

CAIRO.UNIV. FACULTY OF ENGINEERING

MUHADARAT IBN AL-HAYTHAM
PT.8

[illegible]



جامعة الإسكندرية

كلية الهندسة

مُحَاضِرَاتُ ابْنِ الْهَيْثَمِ فِي الْبُصْرَى
المحاضرة الثامنة - الاسطرلاب عند العرب



كلية الهندسة

Muhādarāt Ibn al-Haytham

مَحَاضِرُ ابْنِ الْهَيْثَمِ الْبَصْرِيِّ
المحاضرة الثامنة - الاسطرلاب عند العرب

المحاضرات التي سبق إلقاؤها

المحاضرة الأولى لسنة ١٩٣٩ : الحسن بن الهيثم — الناحية العلمية منه وأثره المطبوع
في علم الضوء — للأستاذ مصطفى نظيف بك
أستاذ الطبيعة بكلية الهندسة .

المحاضرة الثانية لسنة ١٩٤٠ : الخوارزمي وأثره في علم الجبر — للأستاذ الدكتور
على مصطفى مشرفه باشا عميد كلية العلوم .

المحاضرة الثالثة لسنة ١٩٤١ : أثر الحضارة الإسلامية في تقدم الكيمياء
وانتشارها — للأستاذ عبد الحميد أحمد بك وكيل
مصلحة الكيمياء .

المحاضرة الرابعة لسنة ١٩٤٢ : آراء الفلاسفة الإسلاميين في الحركة ومساهماتهم
في التمهيد إلى بعض معاني علم الديناميكا
الحديث — للأستاذ مصطفى نظيف بك أستاذ
الطبيعة بكلية الهندسة .

المحاضرة الخامسة لسنة ١٩٤٣ : كمال الدين الفارسي وبعض بحوثه في علم الضوء —
لأستاذ مصطفى نظيف بك أستاذ الطبيعة
بكلية الهندسة .

المحاضرة السادسة لسنة ١٩٤٤ : نظرة المسلمين القدماء إلى تقدم العلوم ورفقها —
للغفور له الدكتور پاول كراوس .

المحاضرة السابعة لسنة ١٩٤٥ : الأسلوب العلمي عند العرب — للأستاذ قدری
حافظ طوقان .

(RECAP)

2264
103
612

بسم الله الرحمن الرحيم

سادتي :

قال صلى الله عليه وسلم « العلماء ورثة الأنبياء » ، فهم المقربون عند الله ، المحببون إليه . وقد أحب الله ابن الهيثم ، فوهبه في حياته الزهد في الدنيا ، والقناعة بما يكفيه شر السؤال ، فعاش عزيزاً ، ومات عزيزاً . قيل إنه قد ولى عملاً من أعمال الدولة ، فتحايل حتى صرف عنه . وكان ينسخ في كل سنة ثلاثة كتب ، يحنئه من يعطيه فيها ، دون أخذ أو رد ، خمسين ومائة دينار مصرى ، فيجعلها نفقة حوله ، وينصرف إلى علمه . وهياً له بعد وفاته بعدة أجيال ، رجلاً من قومه ، بعث ذكره ، وأخذ على نفسه أن يبقها له حية ما استطاع . وساهمت كلية الهندسة في هذا العمل الكريم ، فاستنت هذه المحاضرة السنوية لذكرى ابن الهيثم ، عسى أن تنفع الذكرى ، ومن أولى من كلية الهندسة بذلك ، ففيها يتمثل نشاطه بناحيته النظرية والعملية ، فقد كان إلى جانب اشتغاله بالعلوم النظرية ، مهندساً متفناً في الأعمال الهندسية ، وقد ذكر له كتاب في عقود الأبنية ، وكتاب في المساحة .

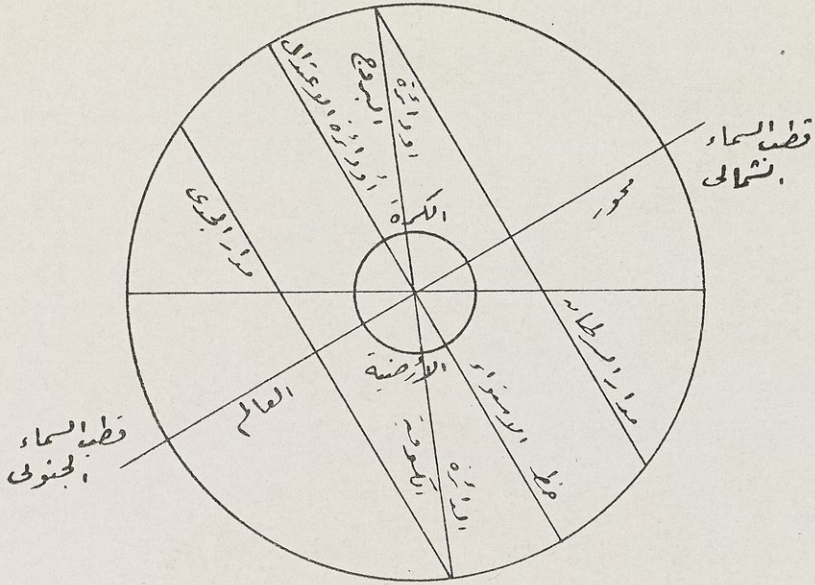
وقد ألقى هذه المحاضرات قبلى رجال أكثرهم من طبقة أساتذتى ، فلما دعيت لالقاء كلمة هذا العام ، تهيبت ، وكنت بين أمرين : إما أن أحجم ، فأرد دعوة هي عندى بمنزلة الأمر . وإما أن أقدم ، فأضع نفسى موضعاً لا أحسد عليه ، ولكنى توكلت على الله ، وبيننا أشادوا هم بذكر الرجل العظيم ، ونواحي نشاطه المتعددة ، اخترت أن أتكلم عن آلة صغيرة فى ذاتها ، عظيمة بقيمتها ، لاشك أن ابن الهيثم كان يعرفها ، ويعمل بها ، وهى كذلك قد أشبه جدها جد ابن الهيثم ، فى أنها كانت يوماً ذات شأن ، ثم عفى على ذكرها الدهر فى بلادها ، فلم يبق لها إلا اسم تعرفه القلة ، وهذه الآلة هى الاسطرلاب .

والاسطرلاب، (شكل ١)، آلة فلكية تمثل قبة السماء، ولذلك وجب على
أن أعيد إلى ذاكرة حضراتكم بعض الحقائق عن هذه القبة، وبعض النقط
والخطوط الرئيسية التي عليها.



(شكل ١) الاسطرلاب الكامل

فالسما ، (شكل ٢) ، كرة وهمية ، متحدة المركز مع الكرة الأرضية ،
نصف قطرها غير محدود ، ولا نهاية له . وإذا أخرجنا محور الأرض



(شكل ٢)

من طرفيه ، فهو يقابل هذه القبة في نقطتين ، هما قطباها الشمالي والجنوبي ،
ويسمى خط القطبين هذا ، محور العالم .

وإذا تأملنا هذه القبة ليلا فترة طويلة نوعا ما ، لوجدنا أنها تدور ببطء
من الشرق إلى الغرب ، وعليها نجومها ثابتة عليها ، تدور معها في دوائر عمودية
على المحور ، دون أن تتغير مواقعها بالنسبة لبعضها البعض ، أو بالنسبة للقبة
نفسها ، ولا يستثنى من ذلك إلا الشمس والقمر والكواكب السيارة
وهي قلة ضئيلة .

وقد قسمت النجوم الثابتة إلى مجموعات ، لا رابطة بين نجومها مطلقا
في الواقع ، ولكن تخيل القوم صوراً في السماء ، دعيت بأسمائها مجموعات
النجوم التي تدخل تحتها ، وسميت بعض هذه المجموعات وهي التي تنتقل فيها

الشمس بروجاً ، ولم تكن هذه الصور معروفة في الجاهلية أو صدر الاسلام ، فالعرب حينئذ لم تُسمَّ إلا النجوم المفردة والكواكب السيارة .

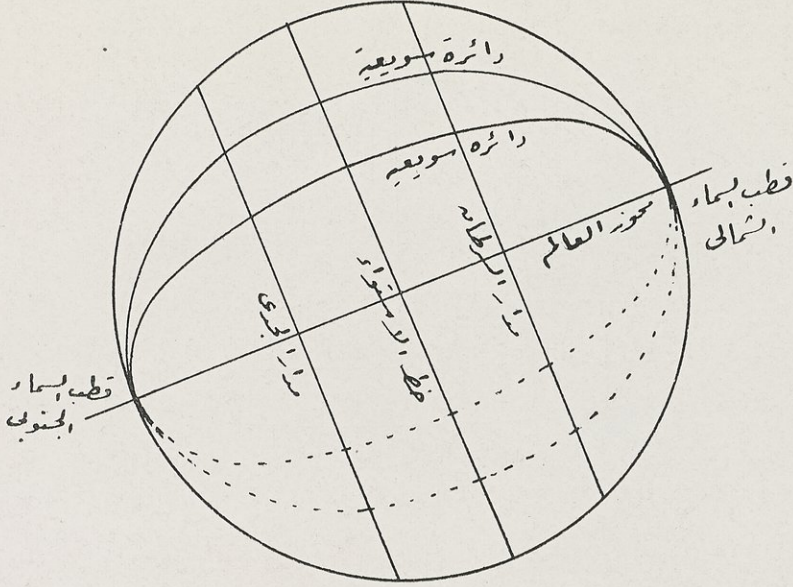
ولو استطعنا أن نراعى هذه النجوم الثابتة يوماً كاملاً من ليل ونهار ، لوجدنا أنها تتم دورة كاملة في اليوم ، يوماً بعد يوم ، وعاماً بعد عام ، دون تغيير أو تبدل . وهذه الدورة اليومية الظاهرة من الشرق إلى الغرب ، هي طبعاً ناشئة عن دوران الأرض الحقيقي حول المحور المشترك ، من الغرب ، إلى الشرق .

وتساهم الشمس في هذه الحركة ، فهي كذلك ترسم دوائر عمودية على المحور ، تسمى الدوائر اليومية . ولكن للشمس حركة أخرى ، فهي كل يوم تنقل انتقالاً يسيراً بين النجوم الثابتة على قبة السماء . ولو أننا رصدناها يوماً طوال العام لوجدنا أنها ترسم في انتقالها هذا على قبة السماء دائرة عظيمة تقع في مستوى مائل على سطوح الدوائر اليومية بمقدار ثلاث وعشرين درجة ونصف درجة تقريباً ، وتسمى هذه الدائرة بالدائرة الكسوفية أو دائرة بروج الشمس .

والمشاهد أن الشمس لا تثب فجأة من دائرة يومية إلى التي تليها مهما قربت هذه الدوائر بعضها من البعض . والواقع أن هذه الدوائر ليست كاملة ، ولكنها تكون لفات حلزون على قبة السماء ، قريبة جداً من بعضها ، فالمسافة الزاوية بين كل دائرتين لا تزيد إلا قليلاً عن ربع درجة . وتبلغ الشمس أقصى بعدها الشمالي عن خط الاستواء عند برج السرطان ، وتسمى الدائرة اليومية التي ترسمها حينئذ مدار السرطان ، أو المنقلب الصيفي . وتبلغ أقصى بعدها الجنوبي عند برج الجدى ، وتسمى الدائرة اليومية التي ترسمها مدار الجدى ، أو المنقلب الشتوي .

وتعين مواقع الأجرام السماوية على قبة السماء تماماً كما تعين مواقع البلاد على الكرة الأرضية ، فكما نتصور أن الكرة الأرضية عليها شبكة من دوائر الطول والعرض ، كذلك تقسم الكرة السماوية بشبكة من الدوائر المتقاطعة ، وهناك أكثر من طريقة لذلك . ونذكر فقط طريقتين هما اللتان يعيننا أمرهما أكثر من غيرها عند الكلام على الاسطرلاب .

ففي الطريقة الأولى (شكل ٣) ، تقسم الدوائر اليومية إلى أربعة وعشرين
قسما متساوية ، وتخرج السطوح التي تمر بنقط التقسيم وبمحور العالم ، فتقطع قبة



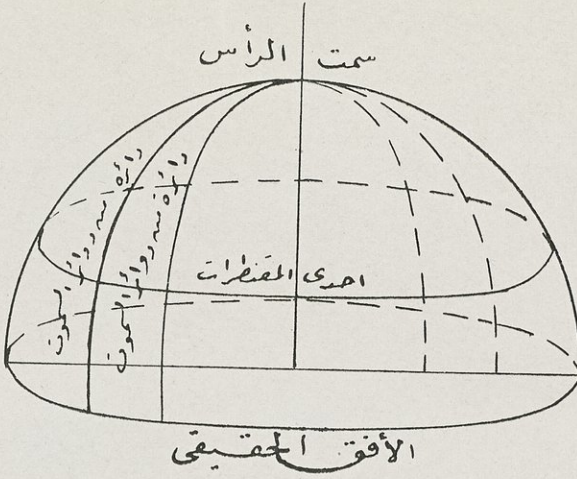
(شكل ٣)

السماء في دوائر كبرى تسمى الدوائر السويعية أو الساعات . وتكون هي
والدوائر اليومية والمدارات مجموعة من خطوط الطول والعرض على قبة السماء .

والطريقة الثانية (شكل ٤) أقرب إلى التصور ، وهي أن يمد الخط الرأسى
المار بمكان الرصد حتى يقابل قبة السماء في نقطة تسمى سمت الرأس . ويرسم
المستوى المار بمركز الأرض عموديا على هذا الخط الرأسى نفسه ، فيلتقى
مع قبة السماء في دائرة عظمى تسمى الأفق الحقيقي .

ترسم مستويات موازية للأفق ، على زوايا متساوية ، من الأفق إلى سمت
الرأس ، فتقطع قبة السماء في دوائر صغيرة ، سماها العرب المقنطرات .
ثم ترسم مجموعة أخرى من المستويات ، قائمة على الأفق ، ومارة بسمت الرأس ،
فتقطع السماء في دوائر عظمى سمت دوائر السموت . فيتكون منها ومن

المنظرات مجموعة أخرى تشبه خطوط الطول والعرض ، وتسمى دائرة السميت التي تمر بمكان الرصد ، خط الزوال في ذلك المكان .



(شكل ٤)

ولكن يؤخذ على هذه الطريقة أنها لا تصلح إلا لمكان واحد فقط ، فسميت الرأس ودائرة الأفق . تختلفان باختلاف الأمكنة ، فبعد سميت الرأس عن القطب يساوى تمام عرض المكان ، ودائرة الأفق تميل على المدارات بمثل هذه الزاوية .

هذا باختصار وصف قبة السماء ، وحركة الشمس والنجوم الثابتة عليها . وكيفية تعيين مواقعها . وقد يبدو غريباً أن نفرض أن نصف قطر هذه القبة غير محدود ، ولكن إذا راعينا أننا لا نقيس عليها إلا الزوايا دون المسافات ، وأن قطر مدار الأرض بأكمله يساوى أقل من جزء من مائة ألف جزء من بعد أقرب النجوم الثابتة إلينا لعلمنا أنه لا حركة الأرض اليومية ولا حركتها السنوية تحدث أى خطأ يذكر بسبب هذا الفرض .

والاسطرلاب صورة مصغرة لقبة السماء ، لذلك كان طبعياً أن يكون في أول أمره كرة ترسم عليها الخطوط الرئيسية لهذه القبة ، ثم تعين عليها

مواقع النجوم ، ولكن هذا الشكل يحتاج إلى مهارة في الصناعة ثم هو إلى ذلك صعب النقل لا يسهل حمله من مكان إلى آخر . ولذلك عدل عنه إلا فيما ندر إلى نوع آخر هو النوع المستوى .

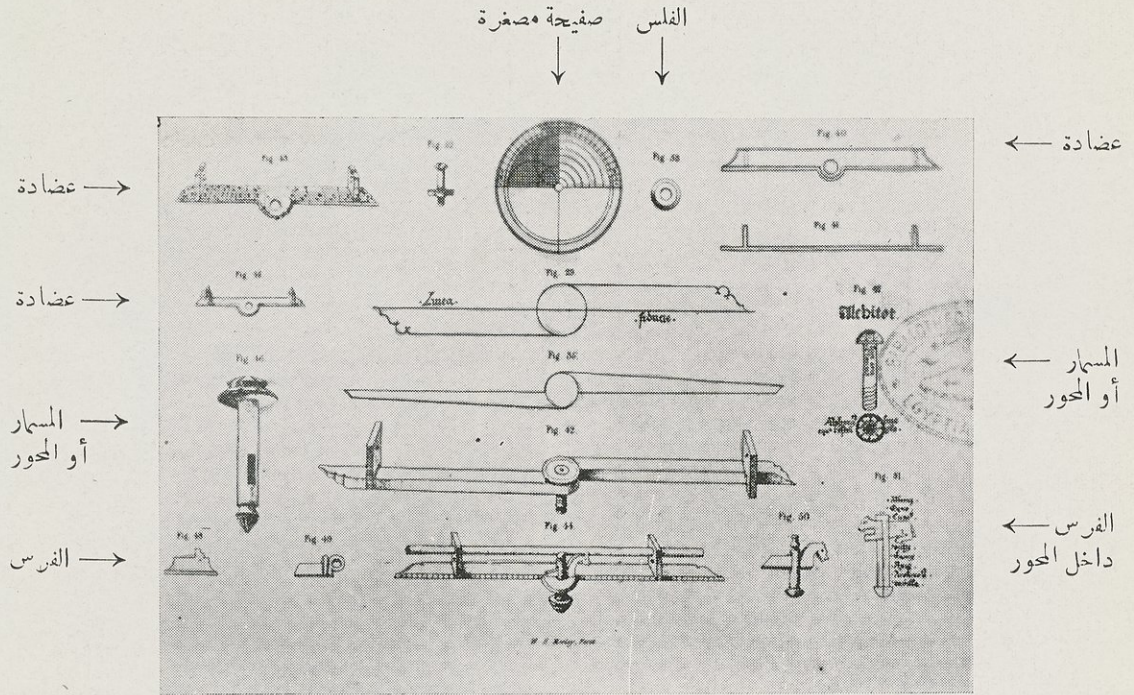
وفي هذا النوع يرسم مستطابق قبة السماء على مستوى خط الاستواء أو كما كان يقول القوم (تبسط قبة السماء على دائرة معدل النهار) .

وللاسقاط عدة طرق . قد استعمل منها في عمل الاسطرلاب أوفاهها بالغرض وهو النوع المسمى استريوجرافيك ، وفيه يكون مركز إسقاط الكرة . نقطة على سطح الكرة ، وتكون مساقط الدوائر دائماً دوائر أو أقواساً منها أو خطوطاً مستقيمة ، وتكون مساقط الزوايا المتساوية متساوية ، أما المسافات أو الأبعاد ، فإن مساقطها تختلف باختلاف مواقعها على سطح الكرة فلا تكون عادة مساقط الخطوط المتساوية متساوية ، ولكن بما أن جميع الأقيسة على كرة السماء هي أقيسة زوايا فلا ضرر من ذلك الاختلاف .

وأشهر أنواع الاسطرلاب المستوى ثلاثة ، شمالي ، وهو الذي تبسط فيه قبة السماء على مستوى معدل النهار من القطب الجنوبي ، أى أن نقطة النظر تكون عند هذا القطب ، ويسقط عليه من سطح القبة كل الجزء الواقع بين مدار الجدى والقطب الشمالى ، ويخرج عنه الجزء الواقع بين هذا المدار والقطب الجنوبي . والنوع الثانى وهو الذى تبسط فيه قبة السماء على دائرة معدل النهار كذلك ولكن من قطبها الشمالى ، أى أن نقطة النظر تكون عند هذا القطب ، ويخرج عنه من الكرة السماوية كل ما يقع بين مدار السرطان والقطب الشمالى ، ولذلك لا يقع فيه كثير من أعلام النجوم الشمالية . وهناك نوع ثالث قد بسطت فيه قبة السماء على دائرة معدل النهار من قطبيها الشمالى والجنوبى معاً وبذلك اختلطت خطوطه ، فوقع فيه مدار السرطان ومدار الجدى على دائرة واحدة واختلطت نجومه الشمالية والجنوبية لاتفاق مساقط مداراتها ، فأصبح العمل به عسيراً .

ويتألف الاسطرلاب المستوى من الأجزاء الآتية : الأم والمحور والصفائح ، والشبكة أو العنكبوت . والعضادة والفرس وأحياناً قطعة صغيرة

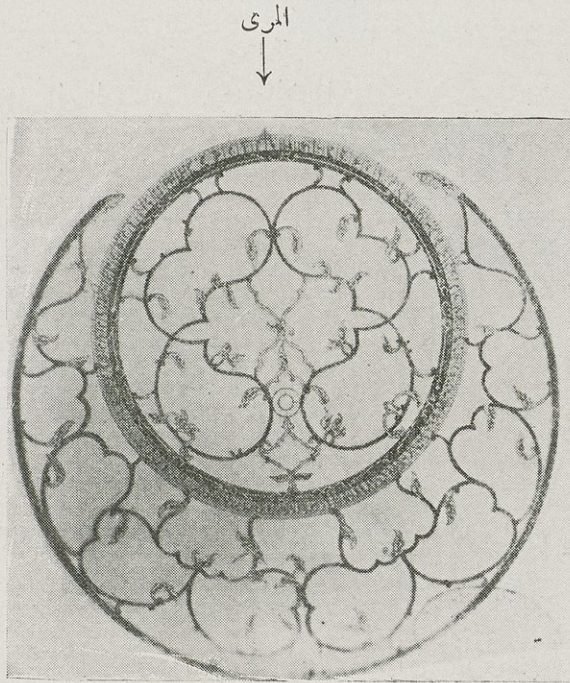
تسمى الفلس . أما الأم فهي أكبر صفائح الاسطرلاب التي تجمع عليها الصفائح الأخرى (شكل ١) ، وحافتها من الخارج هي الحجرة . وهي حلقة متوازية السطوح ، عريضة نوعاً ، تحيط بجميع الصفائح بما فيها الشبكة ، وسمكها يساوي سمك هذه الألواح مجتمعة ، وهي تسمى أحياناً الطوق ، ومنها يبرز الكرسي الذي



فيه العروة والحلقة التي يعلق منها الاسطرلاب . أما المحور (شكل ٥) فهو المسامير الاسطواناني المار في وسط الحجرة ، المنتظم لجميع الصفائح بما فيها الشبكة ثم العضادة . أما الصفائح فهي الأجزاء الأساسية من الاسطرلاب ، وكلها مستديرة متساوية مستوية تماماً ، رقيقة السمك ، يبلغ عددها من خمس إلى عشر في الاسطرلاب الواحد . وهي مثقوبة عند مركزها بما يساوي قطر المحور ، فتنتظم عليه ، ومن فوقها الشبكة وأحياناً العضادة . وقد سمي العرب هذه

الثقوب المركزية ، المحن . وتجعل على محيط كل صفيحة خارجة صغيرة تبيت في تجويف مصنوع لها في الحجرة فتمتنع الصفيحة من الدوران إذا دارت فوقها الشبكة أو العضادة .

أما الشبكة أو العنكبوت (شكل ٦) فهي صفيحة توضع فوق سائر الصفيائح الأخرى وتدور فوقها ، ولذلك صنعت مفرغة إلا قليلا من سطحها فلا يبقى منها



(شكل ٦) الشبكة

إلا محيطها ، ودائرة أخرى لها مركز غير مركزها . ثم بعض خوارج حادة ، وعند محيطها خارجة صغيرة تصلح كمؤشر لمعرفة مقدار دورانها . تسمى المرى . أما العضادة فهي شظية مستطيلة متوازية السطوح تدور حول محور الاسطرلاب ، والحرف الأسفل من هذه الشظية يسمى خط الترتيب ، وهو يمر بالمركز ، وعلى السطح الأعلى من العضادة بالقرب من طرفيها ، صفيحتان متوازيتان قائمتان تسمى كل منهما هدفة أو لبنة وفي كل واحدة

ثقب يدخل عليه شعاع الشمس أو النجم أو الجسم المشرق الذي يرصد بالاسطرلاب . ويقع مركز الثقبين بالضبط فوق خط الترتيب . وتستعمل العضادة غالباً على ظهر الاسطرلاب ولكنها أحياناً تستعمل على وجهه . أما القرص فهي قطعة مخروطية كأنها مسمار برأس عريض تنفذ من ثقب في المحور فتضم الصفائح بعضها إلى بعض وبقدر إحكام صنعة الآلة يكون حسن انطباق الصفائح . وأحياناً توضع حلقة صغيرة تسمى القلنس بين القرص والعضادة أو العنكبوت لمنع الاحتكاك بينها وبينهما عند دورانهما .

والآن ننتقل إلى الرسوم التي على الاسطرلاب . فالحجرة تقسم إلى 360° من اليسار إلى اليمين ابتداء من الخط الرأسى والاسطرلاب معلق من حلقتيه . وتوضع على نقاط التقاسيم الحروف الأبجدية خمس درجات فخمسة درجات هكذا : (هـ . ي . يه . ك . كه . إلى شمس 360°) .

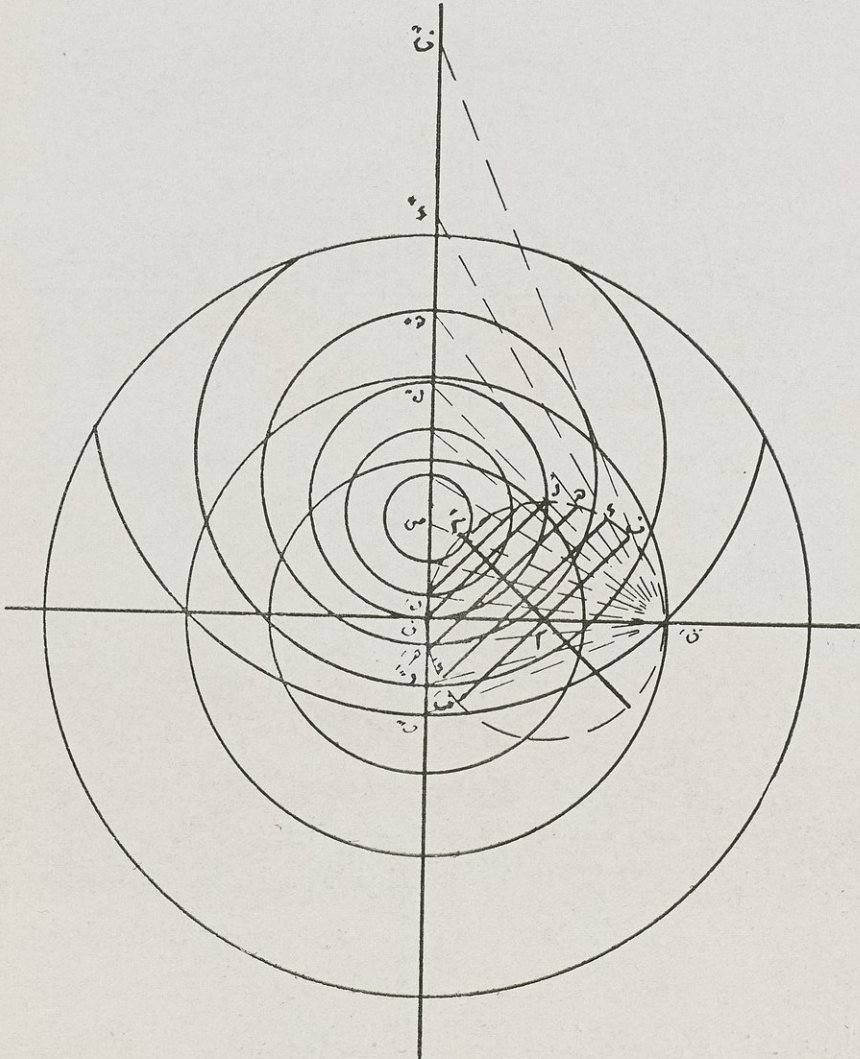
أما رسوم الصفائح فهي مساقط قبة السماء وخطوطها على دائرة الاعتدال وكيفية إسقاط هذه الخطوط هي كما يلي :

الدوائر اليومية أو المدارات : لا يبسط من هذه الدوائر إلا أهمها وهي مدار السرطان ثم دائرة الاستواء أو كما كان يسميها العرب مدار الاعتدال أو مدار رأسى الحمل والميزان ثم مدار الجدى .

نفرض أن الكرة م (شكل ٧) هي قبة السماء وأن ق ، ق' هما قطباها وأن س س' . ١١ . ج ج' هي مدارات السرطان والاعتدال والجدى على الترتيب . يرسم مستوئمان للكرة عند ق فيكون ج ج' هو أثر ذلك المستوى على سطح الورقة . وبما أن ق' هي مركز الإسقاط فإذا أخرجنا منها خطوطاً تمر بمحيط الدائرة ج ج' فإنها تكون مخروطاً قائماً يقطع المستوى المماس في الدائرة ج ج' . فإذا أدركنا هذا المستوى تسعين درجة لكي ينطبق على مستوى الورقة كانت الدائرة ج ج' هي مسقط مدار الجدى . وبما أن الاسطرلاب لا يمثل من قبة السماء إلا الجزء الذي يقع إلى الشمال من هذا المدار فتجعل هذه الدائرة حداً للرسم ، أى قريبة جداً من محيط الاسطرلاب .

الاعتدال الربيعي . وق' هي نقطة المغرب وكذلك الاعتدال الخريفي .
ولا يرسم من مساقط السطوح السويعية غير هذين الخطين .

أما لرسم المقتطرات فيعين أولاً على الكرة موقع سمت الرأس م' ، (شكل ٨) ،
وهو يبعد عن القطب بما يساوى تمام عرض المكان . ثم يرسم مستوى
الأفق ف' ف' عمودياً على م' م' . وترسم المقتطرات د' د' ، ه' ه' ، ك' ك' موازية



(شكل ٨)

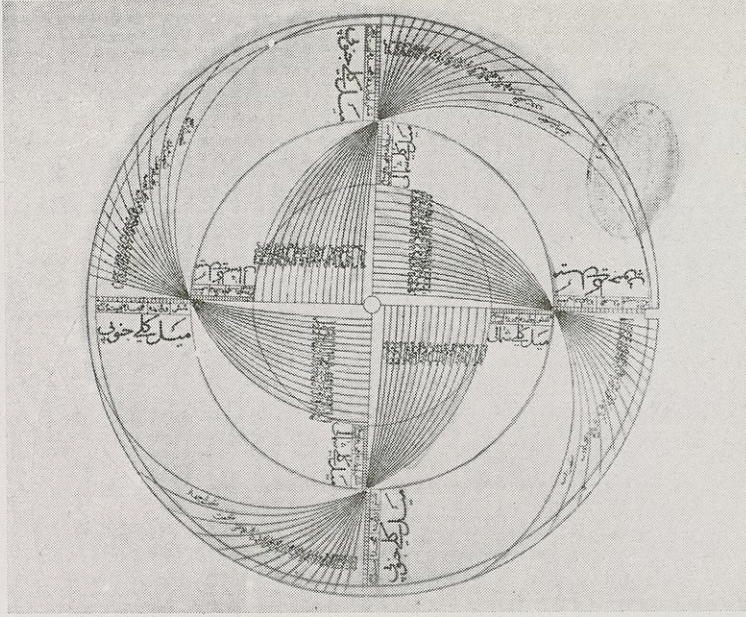
للأفق على زوايا متساوية من بعضها البعض . قد تكون درجة واحدة أو ثلاث درجات ، أو ست درجات . ويسمى الاسطرلاب حينئذ تاما أو ثلاثيا أو سداسيا . ثم نخرج من ق' مستقيمت شعاعية تمر بمحيطات هذه الدوائر فتكون مخروطات تقطع المستوى المماس على الدوائر ف"ف" . د"د" . ه"ه" . ك"ك" . فتكون هذه الدوائر هي مساقط الأفق والمقنطرات على دائرة الاعتدال . وتصغر هذه الدوائر بالتدرج من الأفق إلى مسقط سمت الرأس . وتوضع عليها أرقامها ابتداء من الأفق بالحروف الأبجدية من ا إلى ص ، أى تسعين درجة وهي مسقط السموت .

وفي بعض الاسطرلابات يرسم تحت الأفق قوسان ، أحدهما على بعد ثمانى عشرة درجة من الأفق الغربى لوقت العشاء والآخر على بعد تسع عشرة درجة من الأفق الشرقى لوقت الفجر .

ولرسم مساقط دوائر السموت (شكل ٩) ، ترسم أولا مساقط مدار الجدى وسمت الرأس وسمت القدم والأفق ، وتراعى بصفة خاصة دائرتان من هذه الدوائر إحداها الدائرة ق' م' ق' م' التى تمر بنقطة الاسقاط ، فان مسقطها يكون مستقيما يمر بمسقطى م' ، م' أى م' ، م' أى ان هذا المسقط ينطبق على خط وسط السماء . والثانية الدائرة العمودية على الأولى فان قطر مسقطها يكون م' م' ولذلك ينصف هذا الخط فى ن وترسم عليه دائرة تكون هي المسقط المطلوب . وهذه الدائرة تمر بنقطتى المشرق والمغرب وتعتبر مبدأ لدوائر السموت . أما الدوائر الأخرى فبما أن مساقطها جميعا يجب أن تمر بنقطتى م' م' فالحل الهندسى لمراكز هذه المساقط هو ل' ن ل العمود على م' م' . ثم لنفرض أن بين كل دائرتين منها زاوية θ . يقسم محيط م' م' إلى أجزاء متساوية ابتداء من م' كل منها يساوى θ وتوصل نقط التقسيم إلى م' بمستقيمت تقطع ل' ل' فى ١ ، ٢ ، ٣ فتكون هي مراكز المساقط المطلوبة . وتسمى دوائر السموت شرقية أو غربية حسب وقوعها إلى جهة الشرق أو الغرب . وتوضع عليها الحروف الدالة على ميلها على مبدأ السموت .

وهذه المجموعة الأخيرة من الخطوط . المكونة من المقنطرات ودوائر السموت تجعل الاسطرلاب صالحا للعمل فى مكان واحد فقط ، إذ أنها تختلف

في بعض الاسطرلابات صفيحة تسمى الصفيحة الأفقية (شكل ١٠) ، يمكن
بها استعمال الآلة في عدة جهات . ولا ترسم على هذه الصفيحة المتنظرات



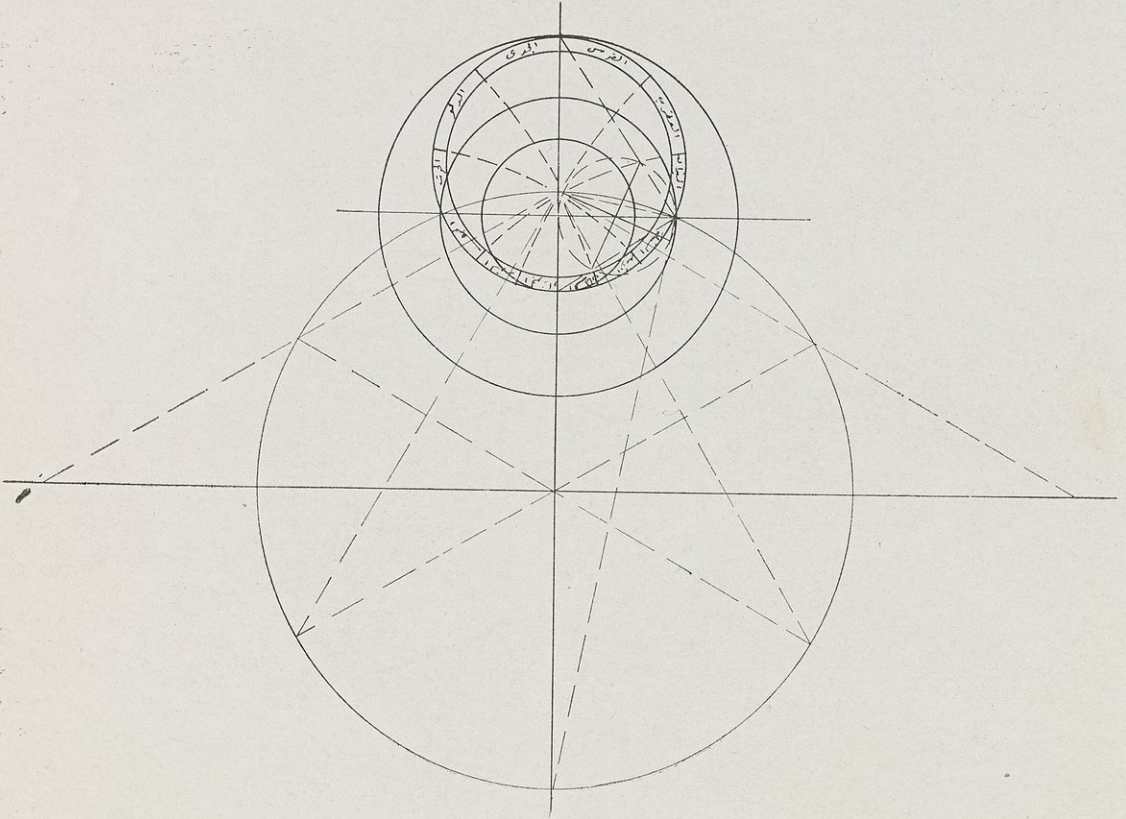
(شكل ١٠) الصفيحة الأفقية

أو السموت ، بل يكتب في برسم المدارات الثلاثة والقطرين المتعامدين . ثم يرسم
على ربع من أرباع الصفيحة نصف دائرة الأفق فقط لعرض معين .
ثم في الربع الثاني ، نصف دائرة الأفق للعرض الذي يليه بدرجة واحدة ،
وهكذا ، فيكون الفرق بين كل أفقين في الربع الواحد أربع درجات . والعادة
أن يكتب في بسبعة أقواس في كل ربع ، فكأن الصفيحة تصلح للعمل بها
في ثمان وعشرين درجة من درجات العرض .

أما الخطوط المرسومة تحت الأفق من صفائح الاسطرلاب فتسمى خطوط
الساعات (شكل ١١) وهي ليست طبعاً مساقط الدوائر السويعية ، بل هي تدل
على ما يسمى الساعات الزمانية ، وهي جزء من اثني عشر جزءاً من طول الليل

الساعات الزمانية خطان أحدهما للعصر الأول وهو الوقت الذى يكون فيه ظل كل شىء مثله مضافا إليه طول ظل ذلك الشىء وقت الزوال ويسميه العرب ظل النىء . وثانيهما للعصر الثانى وهو الوقت الذى يبلغ فيه ظل كل شىء مثليه مضافين إلى ظل النىء .

أما الشبكة أو العنكبوت (شكل ٦) ، فهى أيضا بسط لقبة السماء على دائرة الاعتدال ، مبين عليها فقط مدار الشمس السنوى أو دائرة البروج ، ثم عدد من النجوم الشهيرة يختلف بين العشرين والأربعين ، وترسم دائرة البروج (شكل ١٢) على الكرة م مائلة على خط الاستواء بمقدار ثلاث وعشرين درجة ونصف درجة تقريبا . ثم يرسم مسقطها بنفس الطرق السابقة ، ويقسم محيطها إلى اثني عشر قسما غير متساوية ، وتوضع عليها أسماءها ، وهى الحمل . الثور .

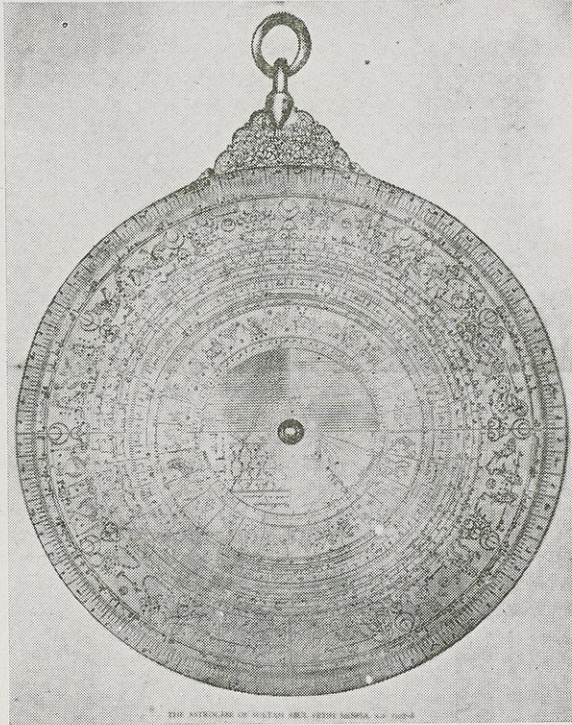


(شكل ١٢)

الجوزاء . السرطان . الأسد . السنبلة . الميزان . العقرب . القوس . الجدى .
الدلو . الحوت .

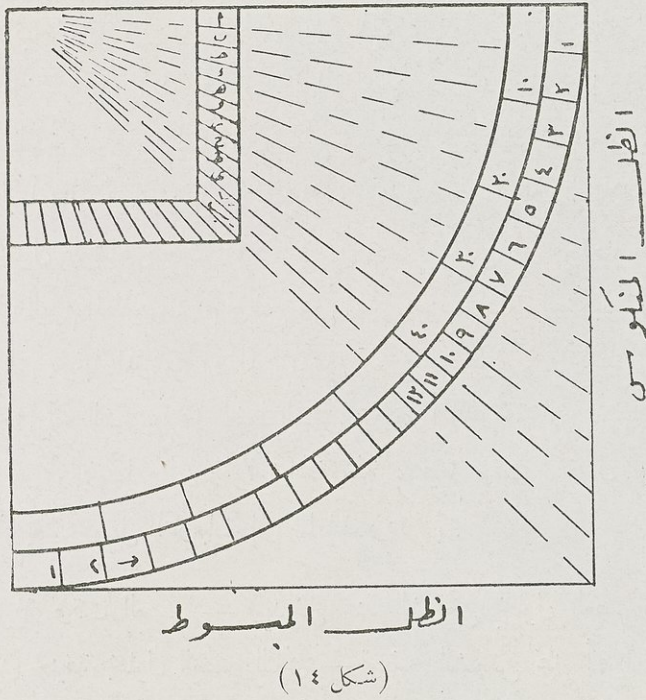
أما مواقع النجوم الشهيرة ، فتعينها خوارج صغيرة في الصفيحة يدل سن
كل خارجة على مسقط موقع النجم على دائرة الاعتدال . ويكفي لتعيين موقع
النجم على قبة السماء ، أن تعين دائرتان من الدوائر السابقة متقاطعتان عنده ، فيكون
تقاطع مسقطيهما هو مكان مسقط النجم . ومن النجوم التي توجد على أكثر
الاسطرلابات السماءك الراح (Arcturus) والسمك الأعزل (Spica) والنسر
الواقع (Vega) والنسر الطائر (Altair) والشعري اليمانية (Sirius) والشعري
الشامية (Procyon) ومنكب الجوزاء (Betelgeuse) ورجلها (Rigel) .

أما ظهر الاسطرلاب (شكل ١٣) فعليه عدة خطوط ، أولها القطران اللذان



(شكل ١٣) ظهر الاسطرلاب

يتقاطعان عند مركزه ، أحدهما يمر بنقطة التعليق والآخر قائم عليه . فيقسم هذان القطران ظهر الاسطرلاب إلى أرباع متساوية كل ربع مقسم إلى تسعين درجة ابتداء من خط المشرق والمغرب . وتكتب على أحد الربعين اللذين تحت هذا الخط مقادير الظل والظل التمام لزواياه من درجة إلى ٤٥° باعتبار أن نصف قطره يساوي اثني عشر جزءاً . وقد يرسم داخل هذا الربع ، مربع للظلمين وقد أسماها العرب الظل المنكوس والظل المبسوط (شكل ١٤) ، ويقسم ضلعان



من أضلاع المربع كل إلى اثني عشر قسماً ، سميت أصابع ، ويكتب عدد الأصابع على الضلع ابتداء من القطر . ولا تترك الأرباع الباقية خالية ، فقد ترسم إحداها ميول الشمس من خط الاستواء إلى أحد المدارين أي من صفر إلى الميل الأعظم ، وهو ثلاث وعشرون درجة ونصف درجة تقريباً . ويرسم آخر بحيث يمكن به معرفة وقت دخول العصر في أي مكان ، وذلك بتعيين درجة انخفاض الشمس عن ارتفاعها في وقت الزوال . وترسم في الربع الباقي جيوب الزوايا ولذلك يسمى بالربع المجيب .

وقد يرسم على ظهر بعض الاسطرلابات دائرة ينقسم محيطها إلى اثني عشر قسمًا تبين بروج السماء ويقسم قوس كل برج إلى ثلاثين درجة . ثم يرسم داخل هذه الدائرة ، دائرة أخرى تكتب على محيطها أسماء الشهور الشمسية ، وبذلك يمكن معرفة الدرجة التي تكون عليها الشمس في دائرة البروج في أى يوم من أيام السنة .

والآن أنتقل بحضراتكم إلى بعض الأغراض التي كان يستعمل من أجلها الاسطرلاب . وقد ورد في مخطوط بدار الكتب ما يزيد على مائة استعمال . ولكن بعضها مكرر أكثر من مرة ، إلا أن هذا العدد يدل على ما كان لهذه الآلة من فائدة عندهم . والكثرة العظمى من هذه الاستعمالات تتعلق بالظواهر الفلكية طبعاً ، وسأذكر منها على سبيل المثال ما يتعلق بأوقات الصلاة . فلمعرفة وقت دخول العشاء يبحث أولاً عن درجة الشمس أو موقعها على دائرة البروج في اليوم المطلوب ، ثم توضع على أفق المغرب بادارة العنكبوت . وتقرأ الدرجة التي يعينها المؤشر أو المرى على تدريج الحجر ، وتحفظ . ثم تدار الشبكة حتى تقع الشمس على خط الشفق ، وتقرأ الدرجة التي يعينها المؤشر . ويؤخذ الفرق بينها وبين القراءة المحفوظة ، فيعلم وقت دخول العشاء بعد الغروب ، بعد تحويل الدرجات إلى ساعات ودقائق .

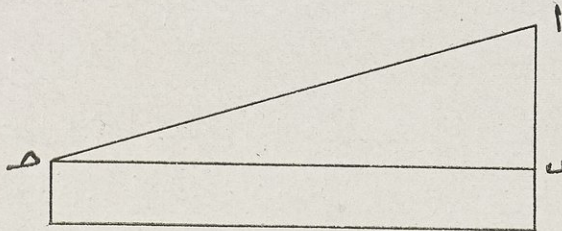
ولمعرفة وقت العصر — ويدخل عند الشافعى بحلول العصر الأول ، وعند أبى حنيفة بحلول العصر الثانى — توضع الشمس على أفق المغرب . وتعين الدرجة التي يقرأها المؤشر . ثم توضع على خط العصر المطلوب . وتقرأ درجة المؤشر وتطرح من الدرجة الأولى . فيكون الفرق هو الحصبة التي بين العصر والمغرب . وبطرحه من اثنتى عشرة ساعة يعلم وقت دخول العصر بالساعات الزمانية .

ولنقل قبلة مسجد إلى موضع آخر في أفق واحد ، يرسم خط مستقيم في المسجد الذى نريد نقل قبلته . من جهة الشمال إلى القبلة . ثم يقام شاخص بزاوية قائمة على هذا الخط . ويرصد ظل الشاخص حتى ينطبق على الخط .

فيؤخذ ارتفاع الشمس بالاسطرلاب ويحفظ . ثم يقصد إلى الموضع الآخر في غد ذلك اليوم ، ويقام فيه الشاخص ، وترصد الشمس حتى تنتهي إلى الارتفاع المحفوظ ، فيخط خط في ذلك الوقت على ظل الشاخص ، ويخرج على استقامته ، وتقام عليه قبلة ذلك الموضع .

وإلى استعمال الاسطرلاب في الأمور الفلكية كان يستعمل كذلك في شؤون مساحة الأرض ، من تعيين المواقع ، واستخراج الارتفاعات ، وتقدير عرض الأنهار ، وعمق الآبار . وسأذكر لحضراتكم وصف بعض هذه الطرق . بعضها بالألفاظ التي وردت بها في الأصل ، كمثال للشرح دون الاستعانة بالرموز أو الأشكال . والبعض باصطلاحاتنا الحديثة .

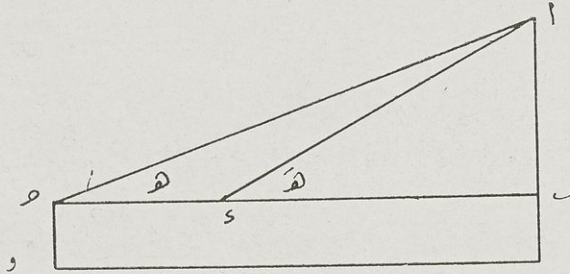
قال « لاستخراج ارتفاع الصوامع والنخيل ، وأعمدة الجبال ، والجدارات وغير ذلك مما هو قائم على بسيط الأفق على زاوية قائمة ، مما يمكن ذرع ما بينك وبين مسقط عموده . إذا أردت ذلك تأخذ ارتفاع أعلى ذلك الشيء كما تأخذ ارتفاع الكواكب . واعرف أصابع الظل المبسوط لذلك الارتفاع على نحو ما تقدم واحفظها . وامسح ما بين قدميك وأصل القائم بالشبر أو بالذراع أو بما شئت من المقادير . فما كان من ذلك فاضربه في اثني عشر ، واقسم المجتمع على عدد أصابع الظل المبسوط الذي حفظت . فما خرج فهو ارتفاع ذلك الشيء المرتفع بالمقدار الذي مسحت به ، فزد عليه ما بين بصرك إلى الأرض ، فما اجتمع فهو ارتفاع ذلك الشيء المرتفع إن شاء الله » (شكل ١٥) .



(شكل ١٥)

وإذا لم يتيسر الوصول إلى أصل ذلك الشيء ، يعين ارتفاع أعلاه من مكانين مختلفين على استقامة واحدة مع أصله . ويقاس البعد بين المكانين وليكن س فيكون الارتفاع .

ع = $\frac{س}{\text{ظلنا ه} - \text{ظلنا ه}}$ حيث ه ، ه زوايا الارتفاع وطبعاً يضاف إلى ع طول الراصد ح و (شكل ١٦) .

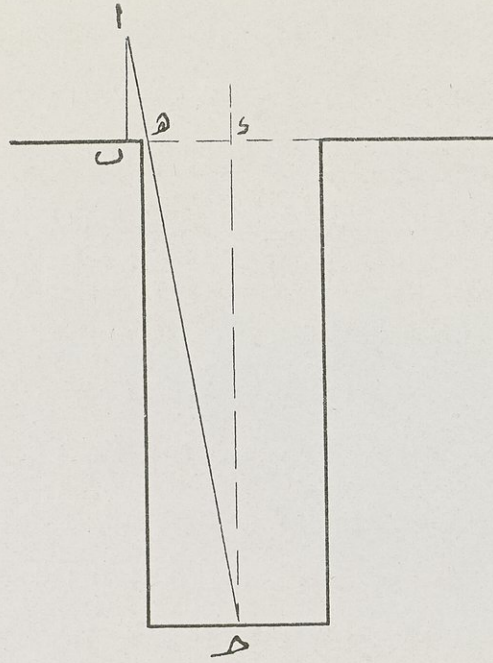


(شكل ١٦)

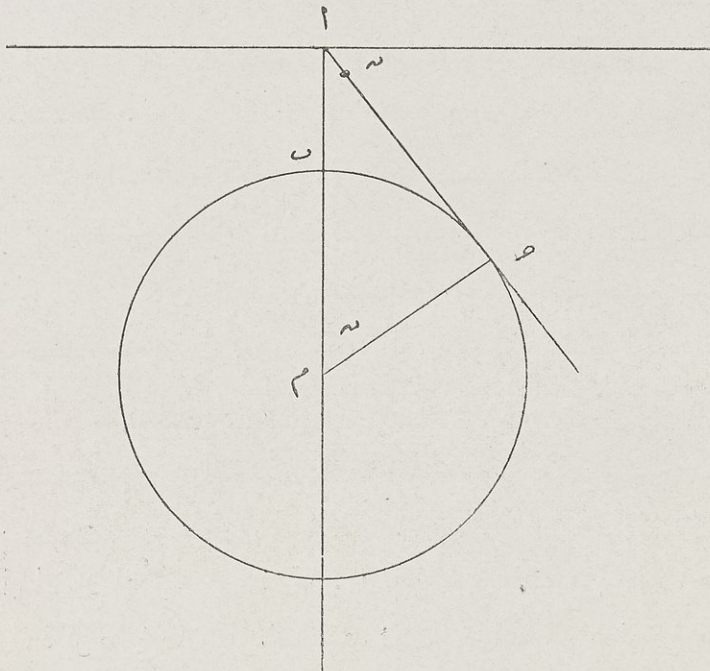
ولعرفة سعة نهر يقف الراصد على أحد جانبيه ، ويحرك العضادة حتى يظهر له الجانب الآخر واضحاً خلال الثقبين وتعين زاوية الانخفاض فتكون سعة النهر تساوي قامة الراصد مضروبة في الظل التمام لزاوية الانخفاض .

ولعرفة عمق بئر (شكل ١٧) كما جاء في كتاب آخر قال « انصب على البئر ما يكون بمنزلة قطر تدويره ، وألق ثقيلًا مشرقاً من منتصف القطر بعد إعلامه ، ليصل إلى قاع البئر بطبعه ، ثم انظر إلى المشرق من ثقب العضادة . بحيث يمر الخط الشعاعي مقاطعاً للقطر إليه . واضرب ما بين العلامة ونقطة التقاطع في قامتك ، واقسم الحاصل على ما بين النقطة وموقعك ، فالخارج عمق البئر » .

وقد استعمل الاسطرلاب في إيجاد محيط الكرة الأرضية ، وقد بين ذلك أبو الريحان البيروني . وطريقته هي أن يصعد الراصد جبلاً مشرفاً على بحر أو برية منبسطة ، ويرصد الشمس عند الغروب ويقدر زاوية انحطاط الأفق ن (شكل ١٨) ،



(شکل ۱۷)



(شکل ۱۸)

وهي دائماً صغيرة مهما كان الجبل مرتفعاً . فإذا كان ارتفاع الجبل ع
فان نصف قطر الكرة الأرضية يساوى ع — جتان — جتان وهي المعادلة التي استعملها
البيرونى . وقد أخرج الطريقة السابقة من القوة إلى الفعل . فاختار جبلا
في بلاد الهند . مشرفا على البحر ، واستنبط أن مقدار الدرجة من خط نصف
النهار ، تساوى ٥٨ ميلا على التقريب . وقد أدرك أن عمله تقريبي ، لصغر
الاسطرلاب ، وصعوبة تقدير زاوية الانحطاط على التحقيق . ومع ذلك إذا
علمنا أن الميل العربى كان نحواً من ١٩٧٣ متراً فان تقدير البيرونى لم يكن
بعيداً عن الصواب . فالخطأ فيه لا يزيد عن ثلاثة أجزاء من مائة جزء .

وأنتقل إلى المسألة الأخيرة . وهي كيف نشأت هذه الآلة ، ومن الذي
اخترعها . لم يكن الانسان فى أول أمره يطلب العلم للعلم . بل كان دائماً
— ولا يزال إلى الآن فى غالب الأحوال — يبغي الفائدة العاجلة من وراء
بحثه فى مشاهد الطبيعة ، بل لعل الحاجة هى التى كانت تدفعه دفعا ،
فى أول الأمر ، إلى النظر فيما حوله من خلق السموات والأرض . فقد كان
لا بد له من معرفة السنين والفصول ولو بصفة تقريبية . وإلا صارت الزراعة
المنتجة مستحيلة .

وبدأت دراسة السماء ، ومراقبة حركة الشمس والكواكب والنجوم ،
فى الوادين العظمين ، الذين نشأت فيهما الحضارة . وما من شك أن الباحثين
فى هذه الأمور كانوا يستعينون عندئذ على عملهم بآلات بدائية بسيطة .
أخذت تتحسن مع الوقت . وقد تكون قد انتهت الى الاسطرلاب ، بشكله
الكروى أولا ، ثم المنبسط . ولذلك لا يمكن تحديد وقت اختراع الاسطرلاب
على التحقيق ، أو نسبته الى رجل بعينه ، وقد كان البابليون والأشوريون
أطول باعاً من قدماء المصريين فى علم الفلك . وأيضاً لم يعثر على مثل هذه
الآلة فى الآثار المصرية على كثرتها . ولكن يقابل ذلك من جهة أخرى ،
أن أول ذكر صريح للاسطرلاب ، قد نسب اختراعه الى علماء من مدرسة
الاسكندرية أو على صلة وثيقة بها فقد ورد أن أول من استعمل الاسطرلاب

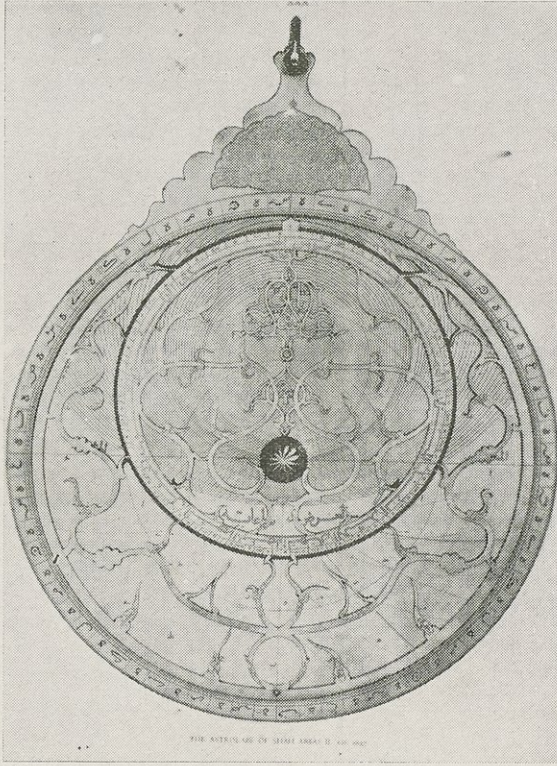
هو ارستاركس اليونانى (٣٢٠ — ٢٦٠ ق . م) أما انه اخترعه أو هذبه فقط ، فلم يذكر شيء على التحقيق ، وكان طبيعياً أن يكون الاسطرلاب الأول من النوع الكرى ، فهو أقرب الى الطبيعة ، بل هو صورة لها . ثم أتى بعده هيباركس فى القرن الثانى قبل الميلاد ، وهو من مدرسة الاسكندرية ، وتقدم على يديه علم الفلك تقدماً كبيراً ، وضبطت بعض أصوله المبينة على المشاهدة ، وقيل إنه أول من عمل بالاسطرلاب المسطح . ثم فى القرن الثانى من الميلاد أتى بطليموس الاسكندرى صاحب كتاب المجسطى ، الذى قال فيه ابن الفطى « والى بطليموس هذا انتهى علم حركات النجوم ومعرفة أسرار الفلك ، وعنده اجتمع ما كان متفرقاً من هذه الصناعة » ووصف بطليموس الاسطرلاب ، وكيفية العمل به فى كتابه هذا ، الذى بقى من أهم المراجع فى علم الفلك أكثر من ألف سنة .

ووقف الدهر بعلم الفلك ، كما وقف بغيره من العلوم ، فاكتفى تلاميذ بطليموس بشرح كتابه ، والتعليق عليه ، ومن ورد ذكرهم من هؤلاء سينسيوس (Synesius) من بلده (Syrene) وقد توفى فى أوائل القرن الخامس من الميلاد وقد عمل اسطرلاباً من فضة ، وأهداه الى صديق له ، مع رسالة من تأليفه ، تبين كيفية استعمال الاسطرلاب . ثم فيلوبون (Philopon) الذى ألف رسالة فى الاسطرلاب فى أوائل القرن السابع . أى قبل الاسلام بقليل ، وحول ذلك الوقت أيضاً ، فى منتصف القرن السابع ألف ساويرس سابوكت (Severus Sabokt) من أحبار الكنيسة . كتاباً فى الاسطرلاب بالسريانية ، لا شك أنه اقتبس من الكتب اليونانية الموجودة فى ذلك الحين .

وانتقلت العلوم الى أيدي العرب ، فأقاموا من جديد ما تداعى من بنائها . وللارتباط الوثيق بين أحكام الشريعة الاسلامية وبين الظواهر الفلكية كان علم الفلك وآلات الرصد من أول ما عني به القوم ، وقيل إن أول من عمل اسطرلاباً مسطحاً من العرب هو أبو اسحاق ابراهيم بن حبيب بن سليمان الفزارى ،

من فلكي المنصور العباسي (١٣٦ — ١٥٨ هـ) (٧٥٤ — ٧٧٥ م) وقد ألف فيه كتاباً هو « العمل بالاسطرلاب المسطح وذات الحلق » وقد ضاع أصل هذا الكتاب ونقط ورد ذكره في كتاب الفهرست لابن القفطي .

وانتشرت معرفة الاسطرلاب ، وكيفية صناعته ، والعمل به مع الحضارة العربية الى مصر . وشمال افريقيا والاندلس غرباً . والى فارس وما يليها الى الشمال الشرقي . وقد بلغت صناعته في هذه الاقطار درجة من الاتقان تدعو إلى الاعجاب (شكل ١٩) ، سواء أكان ذلك في إحسان صنعة الآلة تقسمها ،

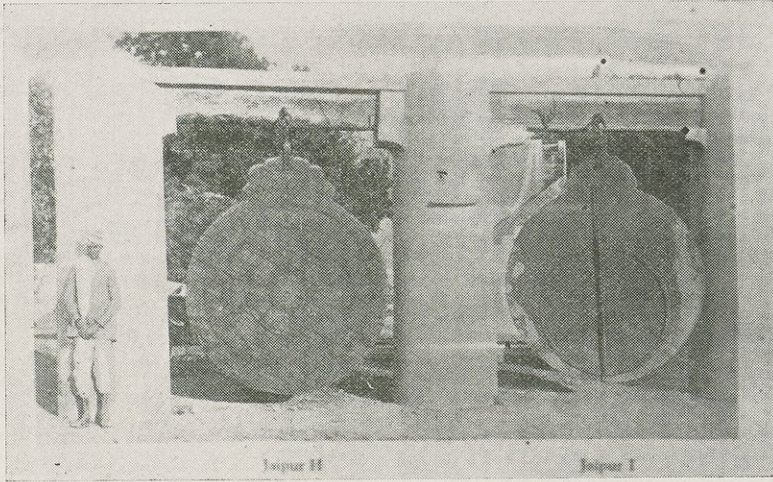


(شكل ١٩) اسطرلاب فارسي

أم في تحديد مواقع النجوم وعروض البلاد عليها ، أم في التدقيق في رسم الدوائر والخطوط ، وكان لقب الاسطرلابي لقباً يطمع فيه مهرة الصناعات وأغلب الظن أنه كان يمنح من الملوك والأمراء .

وإلى الشرق أخذت الهند صناعة الاسطرلاب عن الفرس والعرب وأول كتاب ألف فيه كان حوالى عام ١٣٧٠ ميلادية . كتبه عالم هندي قال فى مقدمته ما معناه « وقد كتب كثير من أهل الغرب كتباً فى الاسطرلاب بلغتهم ، كل من ناحية ، وقد وجدت هذه الكتب كالبحر المحيط لا نهاية له فاقطعت منها هذا الكتاب فجاء كالرحيق المعطر » .

ومن أشهر من عنى بعلم الفلك من الهنود المهراجا جاى سنج الثانى ١٦٨٦ — ١٧٤٣ الذى أمر بنقل المجسطى من العربية إلى السنسكريتية ، وأقام خمسة مراصد بخمس مدن مختلفة جهزها بآلات الرصد المعروفة حينئذ وأولها الاسطرلاب وقد بلغ قطر بعض هذه الآلات سبعة أقدام (شكل ٢٠) . وقيل إنه بنى اسطرلاباً قطره ٥٥ قدماً .



(شكل ٢٠) الاسطرلاب الهندى

ومن الأندلس غرباً انتقل الاسطرلاب إلى أوروبا وانتشر فيها وصار لكل مرصد اسطرلاب كبير . هذا الى الآلات الصغيرة التى يحملها المسافرون والملاحون ورجال العلم . وفى النصف الأخير من القرن الخامس عشر (١٤٨٠) اقتبس مارتن بهيم (Martin Behaim) من الاسطرلاب الفلكى الاسطرلاب الملاحى

وهو النوع الذى استعمله كولبوس فى رحلاته وبقي مستعملاً فى الملاحظة إلى أن اخترع هادلى آلة الربع عام ١٧٣١ .

وظل الاسطرلاب منتشراً فى أوروبا إلى القرن السابع عشر الميلادى ، ثم أخذ يقل استعماله بتقدم آلات الرصد الحديثة . ومع ذلك فأغلب هذه الآلات ليست إلا أجزاء من الاسطرلاب قد هذبت وجعلت دقيقة ولكن لا توجد آلة منها واحدة قد جمعت كل فوائد الاسطرلاب . نعم انه ليس بدقتها المتناهية ، ولكن مثل هذه الدقة ليست مطلوبة فى كل وقت ، وفى كثير من الشؤون الاعتمادية يكفى التقريب المعقول . فهذه الآلة جديدة بأن يعنى بأمرها ، وتعاد إليها سيرتها الأولى . فقد أصبحت صلتنا بعلوم العرب تكاد تكون منقطعة ، وما أولانا بأن نصلها بمثل هذه الصلة المفيدة .

وقد اعتمدت فى تحضير هذه الكلمة على عدة كتب . أذكر منها على الأخص اثنين : أحدهما تذكرة الأبواب فى استيفاء العمل بالاسطرلاب ، للشيوخ الفقيه الأجل ، القاضي الأغر ، المرحوم أبى القاسم بن أحمد بن ابراهيم ابن الزبير الثقفى وهو مخطوط بدار الكتب . والثانى كتاب رياض المختار ، مرآة الميقات والأدوار . للغازى أحمد باشا مختار . وقد نقله من التركية إلى العربية ، شفيق بك منصور يكن ، وهو مطبوع بالمطبعة الأميرية سنة ١٣٠٦ هجرية .

وهناك كتاب انجليزى ثمين هو (Astrolabes of the World) وضعه R. T. Gunther وطبع بمطبعة أكسفورد سنة ١٩٣٢ وقد أخذت عنه الصور الشمسية التى عرضت على حضراتكم .

وأخيراً لابد لى من القيام بواجب مستحب ، وهو أن أشكر حضرات مدير مكتبة الجامعة ، والأستاذ عبد العزيز اسماعيل أمينها الأول ، ومدير دار الكتب ، والأستاذ عبد المنعم محمد عمر أمينها ، ومدير دار الآثار العربية ، والدكتور محمد مصطفى أمينها ، لما لقيت منهم من مساعدة كريمة بذلت عن طيب خاطر . ثم الأستاذين الجليلين مصطفى نظيف بك ، ومحمد رضا مدور بك لارشادها

إيأى إلى عدد من المراجع ونقدتها هذه الكلمة نقداً هو أقرب شىء إلى التشجيع .
ثم أشكر لكم تفضلكم بالاستماع ، وكل عام وحضراتكم وذكري ابن الهيثم بخير .

فى ظل نصير العلوم

”فاروق الأول“ حفظه الله

تم طبع هذه المحاضرة في عهد حضرة صاحب الجلالة
الملك "فاروق الأول" بمطبعة جامعة فؤاد الأول
في ١٢ من ذى القعدة سنة ١٣٦٦ هـ

محمد زكي خليل
مدير مطبعة جامعة فؤاد الأول

(مفتی جامعہ توحید اہل حق) (۱۹۴۷-۱۰۰۰-۰۰۰)

LIBRARY
OF
PRINCETON UNIVERSITY

Princeton University Library



32101 073836858

pt. 8

AP

2264.103.613