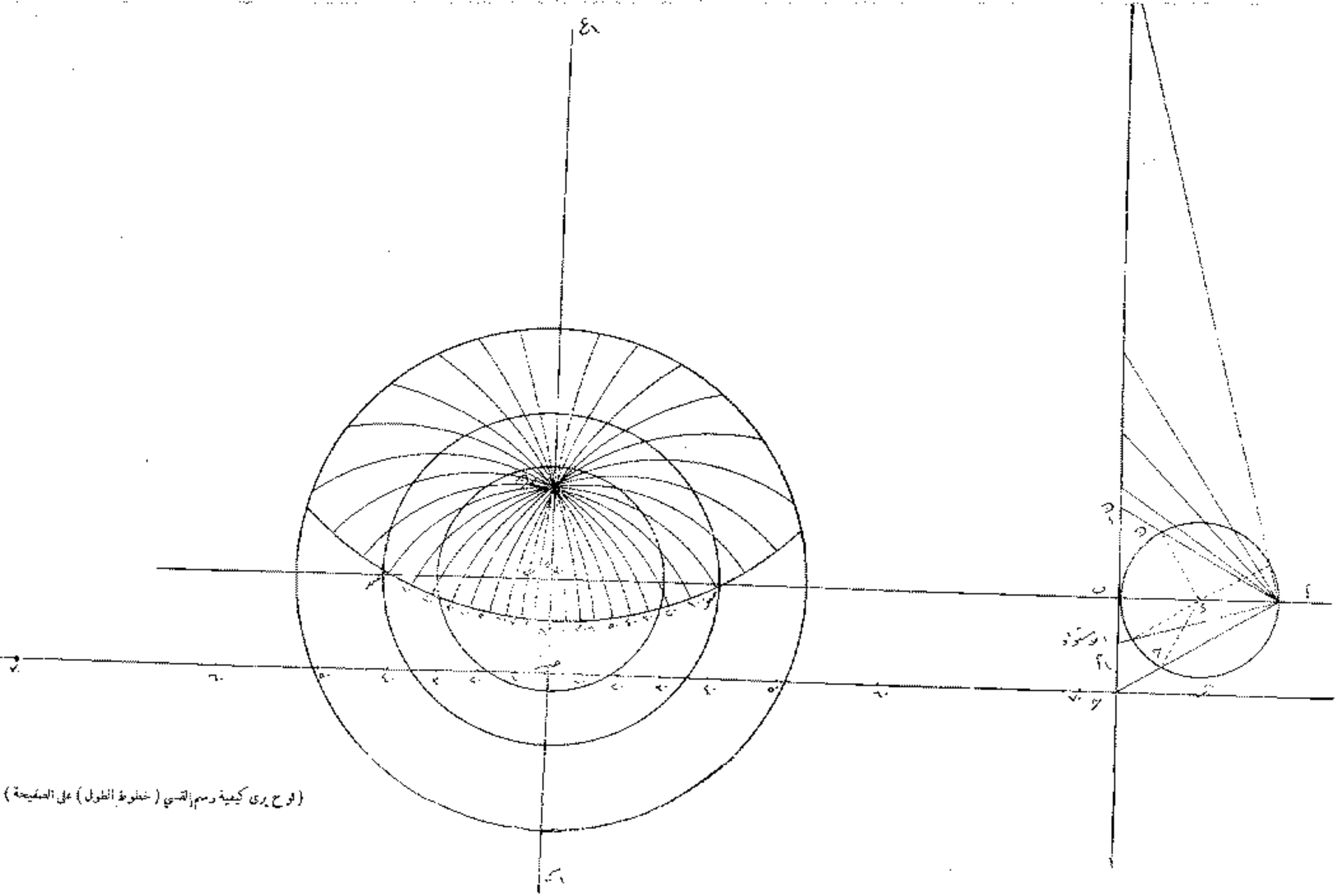
(٣) ترسم الماس المار من نقطـــة (ب) ويكون في في الرسم ع س . وهو الذي سنسقط عليه كل اشعة المرتسم لمختلف الخطوط .

(٤) نمد قطر الدائرة (ا ب) على استقامته الى مسافة وفق الرغبـة ونضع على بعـد مناسب نقطة عليه ا ب وتعتبر هذه النقطة موقع العرض (٣٠° ش) وبعين الوقت تكون القطب للصفيحـة المطلوبة . وحول هـــذه النقطة ترسم دوائر مدار السرطان ، ودائرة الاستواء ، ودائرة الجدي . وبذلك تحدد امتداد الصفيحة وفق مقياس الرسم المستند على حجم الكرة الارضية المرسومة .

(٥) ترسم عموداً موازياً للماس ع س على نقطـة ا ب وهي موقع ٣٠° ش . ثم تمـد العمو على استقامته في اتجاهيه . فيكون ا ع ا س .

(٦) تعين موقع القطب الشمالي على العمود ا ع ا س وذلك بأن تأخذ من مركز ء في الدائرة زاوية قدرها ستين درجة اعتباراً من (ء ب) (اي في زاوية (٣٠°) الى القطب . فيكون لديك النقطة ⊙ على المحيط هي موقع القطب الشمالي للصفيحـــة . ولتعيين موقع القطب على المرتسم ترسم شعاعاً ساقطاً من نقطة (ا) وهي ٣٠° جنوباً الى نقطة ⊙ وتمـد الى المماس ويكون مسقط القطب الشمالي النقطة ا⊙ .

(٧) تأخذ بمقـدار (ب ⊙) على العمود ا ع ا س اعتبـاراً من ا ب فيكون موقع



(لوح يرى كيفية رسم القسي (خطوط الطول) على الصفيحة)

القطب الشمالي هو ٣ ⊙ .

(٨) نجد في الجهة اليسرى مقدار ٣٠° جنوباً وهي حـ و نرسم مسقطاً لها من نقطة ا فيكون فسقطها حَ على المماس ع س وفي نقطة ١ حـ نرسم موازياً للخط الممتد من ا ب على استقامته ويكون هذا الخط قاعدة لرسم الزوايا المختلفـــة للدرجات ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ الخ . . . ويؤخذ الزاوية في القاعدة المذكورة نحو القطب الشمالي ٣ ⊙ فيبدأ بدرجة ٨٠° اي ان تكون الزاوية الرأسية المصنوعة مع القطب مقدار عشر درجات ثم ٢٠° اي خط ٧٠ وهلم جرا .

(٩) تعتبر المراكز المأخوذة على خط القاعدة انصاف اقطار للقسي (خطوط الطول) المرسومة مرةً بنقطة القطب كما في الرسم .

(١٠) ويلاحظ ان الافق وخط طول صفر ودائرة الاستواء تلتقي كلها في نقطـــة واحدة في الصفيحة وأن العمود ا س ، ع الموجود ضمن الصفيحة تمثل خط طول (٩٠°) وهو خط نصف النهار ونصف الليل بالنسبة الى عرض ٣٠° . ويسمى كذلك خط السمت والنظير .

رسم الساعات الزمانية والاعتدال

الساعات : —

يبدأ اليوم عند العرب في غروب الشمس الى الغروب الذي يليه . وهذه هي الساعات التي تستعمل عادة على الاصطرلاب وتسمى (الساعات الزمانية) او الساعات غير المتساويـة (المعوجـة) . اي ان النهار اذا كان طويلاً يقسم الى ١٢ قسماً مهما كان طوله في الصيف وكذا الليل القصير يقسم أيضاً الى ١٢ قسماً مهما كان قصره ، وتعتبر الساعة السادسة هي منتصف الليل بدل الساعة الثانية عشرة المستعمل الآن . اما ساعات الاعتدال (المستوية) وهي تماثيل الساعات الافرنجية والساعة هذه تساوي ١ من ٢٤ جزءاً من مجموع الليل والنهار وعلى الاصطرلابات ترقم عادة ايضاً من بدايتها عند مغيب الشمس اي في وقت الغروب .

ويرسم النوعان من الساعات عادة تحت الافق في صفائح الاصطرلاب . اما ان تنفرد بعض الاصطرلابات بنوع واحد من الساعات وعادة الغالب الساعات الزمانية ويبدأ تعدادها اعتبارا في بداية افق المغرب في عين اسفل الاصطرلاب وتكون الساعة السادسة على خط وتد الأرض تحت الافق . وآخر جزء اي ١٢ عند نهاية الافق في المشرق .

وترسم على بعض الاصطرلاب الساعات الزمانية ، والمستوية او ساعات الاعتدال معاً أو أن ينفرد بعضها بالساعات الاعتدالية فقط .

فترسم كلها لاطول ساعات ذلك الغرض او أن ترسم اجزاؤها في جنبي خط وتد الارض وتبقى الساعة السادسة على وتد الارض وزيادة الساعات تكمل في نهاية افق المشرق وقد تمتد الى ١٤ ساعة ونيف .

١ — تقسم الدائرة في الجنوب وشمال وفي اليمين وفي اليسار الى قطاعات اربع كل قطاع يقسم الى ٦ أقسام . وتعين نقط انقاسيم هذه على مدار الهدي . (الدائرة الخارجية من الاصطرلاب) .

٢ — يوضع مركز البركار في نقطة (حـ) ويمد الى نقطة ب ويؤخذ اول خط الساعات وهو خط ا .

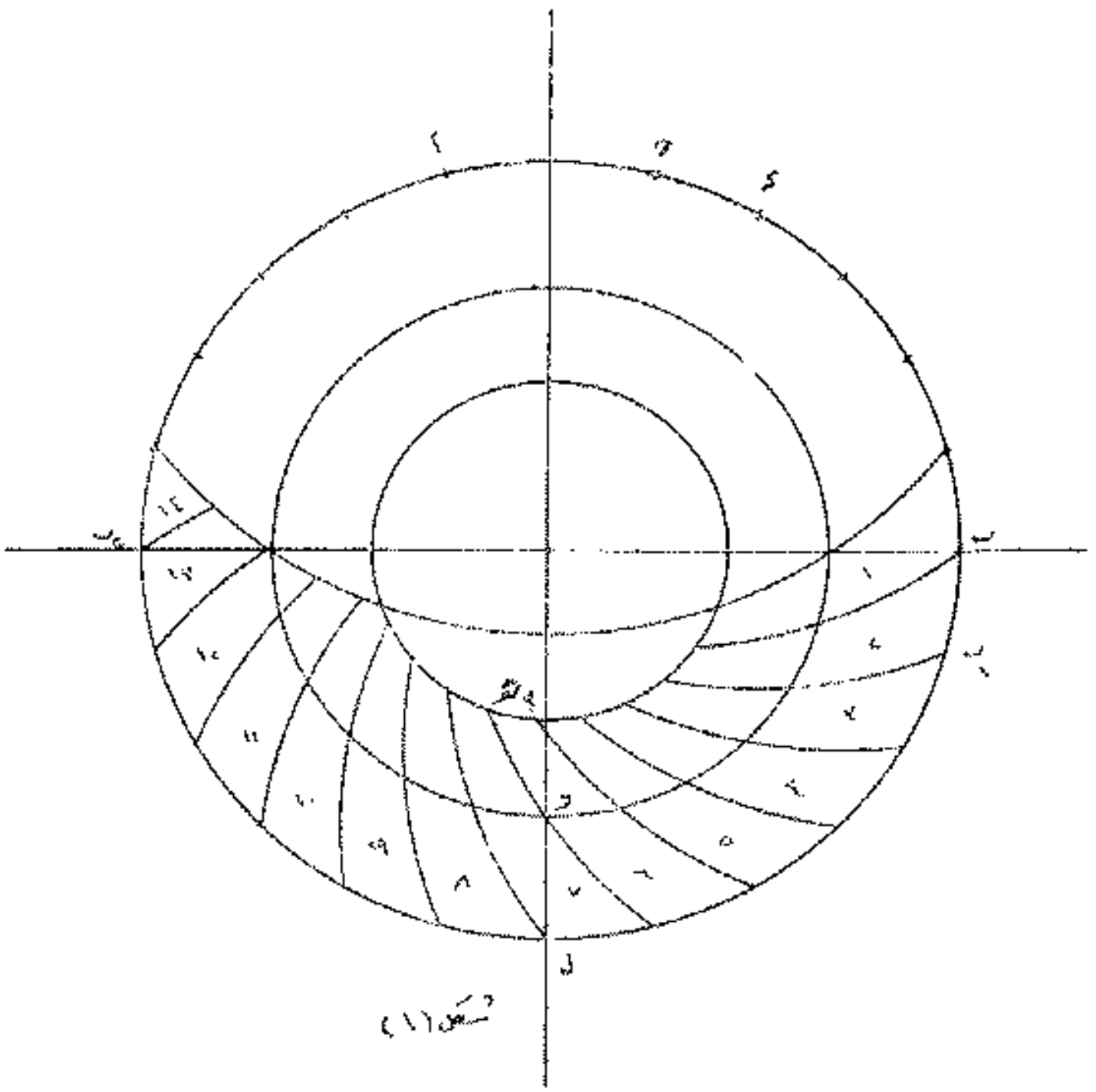
٣ — يرفع ويوضع ثانية في و بدون ان تتغير فتحة البركار ويؤخذ القوس من نقطة ا ب وهو قوس ساعة (١) وهكذا في كل نقطة تالية والتي تليها تؤخذ اقواس الساعات بحيث تقطع الساعة ٦ مدار خط الاستواء في نقطة و (شكل ١) [1] .

٤ — وفي بعض الصفائح ترسم اقواس الساعات معقوفة الى اليمين كما في الصورة الى ساعة ٦ الذي ينقطع عند مدار الاستواء وهو هـ و اما باقي الاقواس في اليمين فتبقى على حالها بأن تصل الى مدار السرطان .

ثم يحول البركار الى نقطة (ا) وبفتحة ا ٢ ب ترسم الاقواس حتى ساعة ٨ باتجاه

---

(١) لوحة رقم (٩)



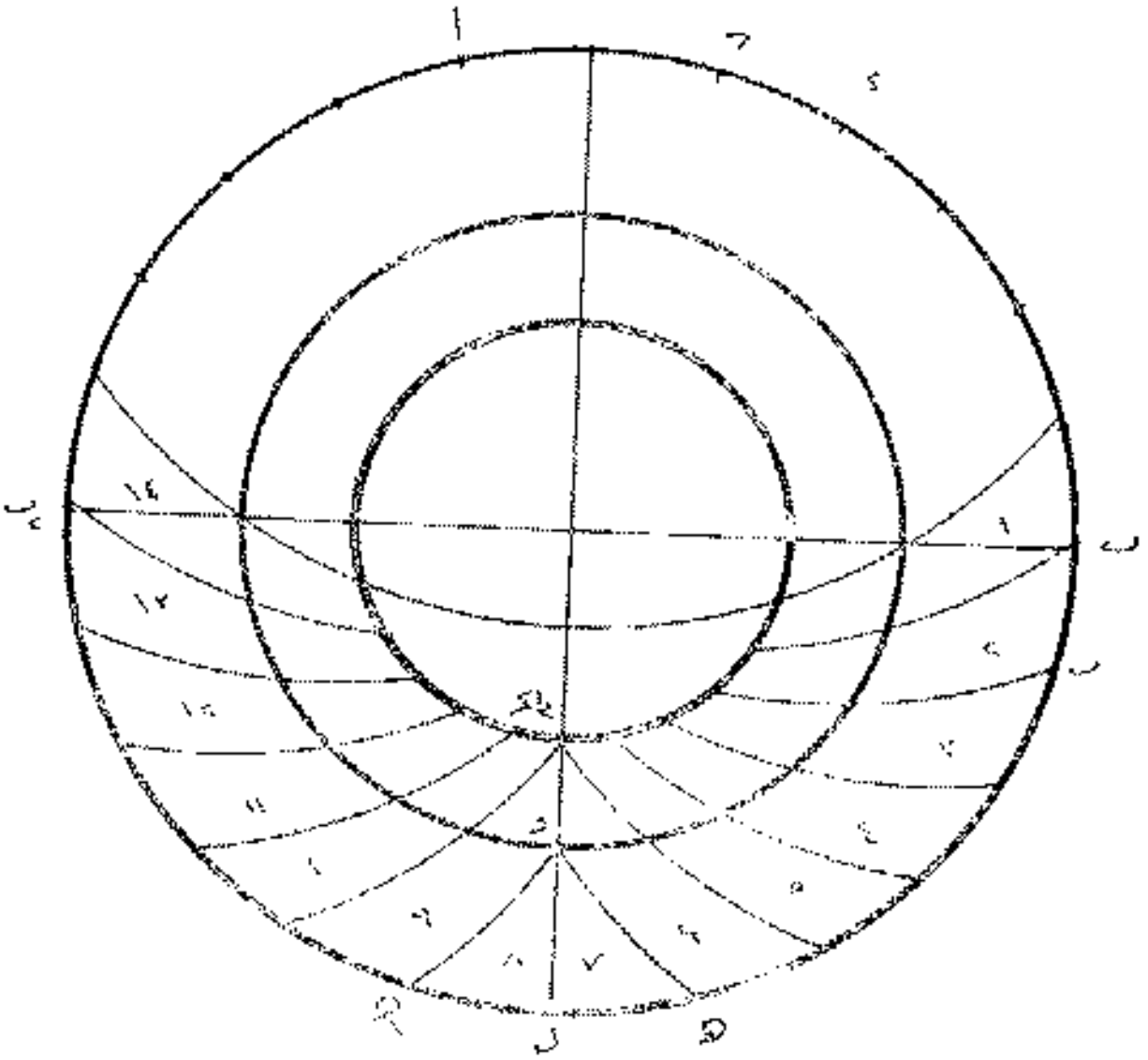
لوحة رقم (٩)

معاكس للقسم الاول الذي على اليمين ومتناظره مع اقواسه . وساعة ٨ يلتقي بـ ساعة ٦ في نقطة و وهو قوس ١ هـ و .

وقوس ساعة ٥ ونظيره ساعة ٩ يلتقيان في نقطة عند مدار السرطان ٣ هـ كما في شكل (٢)[1]

هذه حالتان للرسم اما الاقواس كلها اقواس الدوائر متداخلة وكلها باتجاه واحد ومجموعها ١٤ ساعة . أو نفس العدد ولكن باتجاهين متناظرين ولا يغير هذا من التقاء

(١) لوحة رقم (١٠)



شكل رقم

لوحه رقم (١٠)

النقط على الدوائر المتداخلة بنفس المكان الذي كانت تلتقي بها النقط في الحالة الاولى .

وتكون الساعة ٧ في هذه الحالة (عند رسم اتجاهين معاكسين) الخط (و ل) يمثل ساعة ٧ [1].

(رسم الساعات المعوجة على ربع الاسطرلاب)

يرسم ربع دائرة .

(١) يقسم القوس الى ستة اقسام متساوية ١٥° كل قسم منها .

(٢) تؤخذ فتحة لاعلى التعيين من نقطة (س) ويرسم قوس صغير وبعين الفتحة بنقل

---

(١) لوحة رقم (١٠)

مركز الفرجار الى نقطة (١) وترسم الفتحة كما هي وبعين المقدار فيتقاطعان في نقطة .

(٣) تكبر فتحة البركار ثانية أي فتحة اطول من الفتحة الاولى ويرسم المتقاطعان بانصاف اقطار من نقطتي (ا) و (ب) .

ومحل تقاطعهما يكون م .

(٤) توصل النقطتان (ه) و (م) وتمدد على أن تلتقي بامتداد الخط (ب ء) .

(٥) تعتبر نقطة (ح) وهي امتداد نقطتي ه م مركزاً منها ترسم الاقواس .

(٦) ارسم قوس (ب ا) من مركز ح .

(٧) اما نصف قطر القوس الذي يمر بـ (٢) فانه نقطة تبعد عن ٢ وعن (ب) بمقدار متساو وهنا هي نقطة ء .

اما باقي الاقواس فاننا نجدها بأن نوصل رقم ٣ بـ (ب) ونجد الزاوية ٣ ب ء وترسم هذه الزاوية على ضلع ٣ ب وتوصل ضلع الزاوية نحو الخط ب ء . وملتقاه بالضلع المذكور يؤلف رأس المثلث المتساوي الزاويتين وهذا هو مركز الدائرة التي تمر بنقطة (٣) وكذلك نصل خطاً من ٤ الى ب نقيس الزاوية الحاصلة من ٤ ب ء ونرسم نفس الزاوية وبمقدارها في نقطة ٤ . ونصل بالضلع ب ء كذلك وملتقاه بها يكون مركز الدائرة التي ترسم نحو ٥ . وكذلك نقطة ٥ .

اما نقطة ٦ فبنصف الخط (ب ء) وهذا النصف يعتبر نصف القطر للدائرة (ب ء) مأراً بالرقم ٦ [١] .

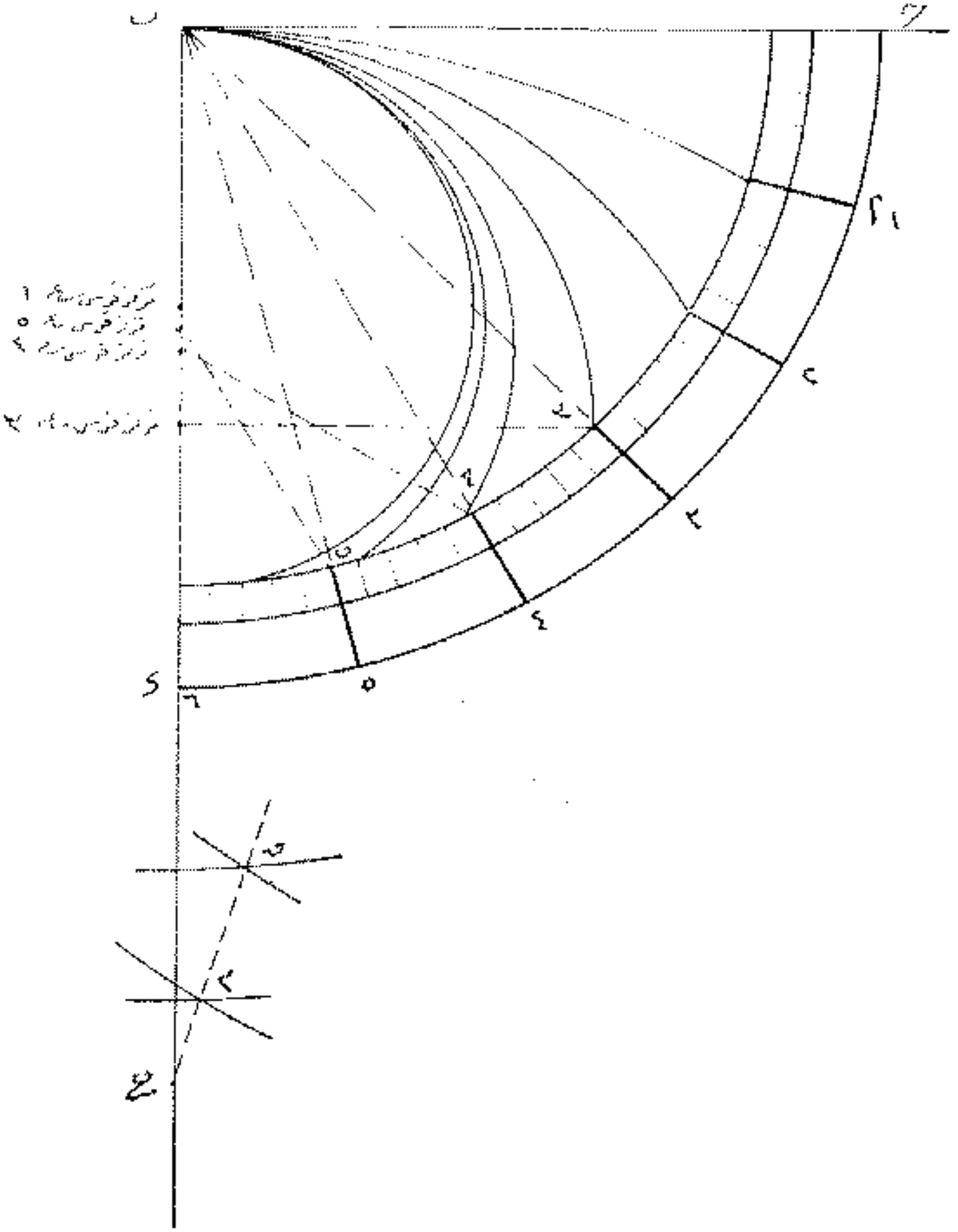
الساعات العمومية [٢]

(١) ترسم الصفيحة بما فيها مدار الجدي وخط الاستواء ومدار السرطان دوائر ا ، ب ، ح .

---

(١) لوحة رقم ١١

(٢) لوحة رقم ١٢



لوحة رقم (١١)

(٢) يرسم الافق المطلوب للصفيحة بالنسبة الى العرض الجغرافي وفي الرسم (ء هـ) .

(٣) يرسم خط نصف النهار ووتد الارض وهو الخط العمودي ١ ١ .

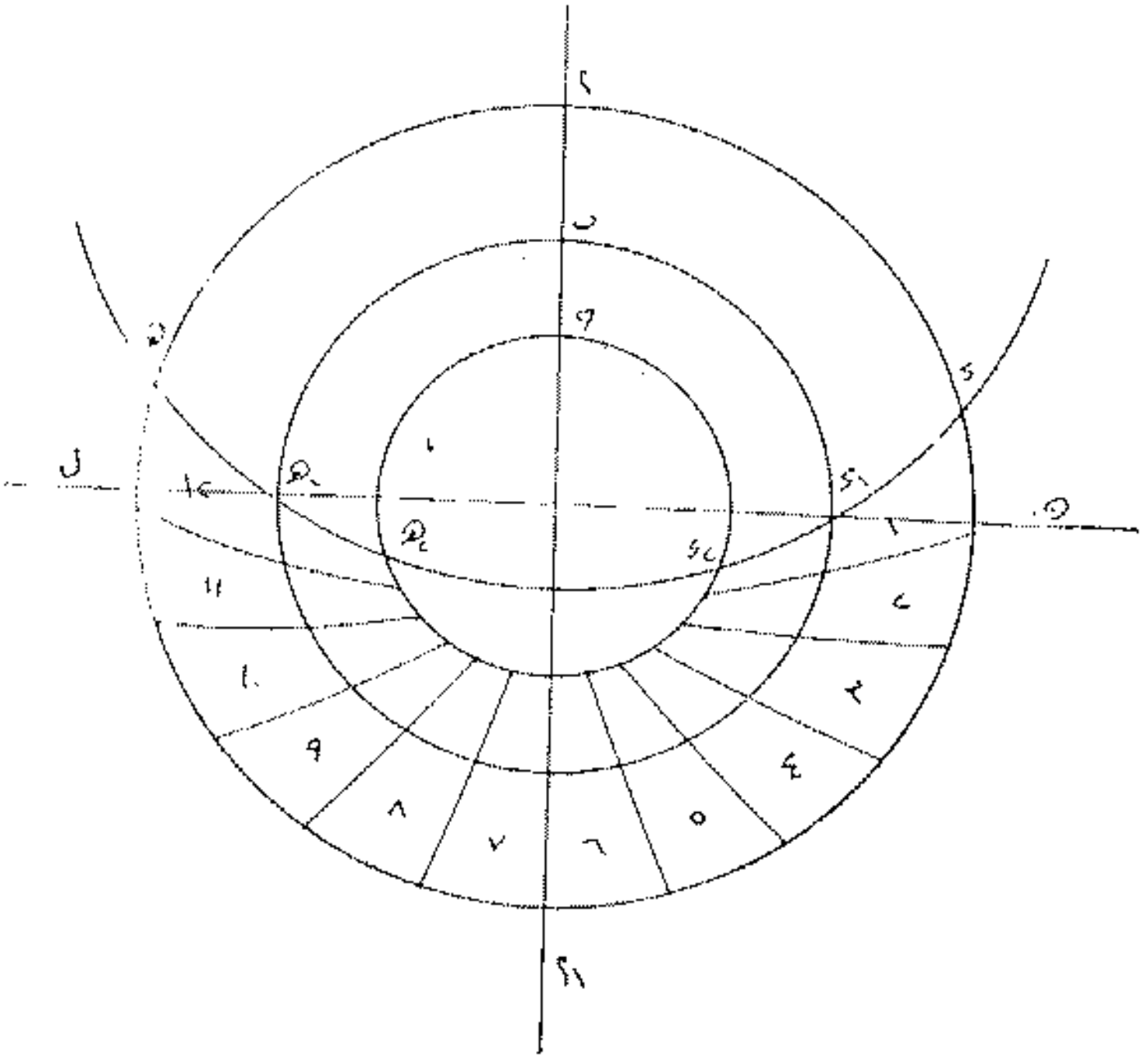
(٤) ويرسم خط للشرق والمغرب وهو ص ل .

(٥) يقسم القوس ٢ ء ٢ هـ الى اثنى عشر قسماً متساوية .

(٦) « « ١ ء ١ هـ « « « « « .

(٧) « « ء هـ « « « « « .

(٨) توصل نقاط التقسيم في هذه الاقواس بواسطة المنحنيات القوسية . وهذه المنحنيات هى الساعات الزمانية الاثنى عشر وتبدأ بالعد من نقطة ء الى ١ ، ٢ الخ ويكون الخط العمودي يمثل الساعة السادسة ونصف النهار أو الزوال . وآخر جزء يمثل الساعة ١٢ وهو وقت المغرب .



لوحة رقم (١٢)

تعريف الساعات الزمانية والمعتدلة

الساعات المعوجة (الزمانية) : وهي التي ترسم على الصفائح عادةً وعددها ١٢ ابداً . وسميت بالمعوجة لانها تتبع طول الليل والنهار في مختلف المواسم. والساعة فيها جزء من ١٢ وفيها يقسم دور الفلك على ١٢ . فلو كان قوس النهار في الصيف مثلاً ١٦٨ درجة يكون طوله بالساعات ١٦٨ ÷ ١٢ = ١٤ ساعة طول النهار المذكور .

وفي بعض الاصطرلابات توضع هذه الساعات بالاضافة الى الساعات المستوية وذلك في القسم السفلي في الصفيحة تحت الافق .

الساعات المستوية او ساعات الاعتدال ، المعتدلة :

وهي التي تزيد على ١٢ او تنقص تبعاً لميل الشمس والمواسم المختلفة من السنة والساعة الواحدة منها تساوي ١٥° بقطع النظر عن زيادة عدد الساعات او نقصانها اى ان قوس الليل او النهار يقسم بالدرجات على ١٥° فما حصل بالعدد فهو ساعات ذلك القوس سواءاً كان ذلك طول الليل او النهار . ومعنى هذا ان ارقامها ١٥° ابد وهذا لا يختلف بل تختلف اعداد هذه الازمنة .

للايضاح نقول أن العرب قسمت ٣٦٠° وهي الدور الكامل على ٢٤ ساعة مجموع طولي الليل والنهار فكانت حصة الساعة ١٥ درجة . وأن الساعات هذه معلومة الاجزاء إلا انها مجهولة العدد واستخراجها كما اسلفنا ينقسم قوس الليل او النهار بالدرجات على ١٥ فينتج العدد المطلوب زائداً او ناقصاً عن ١٢

رسم العنكبوت (١)

١ - ترسم الكرة الارضية (ا ب) شكل (١) وهي التي يراد تسطيحها وعلى رسمها يرسم العنكبوت .

٢ — تقسم اعتباراً من خط ا ب محيط الدائرة من نقطة ب ا مقاطع لدرجات الزوايا

---

(١) لوحة رقم (١٣)

للعروض المطلوبة مبتدءاً من ٨٠° ، ٧٠° ، ٦٠° حتى تنتهي الى ٥ر٢٣° جنوباً وهو مدار الجدي وأن نقطة المركز هي ٩٠° ، وكذلك تضع خط الاستواء (الصفر) وكذلك تضع زاوية ٥ر٢٣ شمالاً وهو مدار السرطان ٥ر٢٣ جنوباً وهو مدار الجدي .

٣ — ترسم المماس هـ حـ ماراً بنقطة (ب) ثم ترسم المساقط من نقطة النظر أي القطب الجنوبي للكرة الأرضية وهي (ا) الى نقط تقاسيم الزاوية وتمدها على استقامتها حتى تلتقي بالمماس (هـ حـ) في نقطة تقابل أرقام الزوايا التي ذكرت في قسم (٢) .

٤ — تضع البركار في نقطة (ب) وتأخذ مقدار البعد الى ٨٠° على المماس وهذا البعد هو دائرة عرض ٨٠° شمالاً فترسمها اعتباراً من نقطة ا ب وهي القطب في شكل (٢)[1] وهكذا تأخذ بعد كل نقطة على المماس للدرجات المعينة من نقطة (ب) وترسم الدوائر متداخلة ضمن بعضها (شكل ٢) وكل هذه الدوائر هي خطوط عروض سماوية للعروض المذكورة في اعلاه فتكون الصورة على نحو ما هو مرسوم في شكل (٢) .

٥ — ضع ارقام العروض على دوائرها في شكل رقم (٢) مبتدأ من ٩٠° نقطة القطب الى عرض ٨٠° ، ٧٠° ، ٦٠° وهكذا حتى تنتهي بمدار الجدي وهو اكبر دائرة في الشكل المذكور (الدائرة الخارجية للاصطرلاب) وتمثل هذه الدائرة حافة العنكبوت وتلازم في دورانها دائرة الجدي الموجودة على صفحة الاصطرلاب دائماً .

٦ — ولرسم خطوط الطول تقسم المحيط الخارجي (مدار الجدي) شكل (٢)[1] الى ٣٦ قسماً فيكون كل قسم من محيط الدائرة يمثل ١٠ درجات . وكذلك كل جزء يمثل ساعة من ساعات الزمان إذا قسم المحيط ثانية الى ٢٤ جزءاً اعتباراً من (ء) وهي الصفر او ٢٤ ساعة . وتسير في الترقيم كما في (شكل ٢) فيكون ساعة ٦ في م وساعة ١٢ في ع وساعة ١٨ (الى السادسة ثانية) في ص . وتضع الارقام للساعات من ٢٤ (صفر) الى اليسار حتى تنتهي أرقامها بالتسلسل الى ٢٤ ثانية في ء .

---

(١) لوحة رقم (١٣)

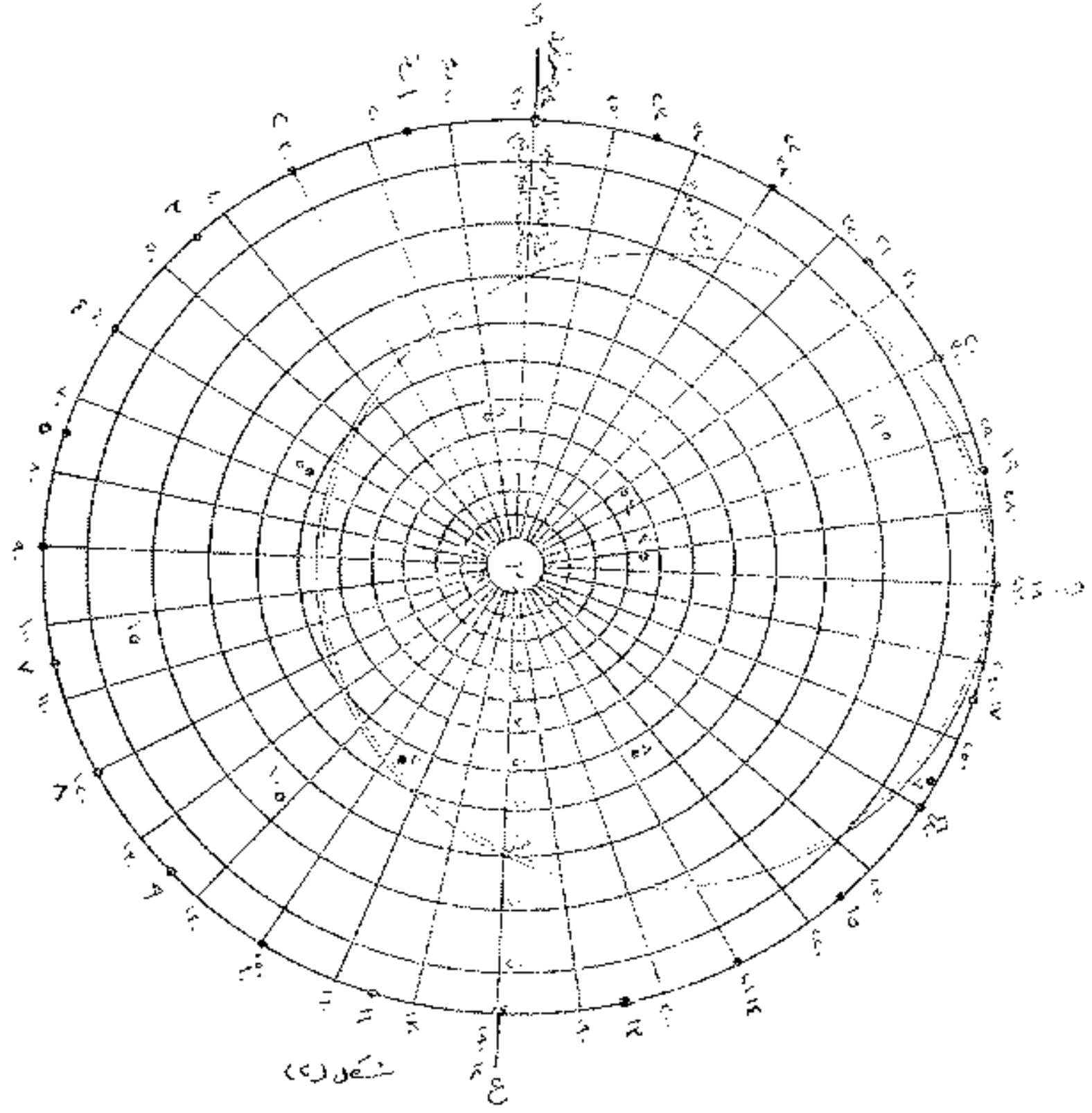
٧ — لقد أصبحت لديك الآن شبكة من خطوط الطول والعرض للسماء، ويمكنك الآن أن تعين موقع أية نجمة شئت على هذه الشبكة بمعرفة مطلعها المستقيم بالساعات والتي يمكن تحويلها الى درجات من خط الطول إن أردت ولكن يستحسن اعتبار المطالع المستقيمة بالساعات التي قسم محيط الشكل (٢) اليها في سبيل تثبيت مواقع النجوم الثابتة وكما جاء في رقم (٦) في أعلاه .

وتقسم النجوم التي توضع على العنكبوت الى قسمين قسم منها في شمال خط الاستواء وهي التي يوضع إزاء ميلها (اي درجة العرض) علامة زائد (+) وتلك التي هي جنوب خط الاستواء السماوي ويوضع عليها علامة ناقص (—) .

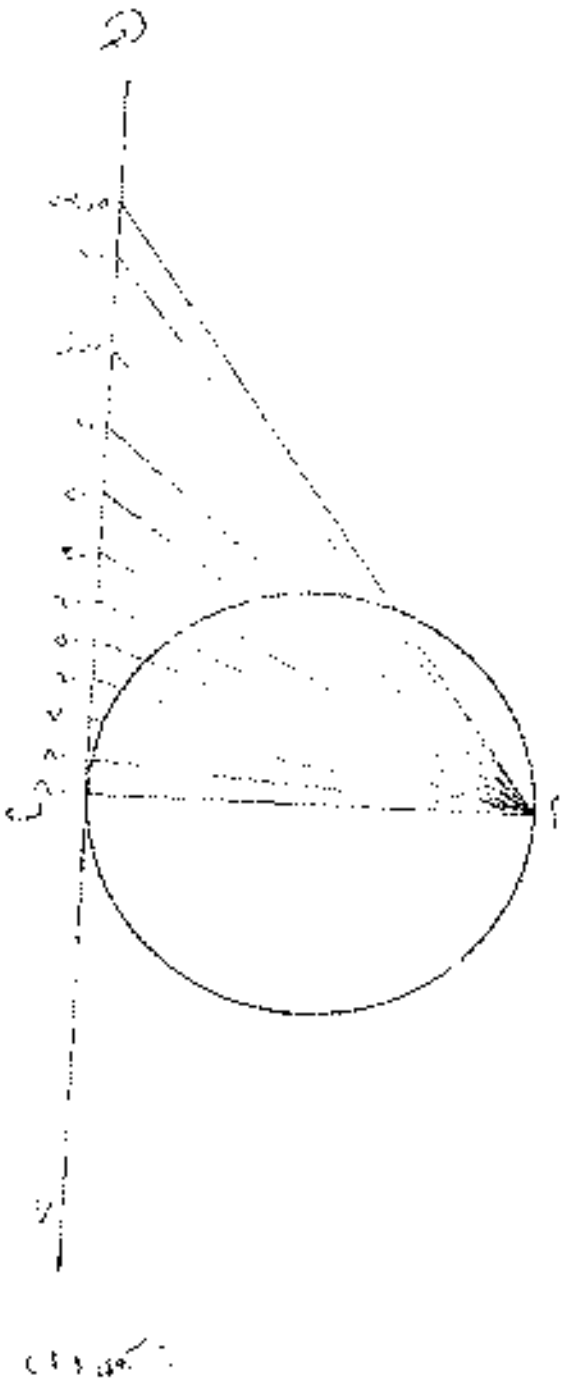
٨ — إن أرقام الميل (أي خطوط العرض) التي تعطي للنجوم في الجداول المخصصة لها تكون بالدرجات وبالدقائق . والمطالع المستقيمة تعطى بالساعات وبالدقائق وأجزاء الدقيقة (الثواني) .

٩ — ونبدأ بحساب المطلع المستقيم بالساعات والدقائق اعتباراً من نقطة ♈ وهي الصفر أو (٢٤) . ونبدأ بحساب خطوط العرض أي الميل اعتباراً من الصفر وهو دائرة الاستواء في الشبكة في شكل (٢) . وقد وضعت لك عشرة من الثوابت البارزة على الشبكة مستنداً الى مطالعها المستقيمة وميولها المأخوذة من جداول النجوم بـ (Almanach) لسنة ١٩٦٥. وهي :

١ ـ الشعري اليمانية (العبور)	مطلعها المستقيم ٦ ساعة ٤٣٫٤ دقيقة	وميلها	ـ ١٦° ٤٠ دقيقة
٢ ـ قلب الاسد	م م ١٠ س ٢٫٦ «	«	+ ١٢° ١٠ «
٣ ـ النسر الواقع	م م ١٨ « ٣٥ «	«	+ ٤٨° ٤٥ «
٤ ـ الردف ، ذنب الدجاجة	م م ٢٠ « ١٫٤٠ «	«	+ ٤٥° ٨ «
٥ ـ الدبران	م م ٤ « ٣٣٫٦ «	«	+ ١٦° ٢٦ «
٦ ـ المراق ، جنب الفرس	م م ١ « ٧٫٥ «	«	+ ٣٥° ٢٥ «



شكل (٢)



شكل (١)

لوحة رقم (١٣)

٧ ـ قلب العقرب	مم ١٦	« ٢٦٫٩	«	٢١° ٢٩ —	«
٨ ـ السمان الرامح	مم ١٤	« ١٣٫٨	«	٣٣° ١٩ +	«
٩ ـ النسر الطائر	مم ١٩	« ٤٨٫٨	«	٤٦ ° ٨ +	«
١٠ ـ الشجاع	مم ٩	« ٢٥٫٦	«	٢٩ ° ٨ —	«

ويمكنك ان تضع قدر ما تريد مما يهتم به من نجوم ثوابت عند ما تجد ميولها ومطالعها المستقيمة وتعين مواقعها على النحو الذي فصلت .

أما كيفية رسم دائرة البروج والتى تعتبر جزءاً من العنكبوت وقطعة منه فعلى النحو التالي : —

١ — تأخذ نصف المسافة بين خط الاستواء (من نقطة ١هـ) الى (١ب) في شكل رقم (٣) وهذا النصف هو نصف قطر دائرة البروج ومركز (١و) ترسم دائرة البروج بحيث تمس الدائرة الخارجية في ١ب وتمس دائرة الاستواء فى ١هـ كما في الشكل المذكور .

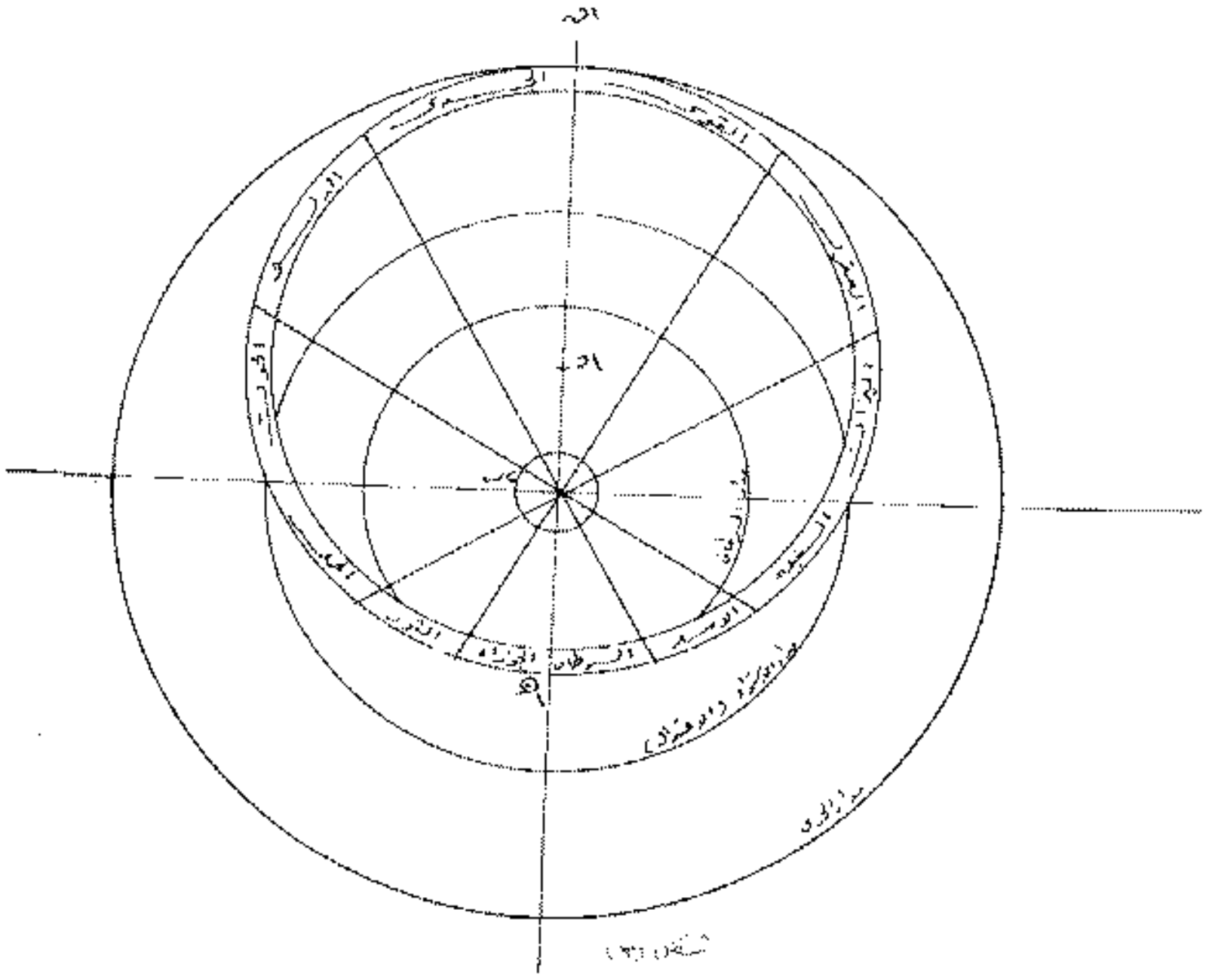
٢ — ترسم دائرة أخرى ويعين المركز الآنف الذكر في داخل دائرة البروج هـــذه وبعرض مناسب بحيث يمكن الكتابة عليه كما هو الحال في شكل (٣)[1] .

٣ — ومن مركز ٢ ب (شكل ٣) تقسم النصف الايمن من دائرة مدار الجدي الى ٦ اقسام كل قسم يبلغ ٣٠° وكذلك تقسم النصف الايسر من مدار الجدي الى ٦ أقسام كذلك يبلغ كل قسم مقدار ٣٠° ثم نوصل كل قسم بانصاف اقطار من مركز ٢ ب وتقطع هذه الانصاف اقطار دائرة البروج وتقسمها الى اقسام غير متساوية بناءاً على ميلها وانحرافها .

٤ — اما الحدود الفاصلة بين هذه الابراج الاثنى عشر فيقسم اعتباراً من القطب اي من مركز ٢ ب وبدا تكون أقسام الابراج غير متساوية من ناحية السمة . فيكون مسافة القوس والجدي أطولها وأقصرها برجا السرطان والجوزاء .

٥ — تكتب اسماء الابراج من أعلى الى اسفل في الجهة اليمنى القوس ثم العقرب ثم الميزان ثم السنبلة (العذراء) ثم الاسد ثم السرطان .

(١) لوحة رقم (١٤)



لوحة رقم (١٦ م)

وفي الجهة اليسرى من أعلى الى أسفل الجدي ثم الدلو ثم الحوت ثم الحمل ثم الثور ثم الجوزاء .

٦ — ومن الملاحظ أن أول جزء السنبلة وأول جزء الحمل يمس دائرة الاستواء على الصفيحة وذلك في دائرة البروج وان الخط الذي يفصل بين السرطان والجوزاء يمس دائرة السرطان وذلك بحالة وضع الابراج (أي العنكبوت) وضعاً طبيعياً ساكناً أي أن الماس (وهي الرأس البارز من العنكبوت) في وضع يقابل نقطة (١٨) في شكل رقم (٣) أو ب في شكل (٢) [١] .

---

(١) لوحة رقم (١٣)

٧ — يقسم كل برج من الابراج إما الى ٦ أجزاء أو إلى ٥ أجزاء أو إلى ٣ اجزاء وكل جزء في الحالة الاولى ٥ درجات وفي الحالة الثانية ٦ درجات وفي الحالة الثالثة ١٠° وهكذا . وتتوقف هذه الاقسام على نوع الاصطرلاب .

إن الشبكة وتسمى العنكبوت أيضاً ما هي إلا تخريم يضم دائرة البروج كاملة (كما تقدم) وكذلك اماكن الكواكب الثابتة التي توضع عليها ولكل كوكب رأس مدبب يدل على موقع الكوكب تسمى بمري الكواكب أو شظايا الكواكب وكل اصطرلاب له تخريم خاص به حسب ذوق الصانع حذفت فيه خطوط الطول والعرض إذ لالزوم ببقائها بعد أن عينت مواقع الكواكب وجعل لكل واحدة منها شظية تدل على موقعها .

ويجب أن نتذكر أن رأس الشبكة هذه وفي اتجاه (ه) شكل (٢) و ١ ب شكل (٣) المرى أو ارتفاع قليل دقيق يمسك به عند تحريك الشبكة أو العنكبوت وتسمى هذه بالمهاس وهو عند التحريك يلازم حافة الاصطرلاب ويدور على مدار الجدي على حافة العنكبوت .

أما تسمية الشكل المذكور بالشبكة أو العنكبوت فهو تشبيه بها من ناحيـــة التخريم والمظهر .

وقد يعنى بعض الصناع بجعل العنكبوت متناظراً في الشكل إلا أن اكثر العناكب غير متناظره وذلك لانتشـــار الكواكب الثابتة انتشاراً غير متناظر أو منظم وأن مواقع الكواكب هذه تحدد الشظايا التي تتبعها . وابراز العنكبوت على شكل متناظر يحتاج الى جهد كبير والى زيادة في التخريم والحفر للتوفيق بين جمال المنظر ودقـــة مواضع الشظايا (مرى الكواكب) . ومن الصناع من يجعل مرى الكواكب منحنيات مزركشة برؤس مدببة ومنهم من يجعل من المرى رؤوساً مدببة بسيطة .

وكل العناكب يكتب على مرى الكواكب اسم الكوكب المختص لاجراء عمليات الحساب في الطلوع والسقوط والارتفاع وتعيين الاوقات الى غير ذلك من حسابات الفلك المختصة بها .

أما الكواكب الثابتة التي تكتب عادة على الشبكة وتوضع لها الشظايا فيتراوح عددها حسب رأي الصانع أو الواضع فهي من ١٧ كوكباً (وهو الموجود في الاصطرلابات الواغلة في التقدم) الى ما يقارب الاربعين كوكباً ويحرص اكثر الصناع على ان يضعوا أبرز الكواكب التي تتعلق بمنازل القمر والكواكب التي هي من الاقدار الكبيرة القدر الاول والثاني ... الخ والتي تظهر لمعاناً وبريقاً في السماء رغم أنها ليست من الاقدار الكبيرة .

وأهم الكواكب الموجودة على الشبكات هي مع ذكر اسم المجاميع التي تنتمي اليها ومختلف أسمائها : —

(١) في المرأة المسلسلة ـ سرة الفرس ، جنب المسلسلة (المراق) عناق الارض

(٢) في العقرب قلب العقرب .

(٣) فرساوس ـ الجنب ، رأس الغول ـ مركب الفرس ـ فم الفرس .

(٤) الفرس (بيكاسوس) ـ جنب الفرس ـ

(٥) الحمل ـ النطيح (او الناطح) .

(٦) الثور ـ الدبران .

(٧) الجبار قلب الجوزاء ، رجل الجوزاء .

(٨) الحية ـ عنق الحية

(٩) الاوز العراقي ـ منقار الدجاجة ، الردف .

(١٠) العواء السماك الرامح .

(١١) الجاثي ـ رأس الجاثي .

(١٢) السلياق ـ النسر الواقع .

(١٣) الدلفين ـ الدلفين .

(١٤) المثلث ـ وأسماء المثلث

(١٥) التوأم ـ الجوزاء ، رأس التوء المقدم

(١٦) الاسد ـ قلب الاسد ، الطرفة ، الصرفة .

(١٧) العذراء ـ السماك الاعزل .

(١٨) الجدي ـ ذنب الجدي

(١٩) الكلب الاكبر ـ الشعرى اليمانية (الشعرى العبور)

(٢٠) الكلب الاصغر ـ الشعرى الشامية (الغميصاء)

(٢١) قيطس ـ المنخر في قيطس ، ذنب قيطس .

(٢٢) العقاب ـ النسر الطائر .

(٢٣) العيوق

(٢٤) رأس الحوا

(٢٥) الفكة ـ النير منها

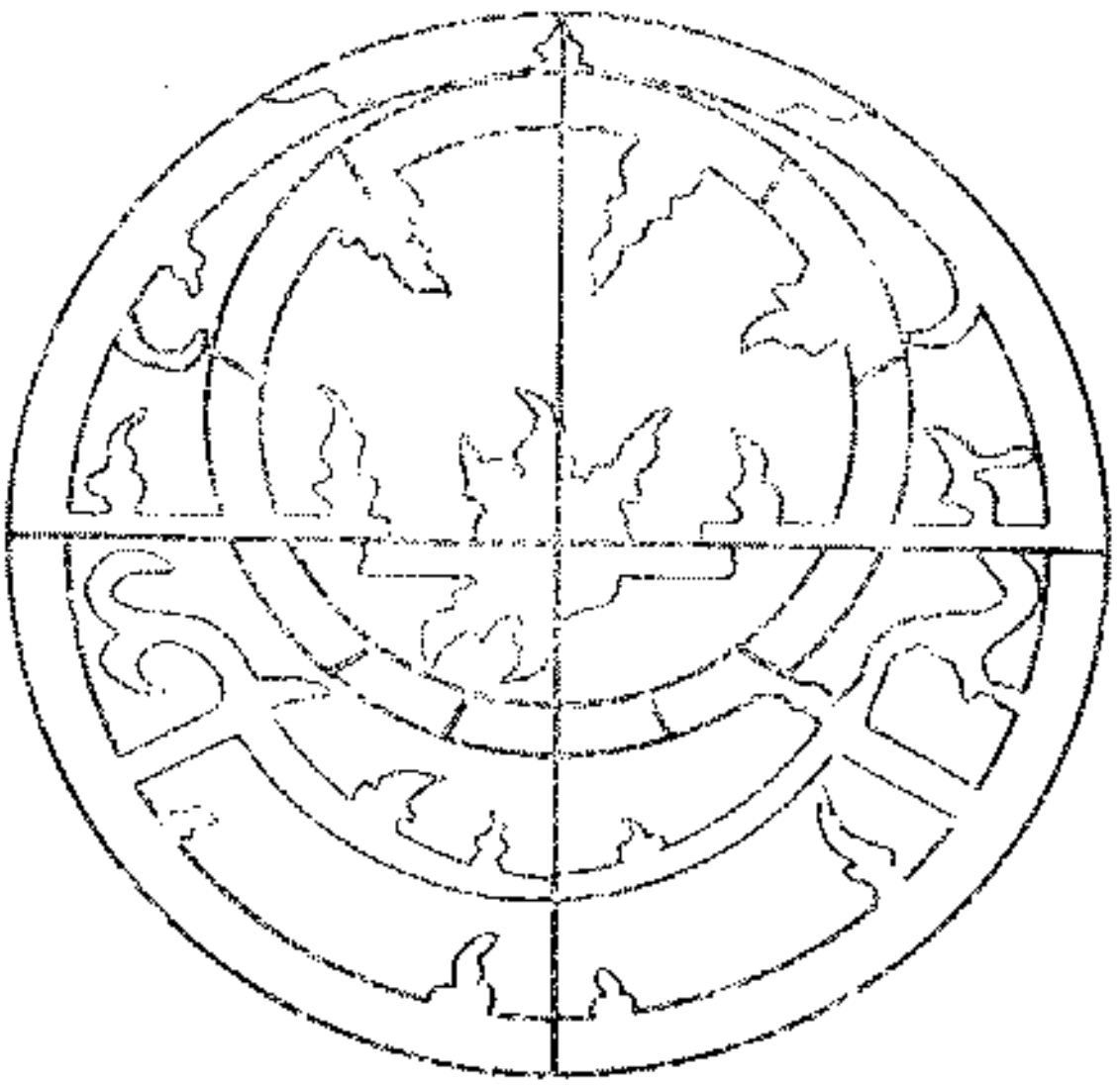
(٢٦) الفرس الاعظم ـ منكب الفرس ـ جنب الفرس ـ فم الفرس ـ انف الفرس

وتحتل وجه الاصطرلاب وقد سميت بهذا الاسم شبكة لانها مخرقة كي تتم عما تحتها من الصفائح وتظهر من خلال هذه الخروق خطوط الطول والعرض اي السموت او القسى وكذلك المقنطرات . وتتبين دوائر السرطان والاستواء ودائرة الجدي . وكذلك خطوط وسط السماء و وتد الارض . الى غير ذلك مما رسم على الصفائح المختلفة والشبكة هذه تتألف من إطارين احدهما يمثل دائرة البروج ومركز هذه الدائرة نصف المسافة بين رأس خط وسط السماء في اعلا الاصطرلاب ونقطة تقاطع دائرة السرطان بوتد الارض . وقد قسمت هذه الدائرة (دائرة البروج) الى ثني عشر جزءاً غير متساوية وكل جزء يحتله برج من الابراج السماوية ولكل برج ثلاثون درجة (فيكون المجموع ٣٠×١٢=٣٦٠° وهي الدائرة الكاملة) .

ويقسم قوس كل برج من الابراج الى عدد يتناسب وطبيعة الاصطرلاب الهندسية

فلو قلنا ان الاصطرلاب ثلثي قسم القوس الى ثلاثة اجزء وكل جزء يقسم الى عشرة اقسام واذا قلنـــا سدسي فانه يقسم الى ستة اقسام وكل قسم يقسم الى خمسة اجزاء . وفي كل الاحوال تبلغ الاقسام الصغيرة الفرعية الى ثلاثين جزءاً .

ويكتب اسم البرج على كل قسم من اقسام دائرة البروج ويندر ان توضع الرموز او الرسوم التي تشير الى هذه الابراج عند العرب وقد استعمل الافرنج الرموز لهذه الابراج اكثر من الكتابة مما يعقد الامر على المبتدئين بمعرفة الفلك .



الكهوف لتحديد الوقت
من التقويم ويوضح ثلاثة اقسام
شكل (٦٠)

لوحة رقم (١٥)

رسم الصفيحة الآفاقية بطريقة اخرى

ترسم دوائر الجدي والاستواء والسرطان اولا ولرسم اي افق تطرح مقدار الدرجة التي يراد رسم الافق لها من ٩٠° وما بقي تأخذ زاوية بقدرها من نقطة وتسقط من (ب) الى العمود (هـ ء) الى نقطة الدرجة المطلوبة. وملتقى ذلك هو نقطة نصف قطر تلك الدرجة

ولرسم افق ١٨° نقول : ٩٠ — ١٨ = ٧٢° (١)

نأخذ مقدار ٧٢° اعتباراً من نقطة (ب) على خط (ء ب) ثم ترسم شعاعاً لتلك الدرجة نحو خط ء هـ ومسقط الشعاع على الخط المذكور هو مقدار نصف قطر قومي الافق . ولرسمه نفتح البركار من نقطة هـ التي هي مركز نصف قطر ٧٢° بمقدار (هـ ب) ثم ترسم الافق ماراً بنقطة (ب) التي تقع على خط الاستواء .

كل العمليات تجري على الدائرة المرسومة (ا حـ ب) وهي خط الاستواء او بالاحرى دائرة الاستواء . ان الميل السكلي اي (٢٤°) يرسم على الجزء المحصور بين دائرة الاستواء ومدار السرطان باجزاء غير متساوية وذلك بناءاً على التسطيح الستيريوگرافي وكذلك بين الاستواء مدار الجدي .

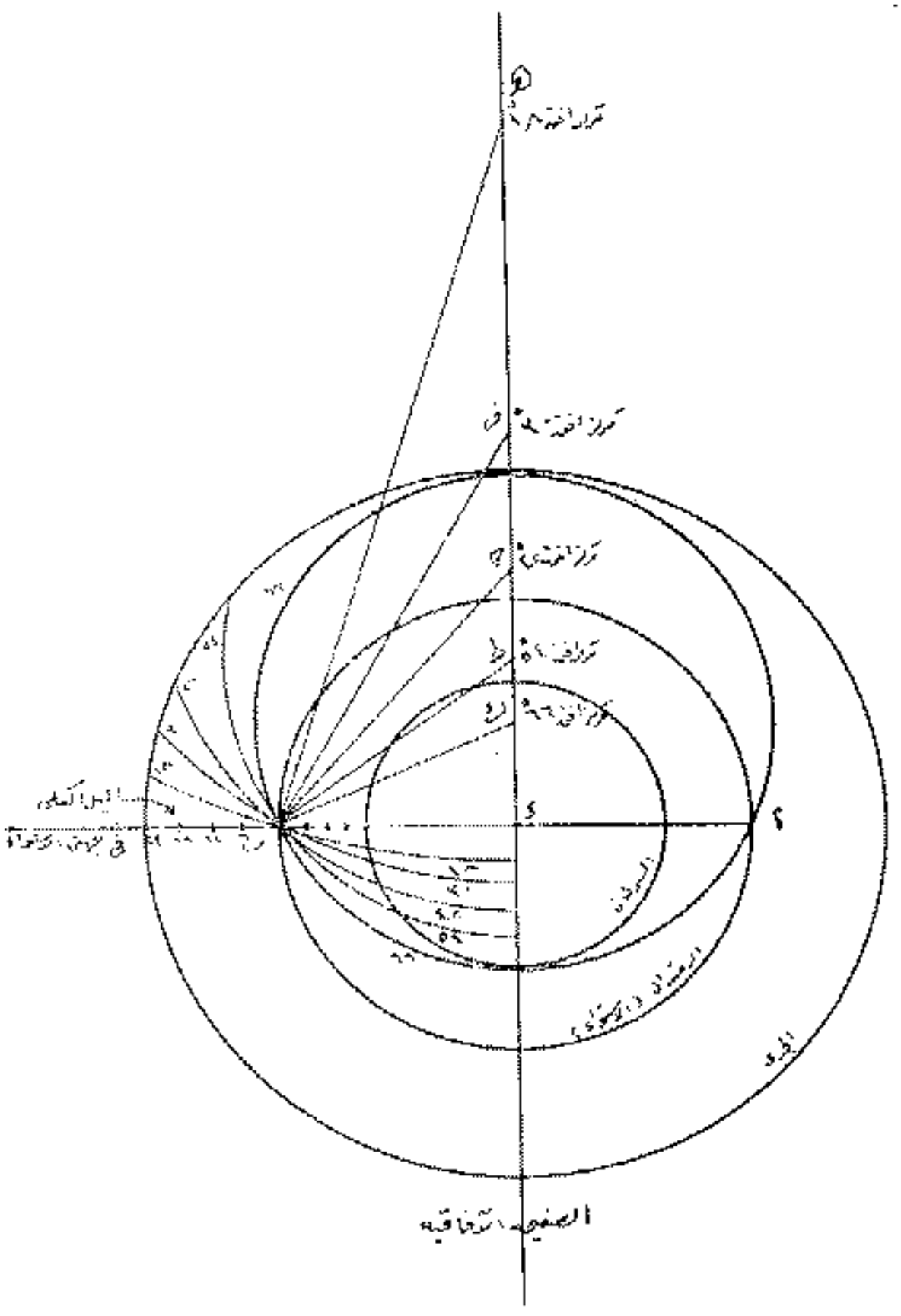
وتعتبر الاجزاء ستة ستة وذلك باعتبار ان الميل مقداره ٢٤ درجة شمال وجنوب الاستواء وذلك لغرض الرسم إذ أن الميل حقيقته هو (٢٣ر٥°).

طريقة اخرى لرسم الصفيحة الآفاقية

١) تقسم الصفيحة الى اربعة ارباع . في كل ربع ترسم آفاق حسبما يطلب لمختلف بلاد العالم . والافق ذلك الخط الذي يخرج من قدم الواقف عمودياً على سمت رأسه ويولف هذا الافق دائرة اذا ما دار الواقف على نفسه ومع امتداد بصره .

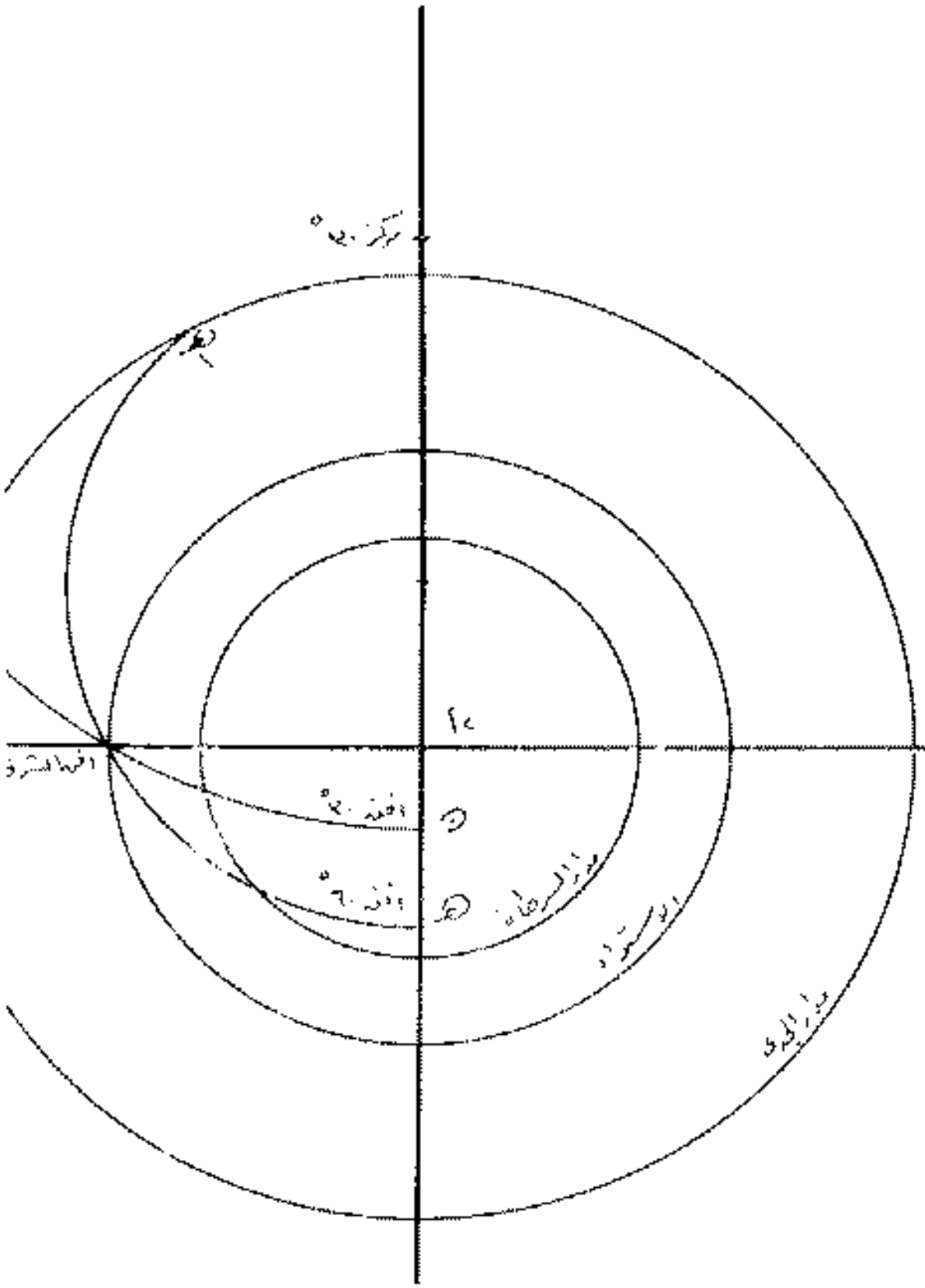
ويرسم عادة في كل ربع عدداً من الآفاق لعروض مختلفة ففي ربع يبدأ من عرض

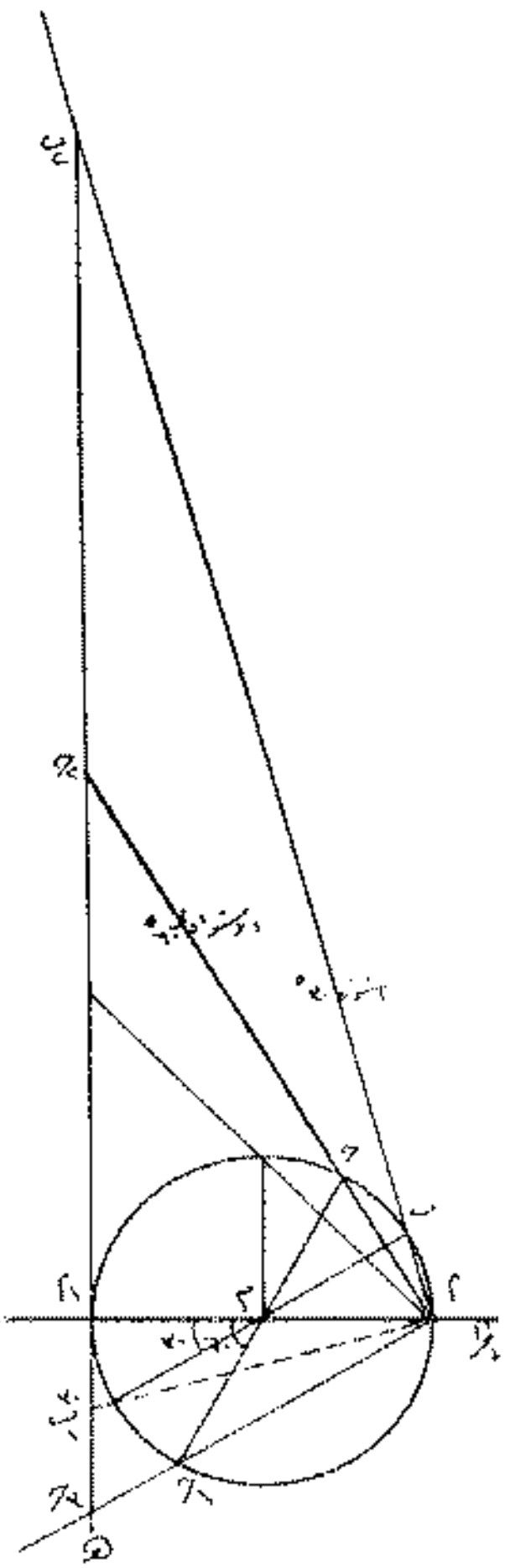
(١) لوحة رقم (١٦)



لوحة رقم (١٦)

٩° شمالا ثم يضاف اليه اربعة افاق اخرى يكون الفرق بينها ستة درجات (والاصطرلاب سدس) او ثلاث درجات وهو الغالب ويكون الاصطرلاب آنذاك ثلثاً بالنسبة لعدد الزيادة عادة . وترسم الافاق كأنصاف تحوي الافق الشرقي (افق المشرق) فقط . والحسكة


مركز ٢٠ ه
افق ٢٠ ه
دائرة الارتفاع
دائرة السمت
دائرة البروج


دائرة السمت
دائرة الارتفاع

لوحة رقم (١٧)

من ذلك هو رسم أكبر عدد ممكن من الآفاق في الارباع الاربعة . بدلا من ان تحتل الافق الواحد ويعني (اي انه يحوي افق المشرق والمغرب معاً لعرض جغرافي واحد)

والايضاح نعمد الى كيفية رسم آفاق المشرق لعرضين هما ٣٠° و ٦٠° شمالا كمثل يحتذى لرسم بقية الآفاق :

١) نرسم الكرة الارضية التي يراد تسطيحها على صفائح الاسطرلاب وفي هذه الحالة تكون الدائرة ا حـ ١ ١ ا حـ هي الكرة الارضية المطلوبة .

٢) يرسم المماس هـ ٢ ب [1] وهذا المماس هو اللوح الذي تسقط عليه مرتسمات جميع النقط المطلوبة للافقين ٣٠° و ٦٠° .

٣) تكون نقطة ا هي عرض ٦٠° شمالا .

٤) مسقط الشعاع يأتي من نقطة ا وهي ٦٠° جنوب خط الاستواء .

٥) وبذا يكون حـ ١ حـ خط الاستواء بالنسبة الى ٦٠° المذكورة .

٦) إن زاوية ٦٠° في الرسم هي ١ ا م ١ حـ .

(٧) ولرسم افق درجة ٦٠ نسقط الشعاع من مصدره في ا نحو نقطة ١حـ فتكون النقطة ٣حـ هي المسقط على المماس ٢ب هـ للاستواء في طرف ١حـ . ثم نعود ونسقط الشعاع في ا نحو حـ وهو الطرف الآخر لخط الاستواء فتكون نقطة ٢ حـ مسقط هذا الطرف .

(٨) ترسم قوساً جزءاً من دائرة نصف قطرها بقدر نصف المسافة الحاصلة بين مسقطي الاستواء ٣حـ و ٢حـ فيحصل عندنا افق ٦٠° هـ ١هـ يصل الى مدار الجدي في نقطة ١هـ

(٩) ولنأت الى رسم درجة ٣٠° شمالاً وهي ١ ا م ١ب . ونبقي على نفس المماس ونعتبر مسقط النقطة ١ ا في ٢ ا من نقطة ١ ا في نفس المحل الذي رسم فيه مسقط ٦٠° من عرض الشمال .

(١٠) نرسم خط الاستواء لدرجة ٣٠° وهنا يكون الخط ب ١ب ونسقط شعاعين من نقطة (ا) احدهما الى ب الى نقطة ٢ب وآخر نحو ١ب . ثم ترسم قوساً من دائرة نصف

---

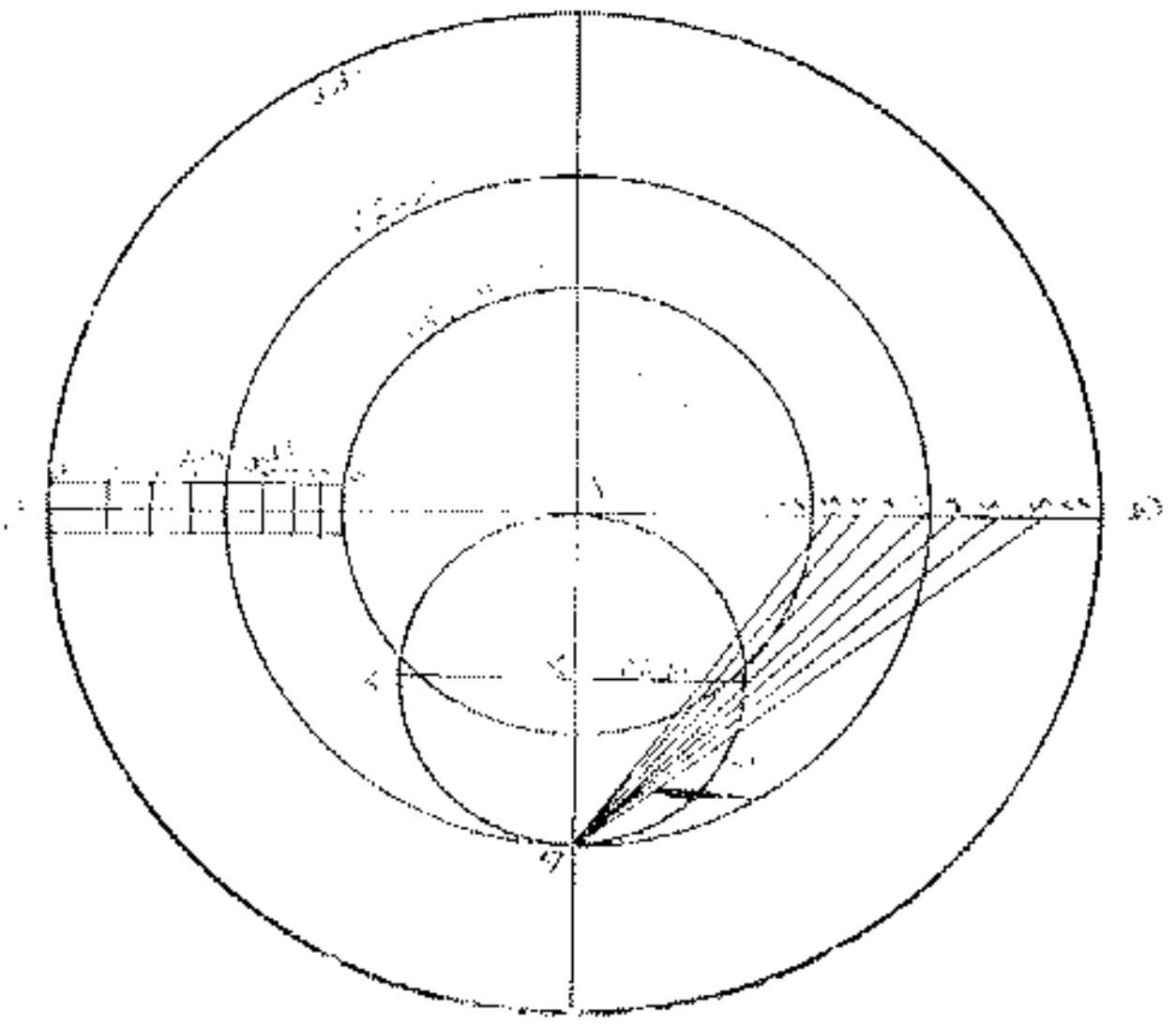
(١) لوحة رقم (١٧)

قطرها نصف المسافة بين ا ب و ٢ ب فيكون لدينا القوس ② ٢② وهذا هو افق المشرق لدرجة لدرجة ٣٠ عرضاً .

وهكذا تصنع ببقية الدرجات . على هذا الربع بقدر استيعابه وترجع الى بقية الارباع الثلاثة وترسم عليها الآفاق التي ترغب رسمها لمختلف العروض . ويكون لذلك عشرين او اكثر من آفاق بقدر هذه العروض.

وتتبين صحة رسمك دائماً عندما تتقاطع كل انصاف الآفاق المشرقية في نقطة واحدة تقع على خط الاستواء .

وفي اكثر الصفائح الآفاقية ترسم الميول الكلية[1] للشمس مدرجة الى اقسام ومرتسماتها



لوحة رقم (١٨)

(١) لوحة رقم (١٨)

كذلك نفس المرتسم الذي يتحكم ببقية رسوم الاصطرلاب وهذا هو سبب عدم تساوي قسمة الميل الكلي . ويقسم عادة الى الارقام التالية ٦ ، ١٢ ، ١٨ ، ٢٤ إذ يعتبر العرب الميل ٢٤ بدلاً من ٢٣ ونصف المتعارف عليه ويظهر ان ذلك عذرهم بصعوبة القسمة . ويرسم الميل هذا في طرفي خط الاستواء المرسوم في الصفيحة وذلك بديهي لانه ميل الشمس يكون بين مدار السرطان والاستواء وبين مدار الجدي والاستواء في كل جانب ٢٣° ونصف .

وتقسم الاجزاء المذكورة في اعلاه كل جزء الى قسمين يبلغ مقدارها ثلاث درجات لكل جزء منها . فتكون قسمة الميل الكل الى ثمانية اجزاء صغيرة كل قسم يحوي ثلاث درجات .

رسم الميل الكلي على الصفيحة[1]

ويقصد به (اي الميل) ارتفاع الشمس بين المدارين (مدار السرطان ومدار الجدي) اي تراوح ارتفاع الشمس بناءاً على ميل الكرة الارضية ٥ر٢٣° . وميلان الشمس بالمقدار المذكور جنوباً وشمالا يولد لنا المواسم المختلفة على جميع انحاء العالم ، وهذه الميول تسبب لنا الاعتدالات والانقلابات على الكرة الارضية (الخريف والربيع والصيف والشتاء) .

ولكي يرسم الميل على صفيحة الاصطرلاب نرسم كرة الارض اولا ونؤخذ على القسم الايمن اربعة اقسام كل قسم مقداره ٦ درجات في جنوب الاستواء واربعة اقسام كل قسم مقداره ٦ درجات . وفي نقطة حـ وهو مركز الاشعاع المرتسم السيريوگرافي نوصل الاشعة الى لوح الارتسام (هـ ع) ولكل نقطة من الاقسام المذكورة .

وقد كتب على هذه النقط الارقام (٦ ر ١٢ ر ١٨ ر ٢٤) في طرفي الاستواء هذه النقط هي ابعاد الميل ويلاحظ على ان الاقسام غير متساوية فتصغر اعتباراً من هـ نحو (ا)

---

(١) لوحة رقم (١٨)

ووضعت بنفس المسافات في الطرف الايســـر من الشكل على نحو ما هو موجود عادة على صفائح الاصطرلابات .

وتتبين من الرسم أن المرتسم الستيريوگرافي متوفر للاستواء والسرطان والجدي وهي هذه الدوائر المتداخلة .

وتكتب ارقام الاقسام عادة بحروف الجمل المعروفة بدل الارقام وفي كل الاصطرلابات ومركز الصفيحة في الرسم هو مسقط م على مستوى الاشعاع هـ ع في نقطة (ا) .

في كيفية رسم الظل والظل تمام على صفحة الاصطرلاب [1]

ترسم الظلال المنكوسة (ظا) والظلال المعكوسة (ظتا) في وسط ظهر الاصطرلاب عادة . وهما مربعان متلاصقان احدهما فيه اجزاء ترى الاصابع والآخر فيـــه اجزاء ترى الاقدام . والاصابع والاقدام مصطلحات مجردة للقياس والأصل في الرسم ان ضلع المربعين المشترك في الوسط يمثل الشاخص الذي يوضع عمودياً على الافق ويسمى بالقامة ويقسم ظا المنكوس والمعكوس الى ١٢ جزءاً وكل جزء منها يسمى اصبعاً وذلك في جهة ويقسم الظل المنكوس والمعكوس في الجهة الأخرى الى ستة اقسام وثلثين أو سبعة أقسام ويسمى كل جزء من هذه الاقسام قدماً . ويكتب في حافة الاصطرلاب عادةً الظلال بالاقدام في جهة وبالاصابع في جهـــة أخرى حسب التقسيم المذكور . وكذلك يكتب على ضلع المربعين المرسومين في وسط الاصطرلاب .

ولرسم الظلال نقول :

(١) يؤخذ مستطيل ا ب ح ء ويكون ضلع ا ء و ب ح ضعف (ا ب) ويقسم من الوسط الى قسمين متساويين فيحدث مربعان ا ب هـ م و م ء ح هـ .

(٢) تؤخذ زيادات مناسبة داخل المستطيل هذا تكون حافةً تقسم حسب ما يطلب من اجزاء :

---

(١) لوحة رقم (١٩)

(٢) يخصص احد الطرفين لأقسام الاصابع والآخر لأقسام الأقدام . ويقسم في هذا الرسم الحافة في جهة ا ب و ب هـ الى اثني عشر جزءاً هي عدد الأصابع وكذلك حافة ب هـ الى عين الاجزاء . ويقسم الحافة في هـ حـ و حـ ء الى سبعة أقسام هي الأقدام .

إن (م هـ) هو الشاخص العمودي على الأفق وان الشاخص م ء و (ا م) هما العموديان على الأول ويوازيان الأفق . وان الظلال هي ب هـ و هـ حـ ترى الظل المبسوط أو الظل المستوى أي الظلال التي يصنعها الشاخص م هـ . أما الأقسام التي على ا ب و ء حـ فترى الظل المعكوس والظل المنكوس . ان الظلال التي يضعها الشاخص ا م و م ء .

ان علاقة الظلال في الحالة الأولى تربنا ان (ظلنا) أو الظل التام .

والظلال في الحالة الثانية تريانا (ظنا) أو الظل وهي المصطلحان المتعارف عليهما في الوقت الحاضر .

ولكي ترسم الظلال كاملة على حافة الاسطرلاب وعلى قوسه الخارجي وهو المعتاد نأخذ الخط ب ، حـ على استقامته الى الجهتين والى مسافة غير معينة فيكون لدينا الخط ﴿ع . ونرسم بعين الوقت النصف الشمالي من الاسطرلاب بدوائر متوازية حسبما يراد من معلومات توضع داخل هذه الأقواس إلا أن القوس الخارجي عند الحافة يخصص لمقياس الظلال بالاصابع في جهة اليمين وللاقدام الى جهة اليسار وقد يصل العدد الى ٥٠ أو أكثر في الأصابع والى ٣٠ في جهة الاقدام . | يقسم جهة الاقدام الى ٦ ونصف او ٦ وثلثين أو ٧ | والغالب ٦ ونصف و ٧ لتجنب الكسور الأخرى .

ولرسم أجزاء الظل على حافة دائرة الاسطرلاب الخارجية يؤخذ اعتباراً من (ب) على الخط ب ﴿ أجزاء يقدر جزء من ١٢ من الاجزاء المرسوم على (ا ب) و (ب هـ) وذلك باتجاه ﴿ ومن مركز م الى هذه النقطة يرسم الخط على حافة الاصطرلاب وتوضع الأرقام للاجزاء اعتباراً من نقطة ب التي تمثل ١٢ جزءاً وكل جزء يعطي رقماً بالتسلسل ١٣، ١٤، ١٥ الى نهاية ما يطلب وضعه .

وباتجاه ح ع تؤخذ أجزاء بالاقدام مساوية لجزء من (و ح) وتقسم بالنسبة الى المائة الخارجية بالاقدام كما صنعنا بالأصابع من نقطة الاشعاع (م) .

ثم توصل نقط التقاسيم المذكورة على الخط ح ع في الطرفين (اي جهة الاصابع وجهة الاقدام) وذلك من نقطة م الى هذه الاقسام فتقطع قوسي الاصطرلاب الخارجيين (و ص) و (ف ط) وتقسمها بأقسام معينة كبيرة ثم تصغر تدريجـــاً اعتباراً من ح الى جهة و وكذلك من ح الى جهـــة ص . وبين كل خمسة اجزاء فواصل واضحة . فتقرأ الأصابع واجزاؤها في اليمين والاقدام واجزاؤها في اليسار .

وبعد الحصول على الاجزاء التي ترسم على القسم المحصور بين القوسيـــن (و ص) و (ف ط) ترفع الخطوط الخارجية عن ظهر الاصطرلاب وكذا بقية الخطوط التي استعنا بها في سبيل الحصول على هذه الأجزاء .

تسمى الاجزاء الاثنى عشر بالاصابع والاجزاء الستة ونصف بالاقدام .

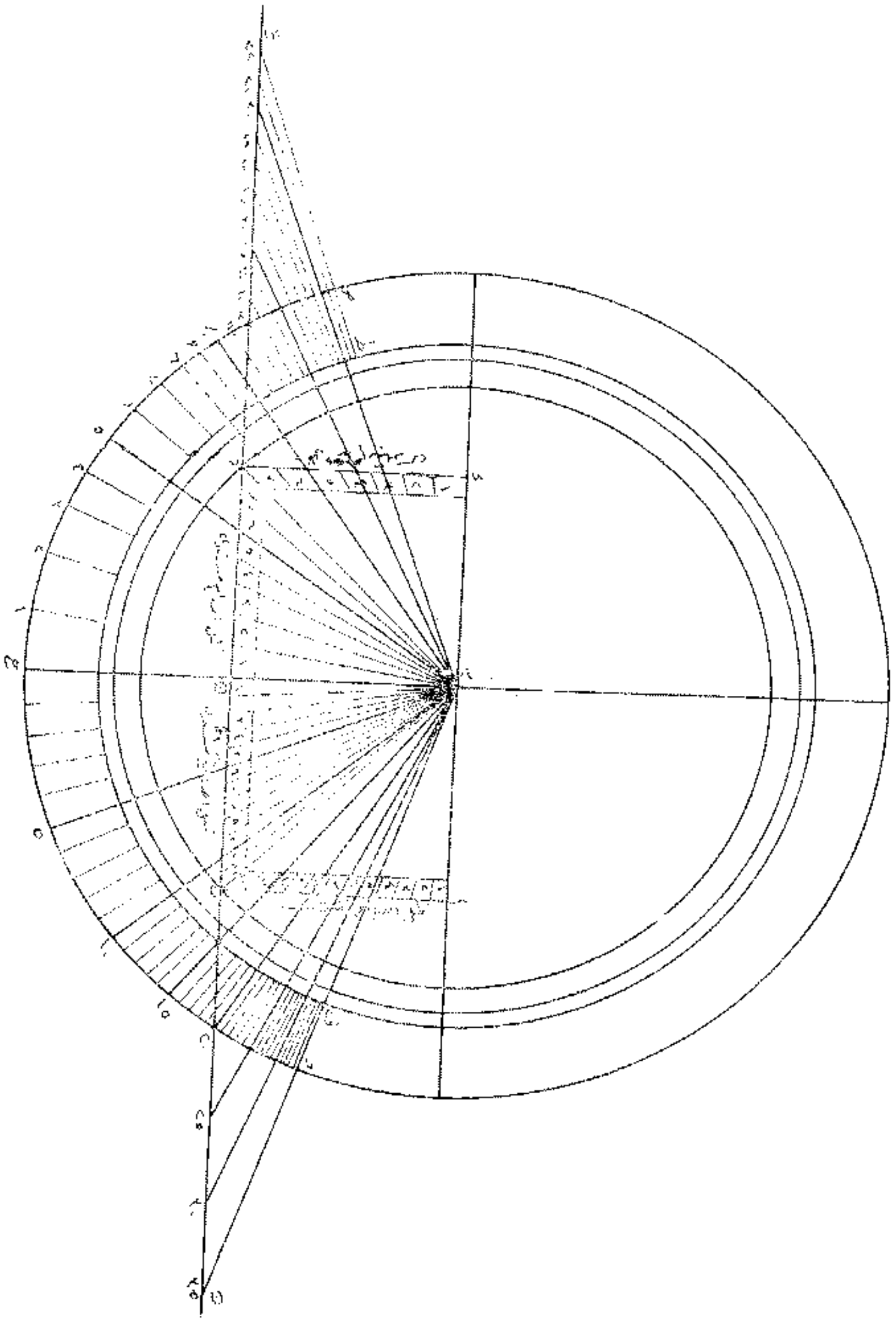
توصل من نقطة م الى هـذه الاقسام الخطوط الى جميعها ثم تمتد على استقامتها حتى تلتقي بالخط (ح ع) وكذلك الى القوس الخارجي عن الخـــط المذكور في اســـتعمال الاصطرلاب . وبذا تحدد الاجزاء على حافة الاصطرلاب .

وقد ذكر فيما تقدم تقسيم اجزاء الخط (ح ع) في خارج دائرة الاصطرلاب وذلك في سبيل تقسيم حافة الاصطرلاب . وقد مرّ كيفية قراءة الاجزاء واستخراج الظلال والظلال تمام .

ولا بد لي من تفسير معاني الظل المبسوط والظل المعكوس فالمبسوط هو ظل الشاخص الذي ينصب عمودياً على الافق يطول كلما مالت الشمس ويقصر كلما ارتفعت .

أما المعكوس هو ظل الشاخص الذي ينصب عمودياً على شاخص آخر قد ينصب عمودياً على الافق . ويكون سلوك الشاخص هذا عكس ما هو في حالة الشاخص الاول .

وقد فرضت العرب لهذه الشواخص قامةً واعتبروا القامة هذه وحدة للقياس وقـد



قسمت اما الى اثني عشر جزءاً وهي الاصابع او الى ستة ونصف جزءاً وهي الاقدام .

وقد قسم بعضهم القامة الى ٦٠ جزءاً لسهولة الحساب وسميت هذه بالاجزاء .

كل الخطوط المرسومة والارقام التي على حافة الاصطرلاب يستخرج منها الظل التمام Cotanget (ظتا) للزوايا ولا يستخرج الظل منهـا مباشرة ولمعرفة الظلال Tan علينا ان نستخرج للزاوية ظل تمامها وهو يساوي الظل فزاوية ٢٠° مثلا يكون ظلها بقدر ظل تمامها وهي الزاوية ٧٠° . وعندما تضع المضادة على زاوية ٧٠° . تنظر في حافة الاصطرلاب الى خط ترتيبها اين يقع وفي الرسم هذا يقع خط ترتيبها على ٤ر٤ وعند ما يقسم هذا على القـــامة وهي (١٢) يكون ظتا ٧٠ = ٣٦٦٦ر٠ وهو ظ ٢٠° . واما ظتا ٢٠° فيؤخذ مباشرة = بايجاد خط ترتيبها وهو الرقم ٢١ فيكون $\frac{٣١}{١٢}$ = ٢ر٥٨٣٣ ظتا ٢٠°) .

رسم الربع المجيب (١)

(١) ترسم ربع الدائرة ى حـ ب .

(٢) ب يكون محور الاصطرلاب في الرسم .

(٣) تقاس الزوايا بواسطة المضادة الموجودة على ظهر الاصطرلاب .

(٤) يقسم الضلع ى ب والضلع ب حـ الى ٦٠ قسماً (الى ١٢ جزءاً لكل جزء خمس اقسام) .

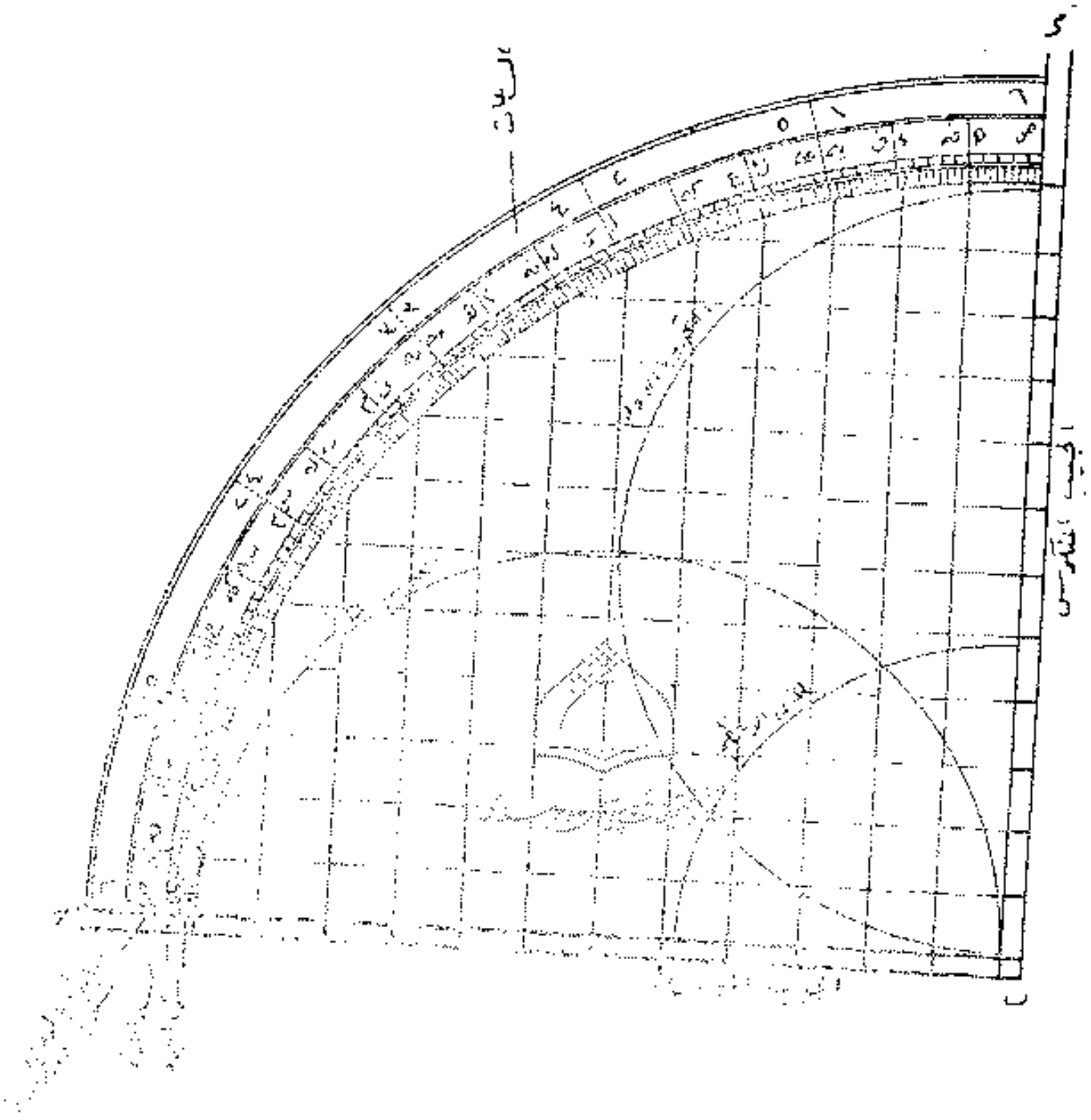
(٥) ويقسم القوس ى حـ الى ٩٠ قسماً (أي الى ١٨ جزءاً ولكل جزء خمسة اقسام) .

(٦) وعند ايصال أجزاء ى ب بصورة موازية الى ب حـ واجزاء ب حـ توصل موازية ى ب تحدث عندنا مربعات داخل ربع الدائرة هذه .

(٧) يسمى ب ى خط الستيني والخطوط العمودية عليه هي الجيوب المبسوطة . ويسمى ب حـ بالجيب التمام والخطوط العمودية عليه والتي توازي خط الستيني تسمى بالجيوب

---

(١) لوحة رقم (٢٠)



لوحة رقم (٢٠)

المنكوسة . وبمعنى آخر أن المجيوب المبسوطة هي (جا) والمجيوب المنكوسة هي (جتا) بمصطلحات اليوم في المثلثات

(٨) فالأرقام على خط ب حـ تقرأ اطوال المجيوب المبسوطة (جا) الموازية له والارقام التي على الستين ب و حذاء اطوال المجيوب المنكوسة (جتا) الموازية له .

(٩) تسمى نقطة حـ اول القوس ونقطة و آخر القوس .

(١٠) تأخذ مقدار ٢٤ جزءاً تقريباً من مركز (ب) وترسم من مركز (ب) قوساً يقطع داخل الربع وهذا يمثل الميل الاعظم أو الميل الكلي (ميل دائرة البروج ٢٣ و٢٧ ن). يمثل هذا القوس دائرة الاعتدال . وترسم من مركز من نصف س ء (وبقدر ذلك الحد) نصف دائرة . وكذلك نفعل على خط (س ح) فنصف الدائرة الاول تسمى (التجريب الاول) والثانية تسمى (التجريب الثاني) .

(١١) تقرأ المجيوب والمجيوب تمام للزوايا التي ترينا اياها ارقام القوس (ء ح) المقوم ٢١ ٩٠ جزءاً على ء س و س ح وذلك بدلالة الخطوط الافقية والخطوط العمودية المرسومة داخل الربع كما ترى .

(١٢) ان الرسم هنا يمثل مايسمى الربع المجيب وفيه اضافات على ما يرسم على الاصطرلاب والزيادات هذه هي الميل الاعظم والتجاويب وخطوط الساعات . أما الباقي فهو ما يرسم على الاصطرلاب عادة . وقد أوردنا الزيادات لفائدة المولعين بالآلات الفلكية .

كيفية رسم سمت البلد وارتفاع نصف النهار لمواضع مختلفة

(١) ترسم الكرة الارضية (شكل ١)[1] وهي (ه و ا ه) ثم ترسم خط الاستواء ثم المحاس الذي تسقط عليه أشعة الزوايا وهو هنا (و ه)

(٢) إن نقطة الاشعاع هي (ا) في الجهة المعاكسة للمحاس .

(٣) تؤخذ الزوايا التالية من محيط الدائرة المذكورة اعتباراً من خط الاستواء (دائرة الاعتدال) وهي صفر وتمثل رأس الحمل والميزان . وتؤخذ في الجهة الشمالية من الاستواء وكذلك الى الجهة الجنوبية الزوايا التالية لميول البروج . زاوية مقدارها (١١ ٣٠ °) وهي للثور والعذراء ثم زاوية (٢٠ ١٢ °) وهي للتوأمين والاسد ثم زاوية (٢٣ ٣٠ °) وهي للسرطان وفي الجهة الاخرى من خط الاستواء تؤخذ نفس الزوايا ولكن

(١) لوحة رقم (٢١)

لبروج اخرى فزاوية ١١°٣٠' هي للحوت والعقرب وزاوية الدلو والقوس هي ٢٠°١٢' وللجدي ٢٣°٢٧' .

(٤) وترسم الاشعة الى نقط هذه الزوايا من نقطة (ا) نحو المهاس .

(٥) ترسم الاقواس المتداخلة من جهة و هـ نحو (ع هـ) ضمن الربع المرسوم و هـ ع (كل هذا في شكل رقم ١)

(٦) ثم تقسم الفواصل بين هذه الاقواس كل فاصلة الى اقواس خمسة . هي الارتفاع بالدرجات (شكل رقم ٢) [1] .

(٧) وترسم اقواس نصف النهار لمختلف العروض المطلوبة (ع) وذلك باستخراج ارتفاعات نصف نهار العرض المطلوب لمختلف الايام والمواسم .

وكذلك ترسم الاقواس (هـ) لسمت القبلة للمدن المطلوبة وتكتب على كل قوس اسم المدينة التي رسم سمت القبلة لها . وأستخراج سموت القبلة يتبع طريقة في حسابه بالمثلثات الكروية وذلك عند ما يكون طول مكة وعرضها معلومين وكذلك طول المدينة المطلوبة وعرضها معلومين ايضاً ولابن الهيثم قانون خاص بذلك يتبع طرق المثلثات الكروية ويحل باللوغارتمات .

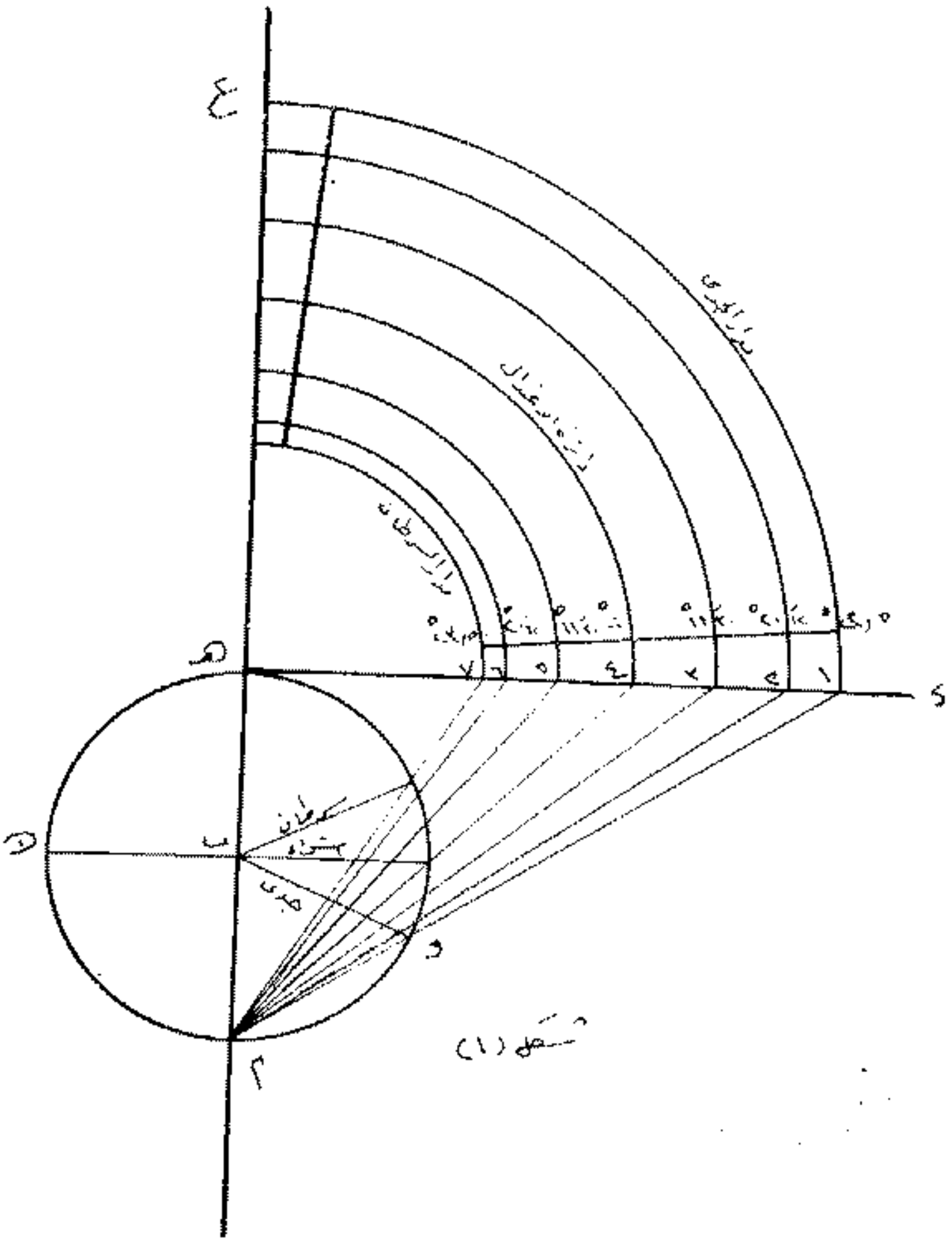
أما قراءة ارتفاعات نصف النهار لمختلف العروض فيقرأ بواسطة العضادة .

(٨) إن الحقول الستة المخصصة للابراج ترتب كما يلي اعتباراً من (ع) شكل (ا) في الجهة العلوية مبتدئين من اليمين الى الشمال الجوزاء وشمالها السرطان ثم الثور وفي يساره الاسد و الجمل ثم السنبلة ثم الحوت والميزان ثم الدلو والعقرب ثم الجدي والقوس .

أما في الجهة السفلية فيكتب كما يلي (إعتباراً من ء في شكل ١) القوس وتحته الجدي ثم العقرب وتحته الدلو ثم الميزان وتحته الحوت ثم السنبلة وتحتها الحمل ثم الاسد وتحته الثور ثم السرطان وتحته الجوزاء .

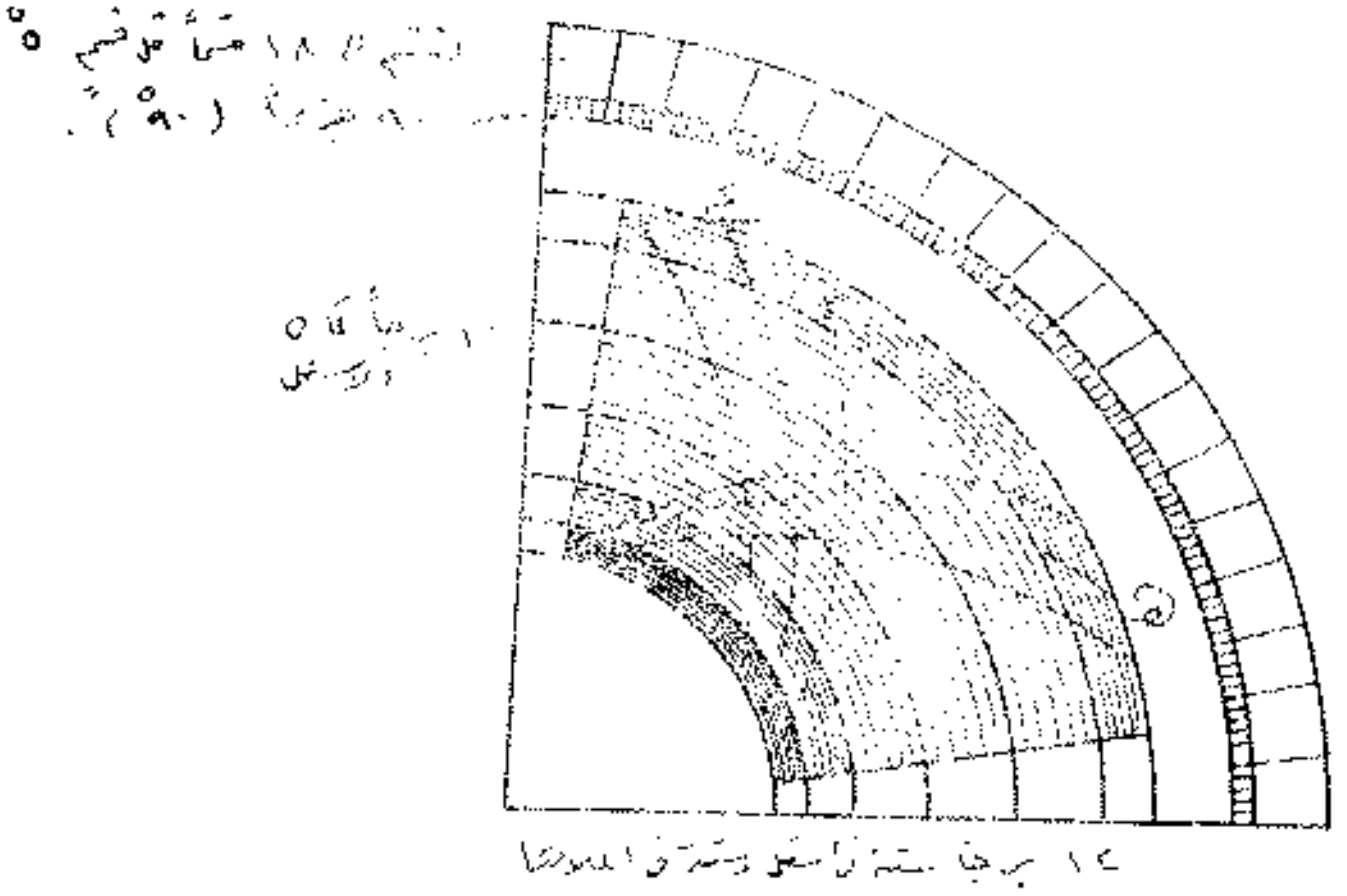
---

(١) لوحة رقم (٢٢)



شكل (١)

لوحة رقم (٢١)



شكل (٣)

لوحة رقم (٢٢)

(٩) وتكتب الابراج الاثني عشر كذلك فيما يقابل اماكنها ويعني التسلسل في الاقسام المخصصة لها في (شكل ٢) ولتوضيح الشكل الاول نقول إن نقطة (ا) هي مصدر الاشعاع لزوايا التي تمثل حدود البروج الاثني عشر في حافة الربع ومساقط هذه الاشعة على المماس ء هـ وهو لوح المرتسم للنقط المذكورة ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧. وبمركز هـ وهو مركز الاسطرلاب او قطبه ترسم الاقواس التي تمثل حدود الابراج في نقط مساقطها على المماس ء هـ (شكل ١)

أما زوايا البروج الاثني عشر على دائرة البروج فكما يلي على وجه الدقة : ـ

٧ السرطان	٢٣° ٢٧َ
٦ التوأمين والاسد	٢٠° ١٢َ
٥ الثور والعذراء والسنبلة	١١° ٣٠َ
٤ الحمل والميزان	٠° دائرة الاعتدال

٣ الحوت والعقرب	١١° ٣٠َ
٢ الدلو والقوس	٢٠° ١٢َ
١ الجدي	٢٣° ٢٧َ

ولرسم اقواس ارتفاع الشمس او لسمت القبلة راجع شكل (٢) تثبت نقطة ذلك لمختلف التواريخ ثم توصل النقط بقوس ويمكن اخذ هذه النقط من الجداول المعدة لهذا الغرض .

وتوضع على خطوط العرض المرغوبة عين الرسم ثم يرسم القوس المختص لكل بلدة ولكل عرض جغرافي .

إن ميلان البروج المرسومة في شكل (١) هي

السرطان [١] والجدي [٢]	٢٣° ٢٧َ
الحمل [٣] والميزان [٤] (خط الاستواء)	صفر
توأمين [٥] (الجوزاء) والاسد [٦]	٢٠° ١٣َ
الثور [٧] والعذراء [٨]	١١° ٣٠َ
الحوت [٩] والعقرب [١٠]	١١° ٣٠َ
الدلو [١١] والقوس [١٢]	٢٠° ١٢َ

نقطة الاشعاع ا ومماس المرتسم ء هـ . وتأخذ الزوايا المذكورة في اعلاه على محيط الدائرة ا و هـ ن وترسم الاشعة من ا إلى كل نقطة من الزوايا المذكورة في اعلاه على المماس ء هـ .

ثم بمركز هـ ترسم الاقواس التي تحدد هذه الابراج بارباع دوائر متوازية في الربع المرسوم ء هـ ع وتكون المسافات طبعاً غير متساوية بالنسبة لهذه الحدود . ثم يقسم كل فراغ بين قوسين الى ٥ اقسام اي الى اقواس خمسة بين حد وآخر .

وترتب كتابة تسلسل الابراج في جهة ز هـ و هـ ح . كل اثنين كما هو مذكور في اعلاه جهة تعاكس الاخرى بالتسلسل، ففي القسم السفلي يكون التسلسل سرطان والحوت اول جزء من الداخل .

ولكن السرطان والحوت يكون اول جزء من الخارج في القسم العلوي . وهكذا يكون التسلسل معاكساً احدهما للاخر . يكتب في كل قسم برجان ضمن حدودها المرسومة