﴿ و ٩٧ ب ، ج ١١٠ الف ، ا ٧٩ ب ، ب ٦١ الف ، ل ٦٥ الف ﴾

المقالة الرابعة من القانون المسعودى

اما اذا تمهّد الطريق الى معرفة الخطوط القاطعة للدائرة و المماسة اياها، و هى عدّة المزاول لهذه الصناعة، فسأستعملها فى هذه المقالة فى الاشياء التى يحتاج اليها من مقادير القسىّ و الزوايا، و تحديد النقط و صنوف الأوضاع على سطح الكرة و ما يتبع ذلك و يتصل به، باذن الله و حسن توفيقه .

الباب الاول

فى مقدار زاوية تقاطع معدّل النهار مع منطقة البروج وهو الميل الاعظم

معلوم أن معدّل النهار فى مداره ثابت الوضع فى كل بلد على فلك نصف نهاره[1]، و ان منطقة البروج فى أبعاضها مختلفة الوضع عليه فى جميع الدورة التى يستوفيها اليوم بليلته، و لهذا تتفرّد اجزاؤها بارتفاع فى فلك نصف النهار بحسب ميولها عن معدل النهار، فتتردّد هذه الارتفاعات فيه فيما بين حدّين ان كانا عن سمت الرأس الى جهة واحدة من الشمال والجنوب، فأعظم و أصغر يكون الميل الأعظم نصف ما بينهما، و ان كانا عنه فى جهتين مختلفتين فأصغرين يكون الميل الأعظم نصف مجموع تماميهما[2] .

(١) ج : النهار (٢) ب ، ج : ما بينهما .

فقد

فقد استبان أن تحصيل الميل الأعظم مقصور[1] على رصد الارتفاعين اللذين منهما تنقلب الشمس عما كانت فيه من تزايد الارتفاع اوتناقصه الى ضده، و الارتفاع فى فلك نصف النهار يضبط بحلقة تلزم سطحه حتى توازيه فى الحس ، و يعلم بعضادة ذات هدفتين اما مستقيمة الصورة مركبة على مركز الحلقة ، و ذلك لا يتهيأ الاّ باحتشاء وسط الحلقة كله ، كالحال فى ظهور الاسطرلابات أو بعضه بقطر او قطرين يخرجان فيها ليستبين بهما المركز و يتمكّن فيهما القطب من العضادة، و اما مستديرة الصنعة يماسّ ظاهرها باطن الحلقة فلا يزول عن سطحها اما بمواسك عليها من الجانبين تمسّ وجهى الحلقة، و اما على وسط باطنها كأوتاد داخلة فى جدول بازائها محفور بالخرط فى باطن الحلقة، و هى مع العضادة المستديرة هما الحلقتان اللتان ذكرهما بطليوس.

و ظاهر ان هذه الحلق تحتاج الى التوسيع وتعظيم الجثة بحسبه ليتمكن من قسمتها بما امكن من الاجزاء الدقيقة ، ثم انها اذا عظمت لم تتجرد[2] عن لواحق طبيعية تغير شكلها حتى يطولها النقل فى التعليق و يعرضها الاعتماد و الضغط فى النصب ، فلهذا اشار بطليوس الى لبنة فى سطح فلك نصف النهار يقوم ربع الدائرة المخطوط على وجهها مقام ربع تلك الحلقة و يقل فيها مع ذلك ما طرق الحلقة من الخَلَة ، و اليها اجرى اكثر المحدثين بعد ان عظّموها و صيّروها جدارا عاليا و تصرفوا فى مأخذ العمل بها على انحاء شتى تملّ حكايتها .

(١) من ا ، ب ، ج ، و فى و: مقصود (٢) من ا ، ب ج و فى و: تتحرز .

فاما مقدار هذا الميل الذى بقدر الزاوية الحادثة من تقاطع معدل النهار و منطقة البروج فاتفاق فرق الهند فيه على أنه اربع و عشرون جزءا ، وكان هذا فى القدماء رأيا شائعا فان ايرن المجانيق[1] يقول فى حلّ شكوك كتاب الأصول ان اقليدس إنما استخرج فى المقالة الرابعة ذا الخمسة ضلعا فى الدائرة بسبب ان هذا مقدار الميل الأعظم ، ثم هو عند بطليوس أنقص من ذلك بثمان دقائق و ثلثى دقيقة، و يذكر أنه رأى اراطيسانس[2] و ابرخس[2] و ان اعتباره شهد له بالصحّة .

و اما المحدثون من لدن زمن المأمون بن الرشيد فان أرصادهم تضافرت فيه على ثلاثة و عشرين جزءا و أزيد من نصف جزء ، ثم اختلفوا فى مقدار تلك الزيادة بسبب الوجود فى الآلة ، فرصد يحيى ابن ابى منصور[4] بالشماسية اوجبها ثلاث دقائق و وافقها رصد حكته المراوزة ، ممكن ان يكون يحيى تولّاه اذكان من هناك .

و اما من وجدها اربع دقائق فان سند بن على[4] حكى عن خالد المروزى[4] و قد تولّى الاشراف عليه بدمشق أنه وجدها ثلاث دقائق و اثنتين و خمسين ثانية ، و حكى عن السند عنه انها ثلاث دقائق و سبع و خمسون ثانية كما حكى آخرون عنه انها أربع دقائق و سبع وعشرون ثانية .

(١) راجع مقدمة تاريخ الحكمة لجورج سارطون ج ١ ص ٢٠٨ و تاريخ الحكماء لابن للقفطى ص ٧٢
(٢) راجع مقدمة تاريخ الحكمة لجورج سارطون ج ١ ص ١٧٢ (٣) راجع مقدمة تاريخ الحكمة لجورج سارطون ج ١ ص ١٩٣ و تاريخ الحكماء لابن القفطى ص ٦٩ (٤) راجع مقدمة تاريخ الحكمة لجورج سارطون ص ٥٦٦ وتاريخ الحكماء لابن القفطى ص ٣٥٧ ، ٢٠٦ ، ٢١٩ على الترتيب المذكور .

و زعم منصور بن طلحة[1] أنها وجدت فى زمانه أربع دقائق ، و حكى محمد بن على المكى مثله و لما عدّل سليمان بن عصمة ارتفاعى المنقلبين فى وجوده اياهما يبلغ باختلاف المنظر كانت هذه الزيادة بهما ثلاث دقائق و اثنتين و اربعين ثانية، فاذا جبرت[2] الثوانى فى هذه الحكايات عند الزيادة، على نصف الدقيقة و القيت[3] عند النقصان عنه تطابقت على اربع دقائق .

فاما من وجدها خمس دقائق فانها فى جدول الارتفاعات الدمشقية اربع دقائق و احدى و خمسون ثانية، و وجدها محمد و احمد[4] ابنا موسى ابن شاكر بسرّ من رأى اربع دقائق و نصف، و ببغداد خمس دقائق، وهى عند سليمان بالارتفاعين غير المعدّلين اربع دقائق و ثلثى دقيقة، و وجدها كل واحد من البتانى[4] بالرقة و ابى الحسين بن الصوفى بشيراز و ابى الوفاء البوزجانى[4] و ابى حامد الصغانى ببغداد خمس دقائق ، و وقع فيما بينهما ارصاد مخالفة لذلك، كعمل ابى الفضل ابن العميد[5] بالرى فانه اوجبها عشر دقائق، و ذلك ظاهر ان الخلل كان من الآلة ، وكعمل ابى محمود الخجندى[4] بالرى فانه اوجبها دقيقتين و احدى و عشرين ثانية، و قد اعترف لى صاحبه شفاها بفساد الآلة فى احد المنقلبين، فاذا كان الحال على هذا وليس فيه غير التقليد بعد حصول الهداية للمقصود و التهدى لمأخذه مع الحرص على الحق و الثبوت على الامانة و الصدق لم تسكن نفسى الى غير المشاهدة، فاعتبرته فى حدائتى بظل المنقلب الصينى مع الظل الذى

(١) راجع تاريخ الحكماء لابن القفطى ص ٢٧٦ (٢) ا ، ب ، ج : اجبرت (٣) ا ، ب : القيت .
(٤) راجع مقدمة تاريخ الحكمة لجورج سارطون ج ١ ص ٥٦١ ، ٦٠٢ ، ٦٦٦ ، ٦٦٧ ، و تاريخ الحكماء لابن القفطى ص ٤٤١ ، ٢٨٠ ، ٢٨٧ ، ٣٣٩ على الترتيب المذكور (٥) راجع تاريخ الحكماء لابن القفطى ص ٦٤ .

لا سمت له فى موضع من خوارزم عرضه احد و اربعون جزءا و ثلاثة اخماس جزء، و وجدت هذه الزيادة خمس دقائق و ثلاثة ارباع دقيقة، و عدت الى مثله بعد نيف و عشرين سنة و قست ارتفاع المنقلب الصيفى مع ارتفاعات الايام التى حوله، و ذلك بجرجانية خوارزم فى سنة سبع و اربع مائة للهجرة، فوجدته احدا و سبعين جزءا و ثمان عشرة دقيقة، و لما لم اثق بالتمكن من رصد ارتفاع المنقلب الآخر لما كان يتوقع من الاحوال، و لما فى طبيعة البقعة من دوام الاغامة فى ذلك الوقت رصدت فى ذلك اليوم ايضا الارتفاع الذى لا سمت له فكان انقص قليلا من ستة و ثلاثين جزءا و نصف، و انتجت[1] هذه الزيادة منها خمس دقائق و نصف و ثلث دقيقة، ثم تمّ الامر فيه بغزنة دار مملكة المشرق و رصدت بها اعظم الارتفاعات، فكان فى يوم الاثنين الثامن من صفر سنة عشر و اربع مائة و فى يوم الثلثاء و الاربعاء بعده ثمانين جزءا لم يتفاوت بما يقدح فى دقيقة شيئا، و فى السنة التى تتلوها يوم الخميس الحادى و العشرين من صفر ثمانين جزءا سواء ايضا، و رصدت اصغر ارتفاعات انصاف النهار بها فوجدته فى يوم الثلثاء الرابع عشر من شعبان فى السنة المؤرخة اولا اثنين وثلاثين جزؤا و نصفا و ثلث جزؤ، و فى اليومين المطيفين[2] حوله بزيادة دقيقة واحدة، و فى السنة التى تليها يوم الخميس السادس و العشرين من شعبان اثنين و ثلاثين جزؤا و نصفا و ثلث جزء، و يوم الاربعاء الذى تقدمه بزيادة دقيقة واحدة.

(١) من ا . و فى و : انتخت (٢) ج : المطفين .

و معلوم

ومعلوم ان الزيادة المذكورة يكون منهما خمس دقائق، ولما انضافت المشاهدة الى ما تقدمت عنه الحكاية استقرّ الأمر فى مقدار الميل الأعظم على انه ما ئتان و ثلاثة و ثما نون جزءا من اربعة آ لاف وثلاث مائة و عشرين جزءا للدور كلّه، و ذلك ثلاثة و عشرون جزءا و ثلث و ربع جزء بالتى بها الدور كلّه ثلاث مائة و ستين جزءا .

سؤال

وهل الى معرفة الميل الأعظم طريق بغير ارتفاعى المنقلبين .

جواب

هذا السؤال و ان لاق بالموضع فمرتبة عمله متأخرة الى ما بعد عند تقرير الميل المقطع و اعتلاء القطب المرتفع، ولكن لابدّ من الاشارة اليه، فليعلم ان احد هذين الارتفاعين اذا حصل على فلك نصف النهار مع ارتفاع فى يومه قاصر عنه بالمقدار المعلوم السمت عن خط نصف النهار فانه يتدرّج منه الى معرفة الميل الأعظم كما فعلت بخوارزم، و احكى عمله فيما بعد، فان لم يكن ارتفاع نصف النهار للمنقلب بل لموضع آخر عرف منه ميل الموضع جزئيا، ولم يعلم منه أعظمه الاّ بأن يعلم نفس الموضع، و لاسبيل الى معرفة ذلك بالرصد .

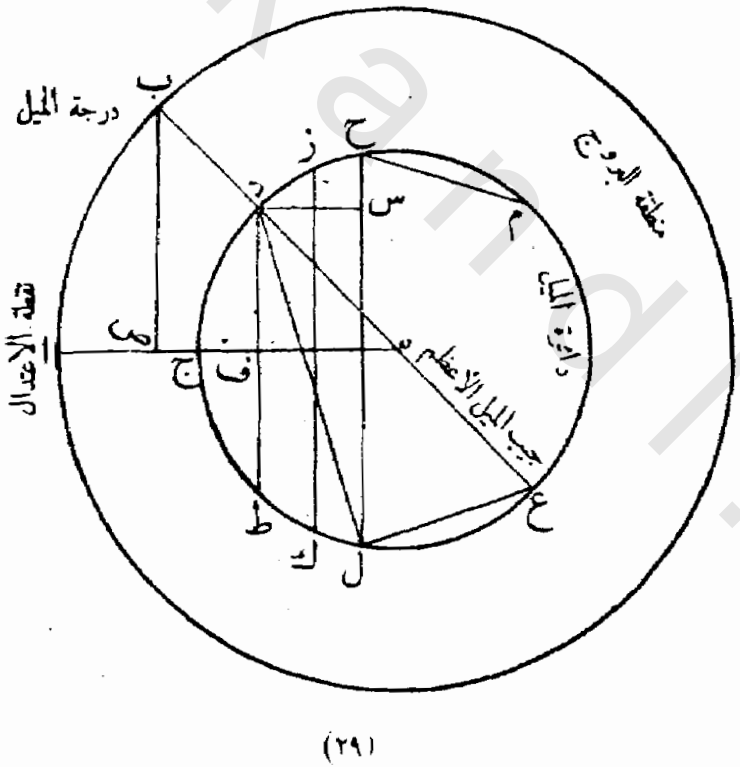
ولمحمد بن صباح[1] رسالة فى معرفة سعة مشرق المنقلب اورد طريق الحساب فيها دون البرهان لأن اساس عمله تمهد للتساهل مبنىّ على غير

(١) راجع تاريخ الحكماء لابن القفطى ص ٥٩ .

التحقيق، فانه اخذ فيه مسير الشمس فى الازمان المتساوية مستويا و ليس كذلك، و طريقه انه رصد سعة المشرق ثلاث مرّات فى فصل واحد من فصول السنة بحيث يحلل المرّات مدتان متساويتان، و نحن نبرهن عمله ثم نزداد ايضاحا بعد تقطيع الميل و نجعل المرصود ميل الشمس، و انه

٥ محصل[1] من ارتفاعات انصاف النهار و هى اسهل رصدا من سعة المشارق، و منها يكون الخارج هو الميل الأعظم نفسه دون سعة المشرق الكلّى .

(١) فليكن فلك البروج : ا ب ، على مركز : ه ، و نقطة الاعتدال فيه : ا ،



(٢٩)

١٠ ونفرض : ه ج ، مساويا لجيب الميل الأعظم، و ندير على مركز : ه ، وبهذا البعد دائرة : ج م ع و نسميها دائرة الميل، وليكن الميل

١٥ المرصود فى المرة الاولى : ج د ، و نخرج : ه د ب ، فيكون : ب ، موضع الشمس المحصل ميله من اجل انا اذا انزلنا عمودى : د ف ، ب ص ، على : ا ه ، كانت نسبة : ب ص[2] ، جيب بعده عن الاعتدال

(١) ا ، ب : يحصل (٢) ابتداء شكل : ٢٩ (٣) ج : ف ص .

الى : ب ه ، الجيب كله ، كنسبة : د ف ، الى : د ه ، جيب الميل الأعظم ، و يستبين ان : د ف ، مهما كان جيب ميل فانه لقوس : ا ب .

و بالعكس و لهذا نسبنا هذه الدائرة الى الميل ، ثم ليكن الميل الموجود فى المرة الثانية : ج ز ، و فى الثالثة : ج ح ، و نخرج : د ف ، على استقامته الى : ط و ، و نرى : ز ك ، ح ل ، على موازاته ، و نصل[1] : د ل ، فيساوى : ز ك ، لمساواة قوسيهما ، و نقرر[2] قوس : د م ، مساوية لقوس د ل ، و نصل : ح م ، و ننزل عمود : د س ، على : ح ل ، فيقطع خط : ل ح م ، المنحنى بنصفين ، و نجمع : ح ل ، ضعف جيب الميل الثالث الى : د ط ، ضعف جيب الميل الاول ، فيجتمع الخط المنحنى و ننصفه فيكون : ل س ، و نلقيه من ضعف جيب الميل الثالث او نلقى منه ضعف جيب الميل الاول فيبقى بكلى الوجهين : س ح ، و نأخذ جذر فضل ما بين مربعى : س ل ، د ل ، فيكون عمود : د س ، و نخرج : د ه ، على استقامته الى : ع ، و نصل : ع ل ، فيتشابه مثلثا : د س ح ، ع ل د ، و تكون نسبة : د س ، الى : س ح ، كنسبة : د ل ، الى : ل ع ، فاذا ضربنا : س ح ، فى : د ل ، و قسمنا المبلغ على : د س ، خرج : ع ل ، و : د ع ، يقوى عليه و على : د ل[3] ، فاذا جمعنا مربع ما خرج لنا الى مربع ضعف جيب الميل الثانى اجتمع مربع : د ع ، و حاجتنا الى نصفه فنأخذ جذر ربعه فيكون : ه د ، جيب الميل الأعظم ، و هو المطلوب فى عمل محمد .

(١) من ا ، ب ، ج ، و فى و : فصل (٢) ب : نفرز (٣) ج : د ه .

الباب الثانى فى تقطيع الميل الأعظم ومعرفة حصص درجات البروج منه

بعد النقطة عن الخط يكون العمود الخارج منها اليه لأنه اقصر المسافات بينهما، وكذلك هو على سطح الكرة قوس من دائرة عظمى يقع بين النقطة و بين الدائرة التى بعدت عنها مارة على قطبيها[1]، و الابعاد اذا كانت لدرجات منطقة البروج سميت ميولا لأن الاستقامة منسوبة الى معدل النهار وهى مائلة عنه، و اذا كانت لنقط[2] متنحية عن المنطقة سميت ابعادا عنه للتفرقة و ازالة الاشتباه، فميل الدرجة او النقطة اذن هو ما بينهما و بين معدل النهار من الدائرة التى تمرّ على قطبيه، و اما الابعاد عن المنطقة فانها تسمى عروضا بالقياس اليها اذ هى الطول فى حركات الكواكب، فعرض الكوكب او النقطة اذن قوس بينه و بين المنطقة من الدائرة العظيمة القائمة عليها وهى دائرة العرض، و متى مرّ على الدرجة دائرة من دوائر العروض سمى ما بينها و بين معدل النهار عرض الدرجة و هو بالحقيقة النقطة التى ينتهى اليها من معدل النهار الّا انها نقطة غير معينة، فلذلك صارت النسبة الى الدرجات دونها اذ هى معينة .

(٣) فليكن لمعرفة ميل كل درجة : ا ، احدى نقطتى الاعتدال و: ا ح، ربع معدل النهار على قطب : ط ، و: ا ز ، ربع منطقة البروج، و نفرض منها درجة : ب ، و نجيز على درجتى : ب ز ، دائرتين من دوائر الميول

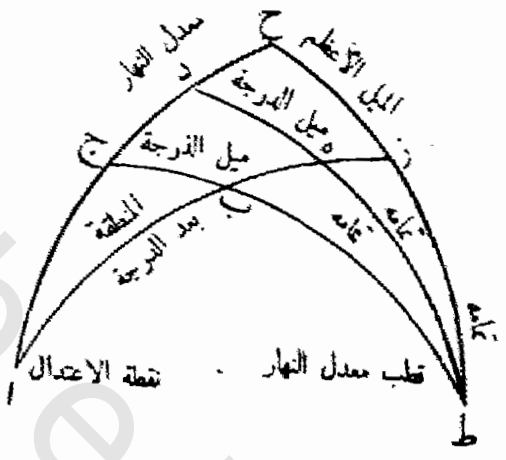
(١) ب ، ج : قطبها (٢) ب ، ج : لنقطة (٣) ابتداء شكل : ٣٠ .

فيكون

فيكون : ب ج ، ميل درجة : ب ، التى تبعد عن نقطة الاعتدال قوس : ا ب ، و: ز ح ، ميل درجة : ز ، التى تبعد عن : ا ، ربع دائرة فهى اذن درجة المنقلب و : ا ح ، الميل الأعظم الذى بقدر زاوية : ب ا ج ، و فى مثلث : ا ب ج ، نسبة جيب : ا ب ، الى جيب : ب ج ، كنسبة جيب زاوية : ا ج ب ، القائمة، وهو نصف القطر اعنى جيب : ا ز، الى جيب زاوية : ب ا ج ، اعنى جيب : ز ح .

وحسابه :

اذا اردنا ميل الدرجة ضربنا جيب اقرب بعديها من اقرب الاعتدالين اليه فى جيب الميل الأعظم، وهو : (٠،كد ، ٠ ، مح)، فيجتمع جيب ميل تلك الدرجة واحد بعديها عن الاعتدال هو الذى على توالى البروج، و الآخر هو الذى على خلاف تواليها، و معلوم فى عكس ذلك اذا كان ميل الدرجة معلوما و اردنا بعدها عن الاعتدال انا نقسم جيبه على جيب الميل الأعظم ، فيخرج جيب بعدها عنه و تميز الربع الذى فيه الدرجة من ارباع المنقطة موكول الى فصول السنة الاربعة ، ان كان الربيع فقوس ما خرج هى البعد من اول برج الحمل ، و ان كان الصيف فهى تتمته الى نصف الدور، و ان كان الخريف فهى فضله على نصف الدور، و ان كان الشتاء فهى تكملته الى الدور، ثم نفرض درجة : ه ، ايضا و نجيز عليها دائرة ميلها فيكون : ه د ، و تكون نسبة جيب : ا ه ، الى جيب : ه د ، كنسبة جيب : ا ز ، الى جيب : ز ح ، ايضا، فنسبة جيب بعد كل درجة عن الاعتدال الى جيب ميلها نسبة واحدة



(٣٠)

ولدرجة : ب ، نظيرة تبعد عن : ا ، فى الجانب الآخر كبعد : ا ب ، ولهما عن جنبتى الاعتدال الآخر درجتان أُخريان يقابلانهما بالتقاطر ، وابعاد الاربع عن الاعتدالين متساوية ونسبها الى جيوب ميولها واحدة ، فميول هذه الدرجات الاربع متساوية ، فلذلك اقتصرنا فى تقطيع الميل على ربع الدور ، ووضعنا كل ميل بازاء اربع درجات فى سطور العدد يشترك هذا الاشتراك .

(١) ولمعرفة عرض الدرجة نخرج : ب ك ، من دائرة عظمى قائما على : ا ب ، وملاقيا : ز ح ، على : س ، وهو قطب المنطقة ، وندير على قطب : ك ، وبعد ضلع المربع : ه ل د م ، وعلى قطب : س ، ايضا كذلك : ع ص م ، فنسبة جيب : س د ، المساوى : ا ز ح ، الى جيب : د ل ، كنسبة جيب : س ص ، الربع الى جيب : ص ع ، المساوى : ل ب ، ونسبة جيب : ه ل ، تمام : ه ل ، الى جيب : ل ك ، الربع كنسبة جيب : ح س ، تمام : ز ح ، الى جيب : س ك ، تمام : ب ك ، عرض درجة : ب ، وهو معلوم .

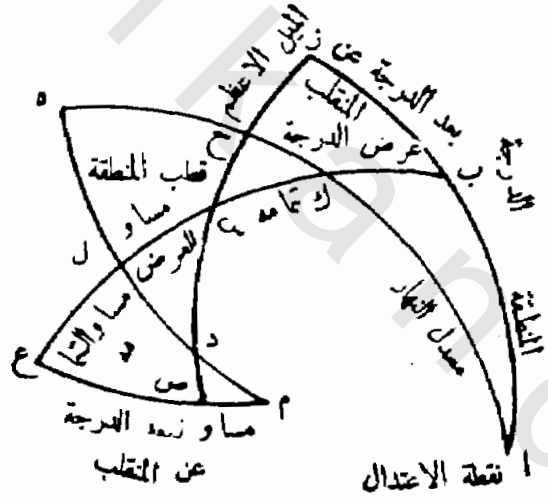
وحسابه :

اذا اردنا عرض الدرجة ضربنا جيب اقرب بعديها من اقرب

(١) ابتداء شكل : ٣١ .

المنقلبين اليها فى جيب الميل الأعظم، و قوّسنا ما يجتمع فى الجيوب و القينا قوسه من تسعين، و قسمنا على جيب ما يبقى جيب تمام الميل الأعظم و هو : (٠، ند ، نط يط) و قوّسنا، الخارج من القسمة فى الجيوب[1]، و القينا قوسه من تسعين. فيبقى عرض الدرجة، و ايضا فان نسبة جيب: اب، الى جيب : از، كنسبة ظل : ب ك، الى ظل : ز ح .

وحسابه :



(٣١)

نضرب جيب اقرب بعدى الدرجة من اقرب الاعتدالين اليها فى ظل الميل الأعظم، و نقوس المجتمع فى الاظلال فيكون عرض الدرجة، و لمثل ما قلنا وضعنا عروض الدرجات مع ميولها فى قرن، فاذا ادخل بعد الدرجة من اول الحمل فى اربعة اسطر العدد وجد بحياله، و عرضها و على رأس السطر جهته و صعوده فيها بالتزايد و هبوطه بالتناقص، و اذا اردنا تقويس الميل و العرض اخذنا السطر الاول من الاربعة الاسطر فليس للاربعة بعضها على بعض مزية الّا ان يتقدم لنا بالربع من فلك البروج معرفة من جهة اخرى فحينئذ نأخذ سطره .

و هذا جدول ميول الدرجات و عروضها :

(١) ب ، ج : جدول .

جدول ميول الدرجات و عروضها

صاعد	هابط		صاعد	ميول الدرجات				عروض الدرجات			
	شمال	جنوب		الربع الاول	الربع الثانى	الربع الثالث	الربع الرابع	الربع الاول	الربع الثانى	الربع الثالث	الربع الرابع
ا	قعط	قفا شنط		٠	كد	٠	يد	٠[1]	كو	يا	يط
ب	قعح	قفب شنح		٠	مح	٠	و	٠	نب	كا	ما
ج	قعز	قفج شنز		ا	يا	نط	يج	ا	يج	لا	مد
د	قعو	قفد شنو		ا	له	نز	يه	ا	مد	لط	لج
ه	قعه	قفه شنه		ا	نط	نج	مز	ب	ب	مج	مد
و	قعد	قفو شند		ب	كج	مح	لا	ب	لو	مه	لا
ز	قعج	قفز شنج		ب	مز	م	ند	ج	ب	مج	يج
ح	قعب	قفح شنب		ج	يا	ل	ند	ج	كح	لو	كب
ط	قعا	قفط شنا		ج	له	نز	نب	ج	ند	كد	كه
ى	قع	قص شن		ج	نط	ا	كح	د	ك	ه	يج
يا	قسط	قصا شمط		د	كب	ما	كز	د	مه	ما	مب
يب	قسح	قصب شمح		د	مو	يز	يح	ه	يا	يا	ج
يج	قسز	قصج شمز		ه	ط	مح	مو	ه	لو	ل	مز
يد	قسو	قصد شمو		ه	لج	يه	كد	و	ا	مج	كد
يه	قسه	قصه شمه		ه	نو	لو	نب	و	كو	مو	لا
يو	قسد	قصو شمد		و	نط[2]	نب	مه	و	نط	م	مط
يز	قسج	قصز شمج		و	مج	ب	مب	ز	يو	كد	يه

(١) ج : كو (٢) ج : يط ، ب : نا .

يح	قسب	قصح	شمب
يط	قسا	قصط	شما
ك	قس	ر	شم
كا	قنط	را	شلط
كب	قنح	رب	شلح
كج	قنز	رج	شلز
كد	قنو	رد	شلو
كه	قنه	ره	شله
كو	قند	رو	شلد
كز	قنج	رز	شلج
كح	قنب	رح	شلب
كط	قنا	رط	شلا
ل	قن	ری	شل
لا	قمط	ريا	شكط
لب	قمح	ريب	شكح
لج	قمز	ريج	شكز
لد	قمو	رید	شكو
له	قمه	ريه	شكه
لو	قمد	ريو	شكد
لز	قمج	ريز	شكج
لح	قمب	ريح	شكب

ز	و	و	كد
ز	كط	ج	كا
ز	نا	نج	مط
ح	يد	له	مح
ح	لز	ی	لج
ح	نط	لز	يب
ط	كا	نه	ب
ط	ما	ج	يج
ی	و	ج	مه
ی	كز	يج	مب
ی	مط	لج	لط
يا	يا	ج	و
يا	لب	كا	مب
يا	يج	كط	ح
يب	يد	كد	مط
يب	له	ح	مب
يب	نه	م	د
يج	يه	يح	مج
يج	لو	د	لا
يج	نه	نو	كا
يد	نه	لط	كج

ز	م	لح	ه
ح	ه	يط	يز[1]
ح	كط	لب	يز
ح	نج	كح	نو
ط	يز	يد	ما
ط	م	مو[2]	ه
ی	د	و	لب
ی	كز	ی	يز
ی	ن	٠	مج
يا	يب	له	ند
يا	لد	نه	ز
يا	نو	نط	ی
يب	ج	مو	كط
يب	م	يو	نه
يج	ا	لا	يز
يج	كب	كز	و
يج	مج	و	كج
يد	ج	كو	ج
يد	كج	ح	كه
يد	مج	يا	نه
يه	ب	لو	كو

لط

(١) ب، ج: نز (٢) ب، ج: «٠»

لط	قما	ريط	شكا
م	قمم	رك	شك
ما	قلط	ركا	شيط
مب	قلح	ركب	شيح
مج	قلز	ركج	شيز
مد	قلو	ركد	شيو
مه	قله	ركه	شيه
مو	قلد	ركو	شيد
مز	قلج	ركز	شيج
مح	قلب	ركح	شيب
مط	قلا	ركط	شيا
ن	قل	ر ل	شى
نا	قكط	رلا	شط
نب	قكح	رلب	شح
نج	قكز	رلج	شز
ند	قكو	رلد	شو
نه	قكه	رله	شه
نو	قكد	رلو	شد
نز	قكج	رلز	شج
نح	قكب	رلح	شب
نط	قكا	رلط	شا

يد	لد	يح	ح
يد	ند	ز	لا
يه	يج	ا	لو
يه	لا	م	ك
يه	ن	ج	كا
يو	ح	ى	ز
يو	كز[2]	.	لط
يو	مج	لج	اب
يز	.	مط	او
يز	يز	مو	ح
يز	لد	كح	لح
يز	ن	ز	لا
يح	و	نج	كو
يح	كب	لز	كط
يح	لح	ب	د
يح	نج	و	ن
يط	ز	يا	كو
يط	كب	يه	لج
يط	او	يح	مز
يط	ن	.	نا
ك	ج	كا	كب

يه	كا	ما	مز
يه	م	كج	يج
يه	يح	يج	مج
يو	يو	يط	يط
يو	لد	مه	لج
يو	يب	ى	يب
يز	ط	يه	نج
يز	كح	يط	نه
يز	مب	كج	لج
يز	نح	كه	كب
يح	يد	و	لب
يح	كط	كه	كح
يح	مد	كج	لط
يح	نح	نط	كد
يط	يج	يج	كه
يط	كب	ه	لط
يط	م	لو	ب
يط	نج	مد	.
ك	و	كط	مح
ك	يح	نج	له
ك	ل	يه	يه

(١) ب ، ج : كح (٢) ب ، ج : كو .

س	قك	ر م	ش
سا	قيط	ر ما	رصط
سب	قيح	رمب	رصح
سج	قيز	ر مج	رصز
سد	قيو	ر مد	رصو
سه	قيه	ر مه	رصه
سو	قيد	ر مو	رصد
سز	قيج	ر مز	رصج
سح	قيب	ر مح	رصب
سط	قيا	ر مط	رصا
ع	قى	ر ن	رص
عا	قط	ر نا	رفط
عب	قح	ر نب	رفح
عج	قز	ر نج	ر فز
عد	قو	ر ند	ر فو
عه	قـــه	ر نه	ر فه
عو	قد	ر نو	ر فد
عز	قج	ر نز	رفج
عح	قب	ر نح	رفب
عط	قا	ر نط	ر فا
ف	ق	ر س	ر ف

ك	يو	ك	ب
ك	كح	او	لح
ك	ما	ى	مح
ك	نج	ب	يا
كا	د	ل	كو
كا	يه	له	يج
كا	كو	يو	لز
كا	او	لد	ج
كا	مو	كو[1]	د
كا	نه	نه	يج
كب	د	يط	نب
كب	يج	يح	نو
كب	كا	نج	ا
كب	كط[2]	ما	كد
كب	لز	ح	يج
كب	مد	ا	كط
كب	ن	لج	يه
كب	نو	لز	ما
كج	ب	يو	يح
كج	ل[3]	كح	لج
كج	يب	لج	نز

ك	مب	لج	يو
ك	نج	مط	مز
كا	د	مج	كج
كا	يه	يد	ن
كا	كه	كب	مط
كا	له	ح	لد
كا	مد	لب	ه
كا	نج	لا	له
كب	ب	ح	يب
كب	ى	كج	يج
كب	يح	يد	مد
كب	كه	مج	له
كب	لب	مط	كو
كب	لط	لب	ط
كب	مه	نب	يط
كب	نا	مح	ند
كب	نز	كب	نط
كج	ب	لج	مح
كج	ز	كا	يط
كج	يا	مو	ط
كج	يه	مح	ج

(١) ب ، ج : كو (٢) ج : مط (٣) ب : ز .

فا	صط	ر سا	رعط	كج	يو	لب	لو	كج	يط	كو	لا
فب	صح	رسب	رعح	كج	ك	كد	لا	كج	كب	مب	ط
فج	صز	رسج	رعز	كج	كج	مط	يط	كج	كه	لد	نه
فد	صو	رسد	رعو	كج	كو	مو	نز	كج	كح	د	مه
فه	صه	رسه	رعه	كج	كط	يز	نط	كج	ل	ما	له
فو	صد	رسو	رعد	كج	لا	ك	له	كج	لا	نه	ج
فز	صج	رسز	رعج	كج	لب	نو	لح	كج	لج	يه	لد
فح	صب	رسح	رعب	كج	لد	ه	ح	كج	لد	يج	ز
فط	صا	رسط	رعا	كج	لد	مو	يز	كج	لد	مز	لح
ص	ص	رع	رع	كج	له	.	.	كج	له	.	.

الباب الثالث فى مطالع خط الاستواء مع فلك البروج وعكسها بالحساب والجداول

اذا اردنا معرفة ما يطلع فى أفق خط الاستواء من ازمان معدل النهار مع درجات سواء لقوس مفروضة من منطقة البروج اخذنا بعد اولها من اول برج الحمل و نقحناه بان نتركه كما هو ان كان فى الربع الاول، و نأخذ فضل ما بينه و بين مائة و ثمانين ان كان فى الربع الثانى او الثالث، و ننقصه من ثلاث مائة و ستين ان كان فى الربع الرابع، فيحصل البعد المنقح، ثم ان شئنا ضربنا جيبه فى جيب تمام الميل الأعظم

(١) ج: لج .

و قسمنا ما بلغ على جيب تمام ميل الدرجة اعنى مبدأ القوس، فيخرج جيب المطالع، و ان شئنا قسمنا جيب تمام البعد المنقح على جيب تمام ميل الدرجة فيخرج جيب تمام المطالع .

و ان اردناها بالظل قسمنا ظل ميل الدرجة على ظل الميل الأعظم و هو : (. ، كو[1] ، يا ، يج) ، فيخرج جيب المطالع، ثم نعود الى التنقيح و نعكسه، اعنى ان كان مبدأ القوس فى الربع الاول تركنا قوس المطالع كما هى، و ان كان فى الثانى نقصناها من مائة و ثمانين، فان كان فى الثالث زدناها على مائة و ثمانين، و ان كان فى الرابع نقصناها من ثلاث مائة و ستين، فيحصل المطالع مبدأ القوس من عند اول الحمل .

ثم نعمل باجزاء القوس المفروضة و منتهاها مثل ذلك بعينه حتى يحصل مطالعه من اول الحمل ايضا، و متى القينا الأقل من الأكثر بقى مطالع تلك القوس المفروضة فى خط الاستواء، و على هذا وضعناها فى الجدول لدرجة درجة من درج السواء فى فلك البروج مفروغا من حسابها .

[و هذا هو الجدول - [2]]

(١) ج : كو (٢) ما بين الحاجزين من ج ، ب .

جدول مطالع البروج فى خط الاستواء

الحمل				الثور				الجوزاء				السرطان			
ح	ابتداء	٠	٠	ك	ابتداء	٠	٠	ل	ابتداء	٠	٠	ك	ابتداء	٠	٠
ا	درجة	٠	٠	ا	درجة	٠	٠	ا	درجة	٠	٠	ا	درجة	٠	٠
ب	دقيقة	٠	٠	ب	دقيقة	٠	٠	ب	دقيقة	٠	٠	ب	دقيقة	٠	٠
ك	ثانية	٠	٠	ك	ثانية	٠	٠	ك	ثانية	٠	٠	ك	ثانية	٠	٠
ا	ابتداء	٠	٠	ب	ابتداء	٠	٠	ج	ابتداء	٠	٠	د	ابتداء	٠	٠
ا	درجة	١	٤	ب	درجة	١	٤	ج	درجة	١	٤	د	درجة	١	٤
ب	دقيقة	٤	٣٦	ج	دقيقة	٤	٣٦	د	دقيقة	٤	٣٦	ه	دقيقة	٤	٣٦
ك	ثانية	٣٦	٢٤	ك	ثانية	٣٦	٢٤	ك	ثانية	٣٦	٢٤	ك	ثانية	٣٦	٢٤
ب	ابتداء	٠	٠	ج	ابتداء	٠	٠	د	ابتداء	٠	٠	ه	ابتداء	٠	٠
ب	درجة	٢	٨	ج	درجة	٢	٨	د	درجة	٢	٨	ه	درجة	٢	٨
ج	دقيقة	٨	٧٢	د	دقيقة	٨	٧٢	ه	دقيقة	٨	٧٢	و	دقيقة	٨	٧٢
ك	ثانية	٧٢	٤٨	ك	ثانية	٧٢	٤٨	ك	ثانية	٧٢	٤٨	ك	ثانية	٧٢	٤٨
ج	ابتداء	٠	٠	د	ابتداء	٠	٠	ه	ابتداء	٠	٠	و	ابتداء	٠	٠
ج	درجة	٣	١٢	د	درجة	٣	١٢	ه	درجة	٣	١٢	و	درجة	٣	١٢
د	دقيقة	١٢	١٠٨	ه	دقيقة	١٢	١٠٨	و	دقيقة	١٢	١٠٨	ز	دقيقة	١٢	١٠٨
ك	ثانية	١٠٨	٧٢	ك	ثانية	١٠٨	٧٢	ك	ثانية	١٠٨	٧٢	ك	ثانية	١٠٨	٧٢
د	ابتداء	٠	٠	ه	ابتداء	٠	٠	و	ابتداء	٠	٠	ز	ابتداء	٠	٠
د	درجة	٤	١٦	ه	درجة	٤	١٦	و	درجة	٤	١٦	ز	درجة	٤	١٦
ه	دقيقة	١٦	١٤٤	و	دقيقة	١٦	١٤٤	ز	دقيقة	١٦	١٤٤	ح	دقيقة	١٦	١٤٤
ك	ثانية	١٤٤	٩٦	ك	ثانية	١٤٤	٩٦	ك	ثانية	١٤٤	٩٦	ك	ثانية	١٤٤	٩٦
ه	ابتداء	٠	٠	و	ابتداء	٠	٠	ز	ابتداء	٠	٠	ح	ابتداء	٠	٠
ه	درجة	٥	٢٠	و	درجة	٥	٢٠	ز	درجة	٥	٢٠	ح	درجة	٥	٢٠
و	دقيقة	٢٠	١٨٠	ز	دقيقة	٢٠	١٨٠	ح	دقيقة	٢٠	١٨٠	ط	دقيقة	٢٠	١٨٠
ك	ثانية	١٨٠	١٢٠	ك	ثانية	١٨٠	١٢٠	ك	ثانية	١٨٠	١٢٠	ك	ثانية	١٨٠	١٢٠
و	ابتداء	٠	٠	ز	ابتداء	٠	٠	ح	ابتداء	٠	٠	ط	ابتداء	٠	٠
و	درجة	٦	٢٤	ز	درجة	٦	٢٤	ح	درجة	٦	٢٤	ط	درجة	٦	٢٤
ز	دقيقة	٢٤	٢١٦	ح	دقيقة	٢٤	٢١٦	ط	دقيقة	٢٤	٢١٦	ي	دقيقة	٢٤	٢١٦
ك	ثانية	٢١٦	١٤٤	ك	ثانية	٢١٦	١٤٤	ك	ثانية	٢١٦	١٤٤	ك	ثانية	٢١٦	١٤٤
ز	ابتداء	٠	٠	ح	ابتداء	٠	٠	ط	ابتداء	٠	٠	ي	ابتداء	٠	٠
ز	درجة	٧	٢٨	ح	درجة	٧	٢٨	ط	درجة	٧	٢٨	ي	درجة	٧	٢٨
ح	دقيقة	٢٨	٢٥٢	ط	دقيقة	٢٨	٢٥٢	ي	دقيقة	٢٨	٢٥٢	يا	دقيقة	٢٨	٢٥٢
ك	ثانية	٢٥٢	١٦٨	ك	ثانية	٢٥٢	١٦٨	ك	ثانية	٢٥٢	١٦٨	ك	ثانية	٢٥٢	١٦٨
ح	ابتداء	٠	٠	ط	ابتداء	٠	٠	ي	ابتداء	٠	٠	يا	ابتداء	٠	٠
ح	درجة	٨	٣٢	ط	درجة	٨	٣٢	ي	درجة	٨	٣٢	يا	درجة	٨	٣٢
ط	دقيقة	٣٢	٢٨٨	ي	دقيقة	٣٢	٢٨٨	يا	دقيقة	٣٢	٢٨٨	يب	دقيقة	٣٢	٢٨٨
ك	ثانية	٢٨٨	١٩٢	ك	ثانية	٢٨٨	١٩٢	ك	ثانية	٢٨٨	١٩٢	ك	ثانية	٢٨٨	١٩٢
ط	ابتداء	٠	٠	ي	ابتداء	٠	٠	يا	ابتداء	٠	٠	يب	ابتداء	٠	٠
ط	درجة	٩	٣٦	ي	درجة	٩	٣٦	يا	درجة	٩	٣٦	يب	درجة	٩	٣٦
ي	دقيقة	٣٦	٣٢٤	يا	دقيقة	٣٦	٣٢٤	يب	دقيقة	٣٦	٣٢٤	يج	دقيقة	٣٦	٣٢٤
ك	ثانية	٣٢٤	٢١٦	ك	ثانية	٣٢٤	٢١٦	ك	ثانية	٣٢٤	٢١٦	ك	ثانية	٣٢٤	٢١٦
ي	ابتداء	٠	٠	يا	ابتداء	٠	٠	يب	ابتداء	٠	٠	يج	ابتداء	٠	٠
ي	درجة	١٠	٤٠	يا	درجة	١٠	٤٠	يب	درجة	١٠	٤٠	يج	درجة	١٠	٤٠
يا	دقيقة	٤٠	٣٦٠	يب	دقيقة	٤٠	٣٦٠	يج	دقيقة	٤٠	٣٦٠	يد	دقيقة	٤٠	٣٦٠
ك	ثانية	٣٦٠	٢٤٠	ك	ثانية	٣٦٠	٢٤٠	ك	ثانية	٣٦٠	٢٤٠	ك	ثانية	٣٦٠	٢٤٠
يا	ابتداء	٠	٠	يب	ابتداء	٠	٠	يج	ابتداء	٠	٠	يد	ابتداء	٠	٠
يا	درجة	١١	٤٤	يب	درجة	١١	٤٤	يج	درجة	١١	٤٤	يد	درجة	١١	٤٤
يب	دقيقة	٤٤	٣٩٦	يج	دقيقة	٤٤	٣٩٦	يد	دقيقة	٤٤	٣٩٦	يه	دقيقة	٤٤	٣٩٦
ك	ثانية	٣٩٦	٢٦٤	ك	ثانية	٣٩٦	٢٦٤	ك	ثانية	٣٩٦	٢٦٤	ك	ثانية	٣٩٦	٢٦٤
يب	ابتداء	٠	٠	يج	ابتداء	٠	٠	يد	ابتداء	٠	٠	يه	ابتداء	٠	٠
يب	درجة	١٢	٤٨	يج	درجة	١٢	٤٨	يد	درجة	١٢	٤٨	يه	درجة	١٢	٤٨
يج	دقيقة	٤٨	٤٣٢	يد	دقيقة	٤٨	٤٣٢	يه	دقيقة	٤٨	٤٣٢	يو	دقيقة	٤٨	٤٣٢
ك	ثانية	٤٣٢	٢٨٨	ك	ثانية	٤٣٢	٢٨٨	ك	ثانية	٤٣٢	٢٨٨	ك	ثانية	٤٣٢	٢٨٨
يج	ابتداء	٠	٠	يد	ابتداء	٠	٠	يه	ابتداء	٠	٠	يو	ابتداء	٠	٠
يج	درجة	١٣	٥٢	يد	درجة	١٣	٥٢	يه	درجة	١٣	٥٢	يو	درجة	١٣	٥٢
يد	دقيقة	٥٢	٤٦٨	يه	دقيقة	٥٢	٤٦٨	يو	دقيقة	٥٢	٤٦٨	يز	دقيقة	٥٢	٤٦٨
ك	ثانية	٤٦٨	٣٠٠	ك	ثانية	٤٦٨	٣٠٠	ك	ثانية	٤٦٨	٣٠٠	ك	ثانية	٤٦٨	٣٠٠
يد	ابتداء	٠	٠	يه	ابتداء	٠	٠	يو	ابتداء	٠	٠	يز	ابتداء	٠	٠
يد	درجة	١٤	٥٦	يه	درجة	١٤	٥٦	يو	درجة	١٤	٥٦	يز	درجة	١٤	٥٦
يه	دقيقة	٥٦	٥٠٤	يو	دقيقة	٥٦	٥٠٤	يز	دقيقة	٥٦	٥٠٤	يح	دقيقة	٥٦	٥٠٤
ك	ثانية	٥٠٤	٣١٢	ك	ثانية	٥٠٤	٣١٢	ك	ثانية	٥٠٤	٣١٢	ك	ثانية	٥٠٤	٣١٢
يه	ابتداء	٠	٠	يو	ابتداء	٠	٠	يز	ابتداء	٠	٠	يح	ابتداء	٠	٠
يه	درجة	١٥	٦٠	يو	درجة	١٥	٦٠	يز	درجة	١٥	٦٠	يح	درجة	١٥	٦٠
يو	دقيقة	٦٠	٥٤٠	يز	دقيقة	٦٠	٥٤٠	يح	دقيقة	٦٠	٥٤٠	ك	دقيقة	٦٠	٥٤٠
ك	ثانية	٥٤٠	٣٢٤	ك	ثانية	٥٤٠	٣٢٤	ك	ثانية	٥٤٠	٣٢٤	ك	ثانية	٥٤٠	٣٢٤

(١) ج : ٠ (٢) ج : ك (٣) ج : وفى و : سج ، سد ، سه ، على الترتيب المذكور .

obeikandl.com

(١) من ج ود و : سو ، سز ، سح ، سط ، على الترتيب المذكور (٢) من ج ، ود و ، ب : فج (٣) كذا في جميع الاصول .

٥	٤	٣	٢	١	٠	٥٩	٥٨	٥٧	٥٦	٥٥
٥٤	٥٣	٥٢	٥١	٥٠	٤٩	٤٨	٤٧	٤٦	٤٥	٤٤
٤٣	٤٢	٤١	٤٠	٣٩	٣٨	٣٧	٣٦	٣٥	٣٤	٣٣
٣٢	٣١	٣٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢
٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٠

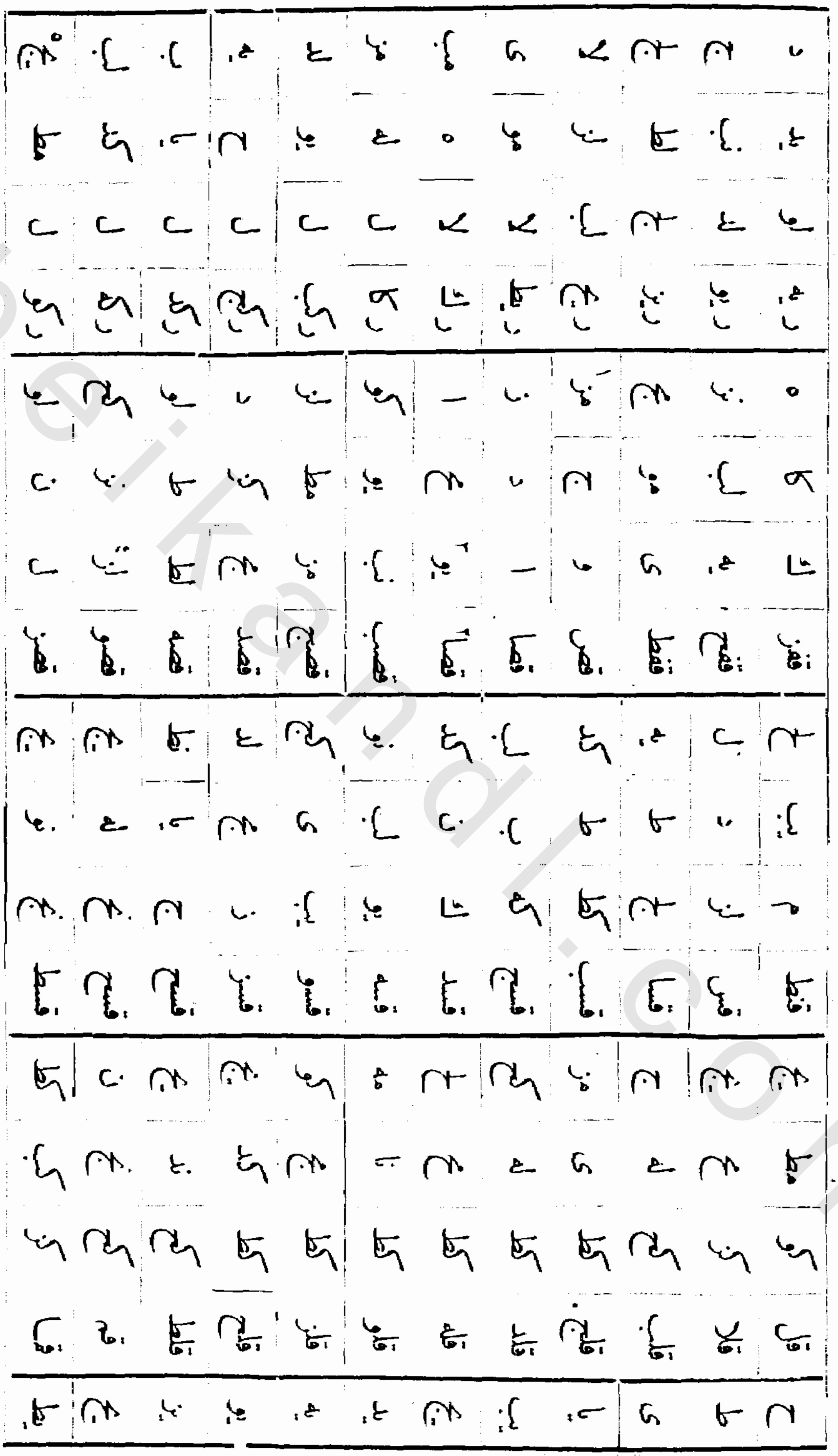
(١) ب: ز، ج: ح، د: ط (٢) كذا فى جميع الأصول (٣) ز: ج، ب: د (٤) ب: ز، ج: ح، د: ط.

obeikandl.com

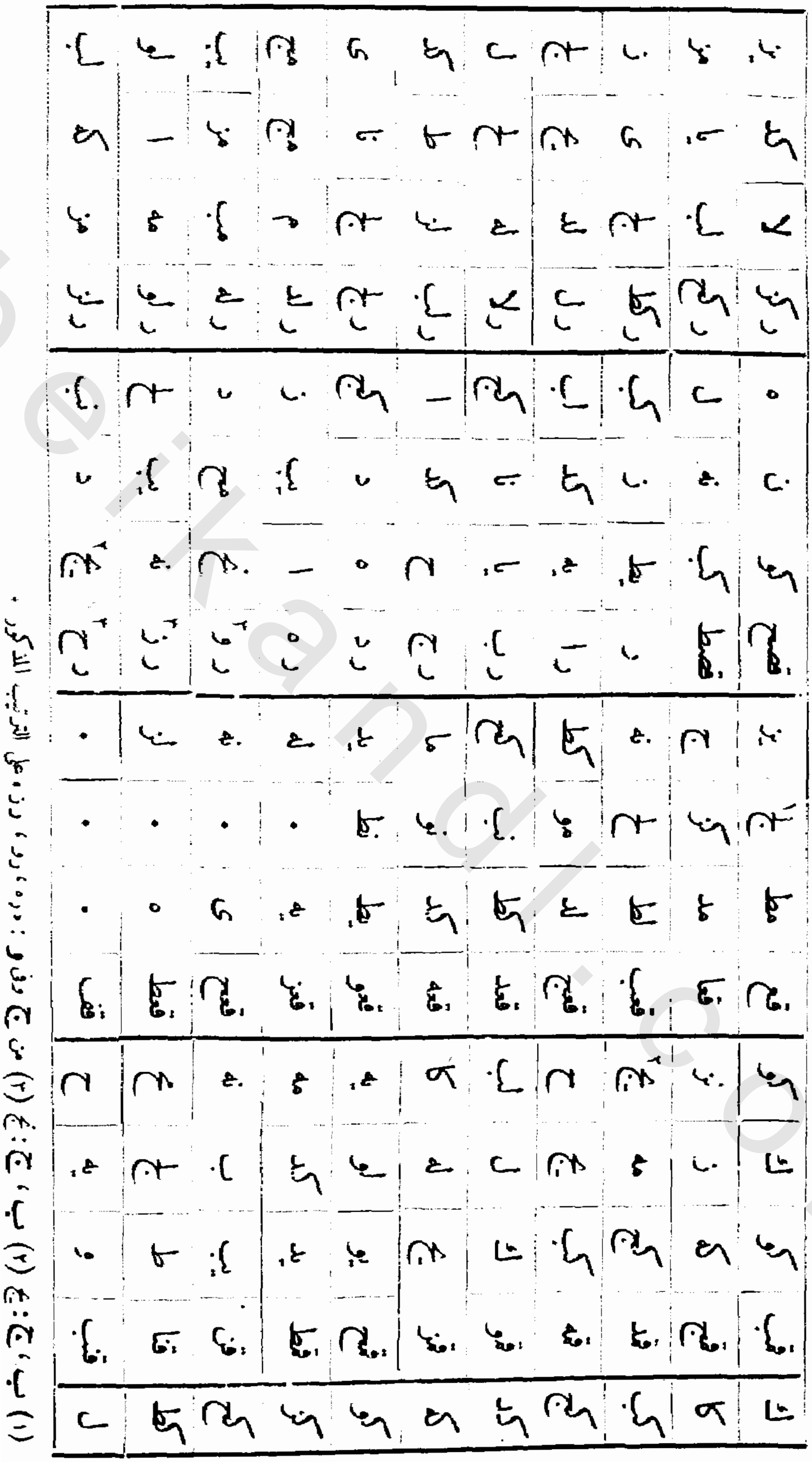
جدول مطالع البروج فى خط الاستواء

البروج	الأسد			السنبلة			الميزان			العقرب		
	ك	ل	م	ن	س	ع	ف	ص	ق	ر	ش	ت
مبدأ الطلوع	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
مبدأ الغروب	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
تمام الطلوع	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
تمام الغروب	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠

(١) ب، ج: ن (٢) ب، ج: ن.



(١) ت، ح: مز (٢) كذا في الأصل (٣) ت، ح: ع (٤) ت، ح: مه (٥) ت، ح: ج.



جدول

جدول مطالع البروج فى خطّ الاستواء

درج السواء	القوس				الجدى				الدلو				الحوت			
	لب	يب	لد	مح	لب	يب	لد	كح	كط	يد	كد	م	كز	نج	د	نب
	الازمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الازمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الازمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الازمان	دقائق	ثوانى	ثوالث
ا	رلح	ن	٠	٠	رعا	ه	كح	ى	شج	يد	يح	كد	شلج	د	ز	مب
ب	رلط	نب	مد	لد	رعب	ى	نه	لز	شد	يز	يب	مح	شلد	ا	يا	نو
ج	رم	نه	لط[1]	يد	رعج	يو	كب	يا	شه	يط	يو[2]	يب	شلد	نح	ز	يج
د	رما	نح	مج	ند	رعد	كا	مز	كط	شو	كا	ح	ن	شله	ند	نه	لز
ه	رمج	ا	يح	ى	رعه	كز	ى	نز	شز	كب	ز[3]	لو	شلو	نا	له	نط
و	رمد	ه	كا	يح	رعو	لب	لب	ا	شح	كد	كا	ل	شلز	مح	ح	لز
ز	رمه	ح	يج	مز	رعز	لز	ن	مج	شط	كه	ما	كز	شلح	مد	له	كح

(١) ب، ج: مط (٢) ب، ج: نو (٣) ب، ج: ن .

obeikandl.com

٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧
١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥
٤	٣	٢	١	٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣
٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٠	٢٩
٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧
١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥
٤	٣	٢	١	٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣
٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٠	٢٩
٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧
١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥
٤	٣	٢	١	٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣
٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٠	٢٩
٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧
١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥
٤	٣	٢	١	٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣
٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٠	٢٩
٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧
١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥
٤	٣	٢	١	٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣
٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٠	٢٩

(١) ج: ٢٦، ب، ٢٥، ج: ٢٤ (٢) ج: ٢٤، ب، ٢٣ (٣) ج: ٢٢، ب، ٢١.

obeikandl.com

٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

(١) ب، ج: ب (٢) ط: ج، ب (٣) ط: ج، ب

فاما اذا كانت عندنا مطالع فى خط الاستواء مأخوذة من اول الحمل و اردنا قوسها من فلك البروج المسماة درج السواء ادخلناها فى جدول المطالع فوجدنا المطلوب بحيالها، و ان بقى منها بقية قسمناها على فضل ما بين الموجود فى المطالع و بين ما يتلوه[1] تحته و زدنا ما يخرج على ما اخذناه من درج السواء فيكون المطلوب .

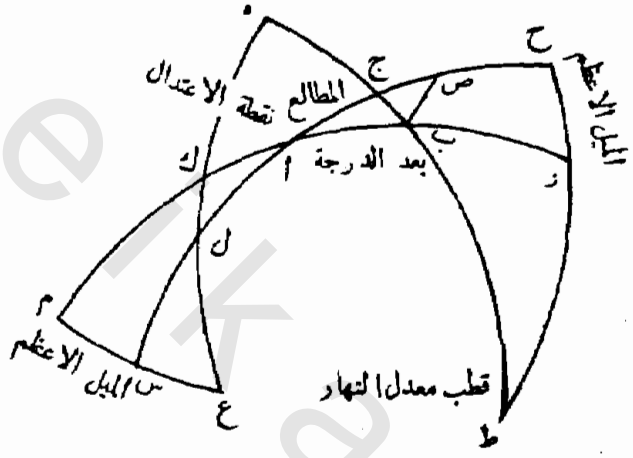
و ان اردنا ذلك بالحساب دون الجداول نقّحنا المطالع على مثال تنقيحنا البعد، ثم ضربنا جيب تمام المنقح فى جيب الميل الأعظم و قوسنا ما بلغ فى جدول الجيوب و القينا قوسه من تسعين، و قسمنا على جيب ما يبقى جيب المنقح فيخرج جيب درج السواء، و ان شئنا ضربنا ظل تمام المنقح فى جيب تمام الميل الأعظم فيجتمع ظل درج السواء، ثم نعود الى ما عملناه فى التنقيح و نستعمل عكسه كما تقدم فى استخراج المطالع حتى يحصل بعد الدرجة السواء التى بها[2] تلك المطالع من اول برج الحمل .

و نقول لايضاح ماتقدم ان بمطالع القوس المفروضة هى الازمان التى تطلع معها من افق الموضع المفروض، فان لم يكن للموضع عرض فهو على خط الاستواء وافقه مارّا على قطبى الكل و الجميع دوائر الميول قوة هذا الأفق من اجل مرورها على هذين القطبين، و افلاك انصاف نهار جميع المواضع كذلك سواء كان لها عرض اوعدمته، و بسببه صار مرور المنطقة عليها واحدا و مشاكلا فى الأزمان لمطالع خط الاستواء،

(١) ج : يتلو (٢) ب ، ج : لها .

وهذه المطالع هى التى تسمى مطالع الفلك المستقيم الّا ان اضافتها الى المسكن اولى و ابعد من الشبه و وساوس غير المرتاضين و أعم للتسمية فيما تعلق بعروض المواضع .

(١) و نعيد لها القطاع الأول و فيه قوس : ا ب، من فلك البروج مفروضة و ميلها: ب ج، و دائرته : ط ب ج، و هى احد آفاق خط الاستواء، و معلوم ان ازمان : ا ج، تطلع فيه مع درجات : ا ب،



(٣٢)

بالسواء، فهى اذن مطالعها فيه و سواء سكّنا الأفق و ادرنا الكرة اوسكّنا الكرة و ادرنا الأفق، وفى هذا القطاع نسبة جيب : ا ب، درج السواء الى جيب : ا ج، ازمان المطالع كنسبة جيب : ب ط، تمام ميل : ب، الى جيب : ط ز، تمام الميل الأعظم، و على هذا مبنى الوجه الاول مما تقدّم، و فيه ايضا نسبة جيب : ط ب، تمام ميل الدرجة الى جيب : ب ز، تمام درج السواء كنسبة جيب : ط ج، الربع الى جيب : ج ح، تمام المطالع و هو مبنى الوجه الثانى، و فيه ايضا نسبة جيب : ا ج، المطالع الى جيب : ا ح، الربع كنسبة ظل : ج ب، ميل الدرجة الى ظل : ز ح، الميل الأعظم، و تلقيت الدرجات بالسواء اصطلاح لولا اشتهاره لكانت الازمان فى ذواتها، و بالقياس الى[٢] الحركة الغربية

(١) ابتداء شكل : ٣٢ (٢) من ب، ج و فى و : اى .

الاولى اولى بهذا اللقب، ثم يخرج ليعكس هذه المطالع الى الدرجات السوا دوائر القطاع على استداراتها و ندير عـلى قطبى : ب ا، و يبعد ضلع المربع قوسى : ه ك ل ع، م س ع، فاما فى طريق الجيوب فيكون نسبة جيب : ال، تمام مطالع : اج، الى جيب : ل ك، كنسبة جيب: ا س، الربع الى جيب : س م، اعنى : ز ح، الميل الاعظم، و اما بطريق الاظلال فان نسبة جيب : ز ط، تمام الميل الأعظم الى جيب : ط ح، الربع كنسبة ظل : ز ب، تمام للدرجات الى ظل : ح ج، تمام الأزمان .

و قد حصل لمعرفة عروض الدرجات بطريق سهل و هو ان يؤخذ بعد الدرجة من اول الحمل و يدخل به فى مطالع خطّ الاستواء و يؤخذ ما يحياله من درج السواء فى برجها، فيكون ميل ما يؤخذ عرض الدرجة، و ذلك انا اذا اخرجنـا من درجة : ب، دائرة من دوائر العروض القائمة على : ا ب، و هى التى منها قوس : ب ص، ثم احتسبنا ببعد درجة : ب، من اول الحمل مطالع فى خط الاستواء كان : ا ص، درجها السواء و ميلها : ص ب، لكن هذا الميل هو عرض درجة : ب، فهو اذن معلوم بسهولة من غيرضرب او قسمة .

الباب الرابع فى استخراج بعد الكوكب ذى العرض عن معدّل النهار

اذا لم يكن للكوكب عرض و لم يكن فى احد الاعتدالين كان بعده عن معدّل النهار هو ميل درجة، ثم ان كان ذا عرض صار بعده غير ذلك الميل، فاذا اردنا معرفته زدنا عـلى بعد درجة الكوكب من اول

الحمل

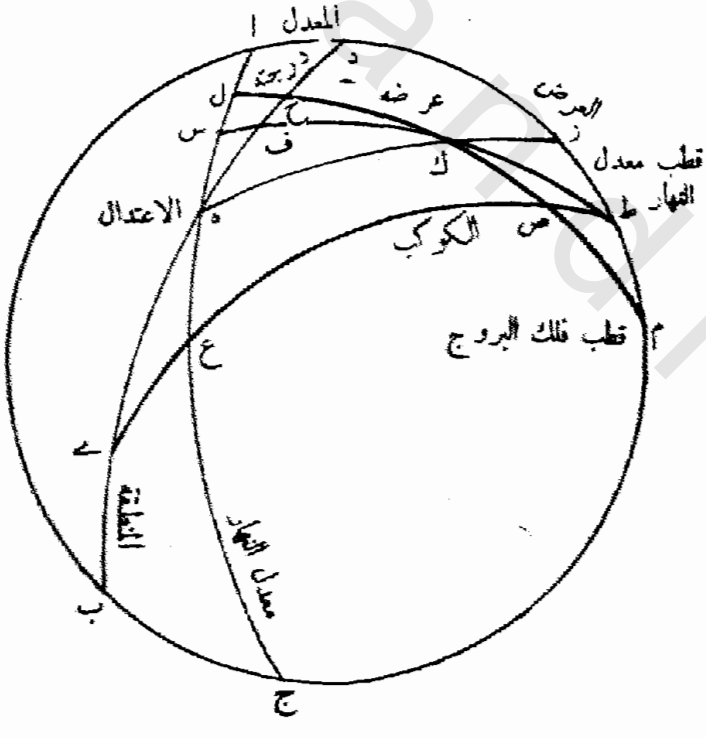
الحمل تسعين درجة و ضربنا جيب الجملة فى جيب تمام عرض الكوكب، فيجتمع جيب نُقوّسه و نأخذ جيب تمامها فيكون المحفوظ، و نقسم جيب تمام عرض الكوكب على المحفوظ فيخرج جيب قوس التعديل، فان كان عرض الكوكب و ميل درجته فى جهة واحدة زدنا قوس التعديل على الميل الأعظم، فيجتمع القوس المعدلة فى جهة ميل الدرجة، و ان كانا فى جهتين مختلفتين اخذنا فضل ما بين قوس التعديل و بين الميل الأعظم فيكون القوس المعدلة فى جهة الأكثر من عرض الكوكب و ميل الدرجة، ثم نضرب جيب القوس المعدلة فى المحفوظ فيجتمع جيب بعد الكوكب عن معدّل النهار فى جهة القوس المعدلة .

و ان شئنا أخذنا عَرض الكوكب و عرض درجته و جمعناهما ان كانا فى جهة واحدة و اخذنا فضل ما بينهما ان كانا فى جهتين مختلفتين، فيكون الحاصل فى جهة الأكثر، ثم زدنا على درجة الكوكب تسعين درجة ابدا، و اخذنا ميل المجتمع و نقصناه من تسعين و ضربنا جيب الباقى فى جيب الحاصل فيجتمع جيب ميل الكوكب عن معدل النهار و فى جهة الحاصل و الغرض فى هذا الكتاب هو ارشاد المتأمل الى مطالب علم الهيئة دون تكثير الطرق فى كل واحد منها فلذلك اقتصر على القليل و لا اشتغل بايراد الامثلة فانها عصى المقلدين فى الزيجات تهديهم عند الحيرة فى اعمالها .

(١) فاما اذا اقترنت بها العلل بطلت معها المثل، فليكن لبرهان

(١) ابتداء شكل : ٣٣ .

ما تقدّم : ا ب ج د ، الدائرة المارّة على الاقطاب الأربعة و : ا ه ج ، نصف معدل النهار على قطب : ط ، و : د ه ب ، نصف فلك البروج على قطب : م ، وليكن الكوكب على : ك ، ونجيز عليه من قطبي : م ط ، دائرتي م ك ح ل ، ط ك ف س ، فيكون : ح ، درجة الكوكب و : ل ح ، عرضه ، و : ك س ، ميله أعنى بعده عن معدل النهار وهو المطلوب ، وجميع ما نخرج من الدوائر فهى عظام ، فان اخرجنا فيها صغرى اشرنا اليها ، ثم نخرج من نقطة الاعتدل دائرة : ه ك ز ، مارّة على كوكب : ك ، و : ه ح ، بعد درجته عن الاعتدال و : ح د ، تمامه اعنى بعدها عن المنقلب ، وجيب تمام كل قوس مساو لجيب مجموعها و الربع ، فسواء اخذنا بعد الدرجة عن المنقلب او زدنا عليى بعدها عن الاعتدال تسعين درجة ، فان جيب الحاصل من كلى الوجهين يكون



(٣٣)

جيب : ح د ، ونسبته الى جيب : ح م ، الربع كنسبة جيب : ز ك ،

(١) ب ، ج : ك ح .

الى

الى جيب : ك م ، تمام عرض الكوكب، و : ز ك ، اذن معلوم و جيب : ك ه، تمامه هو المحفوظ، و نسبته الى جيب : ل ح[1] ، عرض الكوكب كنسبة جيب : ه ز ، الربع الى جيب : ز د ، قوس التعديل و هى معلومة، و لأن مطلوبنا منها معرفة قوس : ا ز ، و نظيرتها فى الجهة الأخرى، و لتكن هذه الجهة للمثال الشمال، فميول النقط التى على : ه ز ، شمالية و عرض : ك ح، ايضا شمالى، و لهذا حصلت نقطة : ز ، فيما بين نقطتى : د م ، فاذا زدنا : د ز ، قوس التعديل على : ا د ، الميل الأعظم اجتمع : ا ز ، القوس المعدلة، و هكذا الحال فى جهة الجنوب ، فان كان عرض الكوكب فى جانب الشمال جنوبيا لم تخل نقطة : ك ، من ان يكون فيما بين قوسى : ه ا ، ه د ، او على نفس قوس : ه ا ، او وراءها الى الجنوب، ففى الاختلاف جهتى عرض الكوكب و ميل درجته تقع نقطة : ز ، اما على قوس : ا د ، الميل الأعظم الشمالى فيكون القوس المعدلة فضل ما بينهما و هى نحو الشمال جهة الميل اذ هو اكثر من قوس التعديل، و أما على نظيرة قوس : ا د ، التى للميل الأعظم الجنوبى فيكون حصول القوس المعدلة بالفضل أيضا فى الجنوب خلاف جهة ميل درجة : ح ، بسبب زيادة قوس التعديل على الميل الأعظم .

و اما على نقطة : ا ، عند مساواتهما و يبطل البعد عند ذلك عن معدل النهار، فاذا حصلت قوس : ا ز ، المعدلة بشروطها كانت نسبة جيبها الى جيب : ز ه ، الربع كنسبة جيب : س ك ، المطلوب الى جيب : ك ه ،

(١) ج : ك ح .

المحفوظ، فبعد الكوكب اذن عن معدل النهار معلوم و هو فى جهة القوس المعدلة .

و اما الطريق الآخر! فان : ك ح ، عرض الكوكب و : ح ل[1] ، عرض درجته هما من دائرة واحدة من دوائر العرض ، و الحاصل من جميعهما أو أخذ فصل ما بينهما هو : ك ل ، و لندر على قطب : ل ، او بعد ضلع المربع دائرة : ط ص ع ى ، فيكون : ى ع ، ميل ما زاد على درجة : ح[2] ، بربع : ح ى ، و يساويه : ط ص ، لأن : ى ، قطب دائرة: ص ك ل ، فكل واحدة من : ط ع ، ص ى ، ربع دائرة، و : ص ع ، تمام هذا الميل ، و نسبة جيبه الى جيب : ص ل ، الربع كنسبة جيب: س ك ، المطلوب الى جيب : ك ل ، الحاصل من العرضين .

الباب الخامس فى معرفة الدرجة التى تمرّ مع الكوكب ذى العرض على خطّ وسط السماء

اذا اردنا معرفة الدرجة التى وافى وسط السماء مع موافاة الكوكب اياه و تسمى درجة الممرّ زدنا على بعد درجة الكوكب من اول الحمل تسعين درجة، و ضربنا جيب المبلغ فى جيب الميل الأعظم و قسمنا المجتمع على جيب تمام بعد الكوكب عن معدل النهار ، فيخرج جيب محفوظ نقوسه و نضربه فى جيب تمام عرض الكوكب ، و نقوس المجتمع و نلقيها من تسعين و نقسم على جيب ما يبقى مضروب الجيب المحفوظ

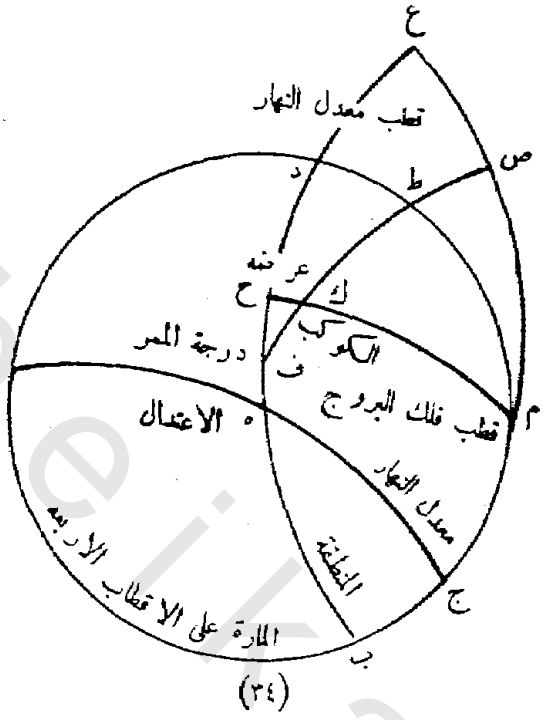
(١) ج : ح ك (٢) ج : ع .

فى

فى جيب عرض الكوكب، فيخرج جيب قوس الاختلاف، فان كان عرض الكوكب شماليا و درجته فى النصف الهابط الذى من اول السرطان الى آخر القوس زدنا قوس الاختلاف على درجة الكوكب، و ان كانت درجته فى النصف الصاعد الذى من اول الجدى الى آخر الجوزاء نقصنا قوس الاختلاف من درجته، و ان كان عرض الكوكب جنوبيا عملنا بعكس ذلك، فنقصنا عكس الاختلاف فى النصف الهابط و زدناها فى النصف الصاعد، فينتهى فى جميع الأقسام الى درجة ممر الكوكب.

(١) و لبرهانه فلنعد من الشكل المتقدم ما يحتاج اليه و نقول ان فى مثلث: ط ك م، نسبة جيب زاوية: م، و مقدارها: د ح، بعد درجة الكوكب من المنقلب و حصوله بزيادة الربع على بعدها من الاعتدال الى جيب زاوية: ك، و هو المحفوظ كنسبة جيب: ط ك، تمام بعد الكوكب الى جيب: ط م، الميل الأعظم فزاويه: ك، معلومة، و لندر على: ف، و يبعد ضلع المربع قوس: م ص ع، و نخرج اليها: ف ط، على استدارتها فنقسمها على: ص، بمقدارى زاوية: ف، و تمامها، و نسبة جيب: ك م، تمام عرض الكوكب الى جيب: م ص، تمام زاوية: ف، كنسبة جيب زاوية: ص، القائمة الى جيب زاوية: ك، المحفوظ، فـ: ص، معلوم، و زاوية: ف، لأجله معلومة، و نسبة جيبها الى جيب زاوية: ك، المحفوظ كنسبة جيب: ك ح، عرض الكوكب الى جيب: ح ف، قوس الاختلاف، و: ح، درجة الكوكب، و: ف، درجة

(١) ابتداء شكل: ٣٤.



(٣٤)

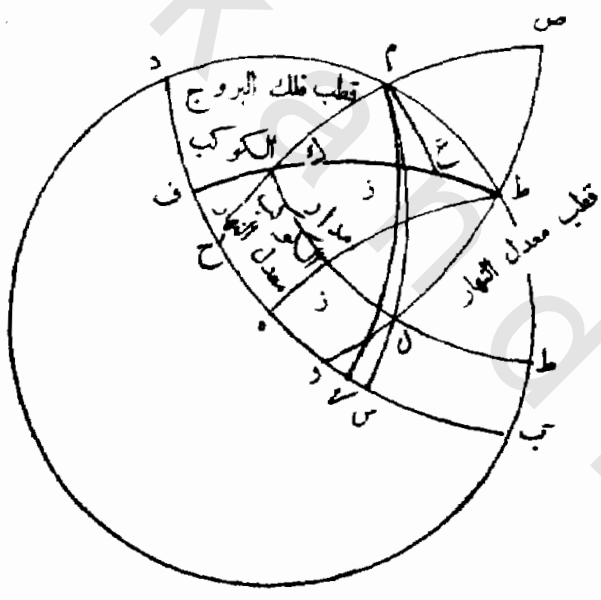
ممرّه، لأن لدائرة: طكف، قوة نصف النهار، فهى تنطبق عليه اذا وفّاه[1]، و معلوم ان: ف، فى هذا الموضع يتقدّم: ح، الى توالى البروج، و لوكانت نقطة: ك، جنوبية لتأخرت عن: ح، الى خلاف تواليها، ثم الامر فى النصف الآخر بالعكس اذا تبادل قطبا: ط م، السمة، و صار احدهما فى الصورة مكان الآخر، و يجب ان يعلم ان غاية الاختلاف بين درجة الكوكب و بين درجة ممرّه يكون اذا كانت درجة الممرّ احدى نقطتى الاعتدالين متى كان عرضه على مقدار واحد لا يتغير، ثم يتصاغر الاختلاف بالبعد عنهما نحو المنقلبين فيبطل اذا صار احدهما درجة الكوكب.

(٢) و ليفرد[2] لتقريره من الصورة ما يحتاج اليه، و لندر على قطب: م، و يبعد تمام عرض الكوكب مدار: ك ز ل، الموازى لمنطقة البروج، و نخرج من قطب معدل النهار الى نقطة الاعتدال قوس: ط ز ه، فيكون درجة الممر: ه، اذا صار الكوكب على: ز، و نخرج من قطب: م، دائرة: م ز ى،

(١) ب، ج: واقاه. (٢) ابتداء شكل: ٣٥ (٣) ب، ج: لفرز

 فيكون

فيكون : ى ، درجته و : ى ه ، قوس الاختلاف ، و هذا موضع تقاطعه[1] الأن نسبة جيب : ز ى ، الى جيب : ط ب ، تمام الميل الأعظم كنسبة جيب : ز ه ، الى جيب : ط ه ، و لأن زاوية : ه ط م ، قائمة ، فان زاوية : ف ط م ، حادة ، و موقع عمود : م ع ، على : ط ف ، من : ط ، نحو : ف ، و هذا أصغر من : ط م ، و نسبة جيب : ك ح ، المساوى لـ : ز ى ، الى جيب تمام : م ع ، الأعظم من : ط ب ، كنسبة جيب : و د ، الى جيب : ك ع ، الربع فـ : ك ف ، أصغر من : ز ه ، و نسبة جيب : م ز ، الى جيب : ز ط ، كنسبة جيب : م ى ، الى جيب : ى ف ، وكذلك نسة جيب : م ك ، المساوى : لم ز ، الى جيب : ك ع ، كنسبة جيب : م ح ، الربع الى : جيب تمام : ف ح ، لكن : ط ز ، أصغر من : ك ع ، و تمام : ه ى ، أصغر من تمام : ه ح ، فهى أعظم من : ه ح[2] ، و ايضا فان زاوية : و ط م ، منفرجة ، فعمود م ص ، الأقصر من : م ط ، يقع من : ط ، فى خلاف جهة : و ، و يستبين بمثل التدبير الأول ان : س و ، أصغر من : ه ى ، فقوس الاختلاف عند : ه ، على أعظم مقاديرها ، و أما عند نقطتى : د ب ، فيبطل لانطباق القوسين الخارجتين من قطبى : م ط ، الى الكوكب على الدائرة المارّة على الأقطاب الأربعة .



(٣٥)

(١) من ج ، وفى و : تعاظمه (٢) ج : ف ح ، ب : م ح .

الباب السادس فى معرفة درجة الكوكب وعرضه من قبل بعده عن معدّل النهار و درجة ممرّه اذا عرفا بالرصد

اذا أعطينا بعد كوكب مفروض عن معدل النهار والدرجة التى وافت معه وسط السماء معلومين و أريدت درجته و عرضه أخذنا بعد درجة ممّر الكوكب [1] من أقرب الانقلابين اليه بزيادة تسعين جزءا كما تقدّم على بعدها من اول الحمل .

و قسمنا جيب المبلغ على جيب تمام ميل درجة الممرّ فيخرج جيب تمام مطالعها ، و نضربه فى جيب تمام بعد الكوكب فيخرج جيب محفوظ نقوّسه و نلقيها من تسعين ، و نقسم على جيب ما يبقى من مضروب جيب تمام بعد الكوكب فى جيب المطالع التى استخرجنا تمامها فيخرج جيب تمام القوس المعدلة .

فان كان بعد الكوكب و ميل درجة الممر فى جهة واحدة كان فضل ما بين القوس المعدلة و بين الميل الأعظم هو قوس التعديل فى جهة بعد الكوكب ان كان الفضل له على ميل درجة الممرّ ، و فى خلاف جهته ان كان الفضل لميل الممرّ ، فان كانا فى جهتين مختلفتين كان مجموع القوس المعدلة والميل الأعظم هو قوس التعديل فى جهة بعد الكوكب .

ثم نضرب جيب قوس التعديل فى جيب تمام قوس المحفوظ فيجتمع جيب عرض الكوكب فى جهة قوس التعديل ، و نقسم المحفوظ على جيب

(١) ج : الكواكب .

تمام

تمام عرض الكوكب فيخرج جيب اقرب بعد درجة الكوكب عن اقرب المنقلبين اليه .

فان كانت درجة الممرّ فيما بين الاعتدال الربيعى و المنقلب الصيفى نقصنا هذا البعد من تسعين ، و ان كانت[1] فى الربع الذى يتلوه زدنا البعد على تسعين، و ان كانت فيما بين الاعتدال الخريفى و بين المنقلب الشتوى نقصنا البعد من مائتى و سبعين، و ان كانت فى الربع الذى يتلوه زدنا على مائتى و سبعين، فيحصل بعد درجة الكوكب من اول الحمل .

(٢) و نعيد له من الصور المتقدمة فى عكسه ما يحتاج اليه ليسقط تكرير المؤامرة و الكوكب منها على : ك ، و درجة ممرّه : ف .

و نقول ان نسبة جيب : ط ف ، تمام ميل درجة الممر الى جيب : م د ، بعدها عن الانقلاب كنسبة جيب : ط س ، الربع الى جيب : س ا ، تمام : ه س ، مطالع، فهى معلومة .

و نسبة جيب : س ا ، الى جيب : ط س ، كنسبة جيب : ك ز ، المحفوظ الى جيب : ط ك ، تمام بعد الكوكب عن معدل النهار، و نسبة جيب : ك ه ، تمام قوس المحفوظ الى جيب : ه س ، المطالع كنسبة جيب : ط ك ، الى جيب : ط ز ، تمام القوس المعدلة ، و : ز د ، هى قوس التعديل، و نسبة جيبها الى جيب : ز ه ، الربع كنسبة جيب : ح ك ، عرض الكوكب الى جيب : ك ه ، تمام قوس المحفوظ ، فالعرض معلوم .

(١) ج : كان (٢) ابتداء شكل : ٣٦ .

ونسبة جيب : م ك ، تمامه الى جيب : زك ، المحفوظ كنسبة جيب : م ح ، الربع الى جيب : ح د ، اقرب بعد درجة الكوكب عن أقرب المنقلبين اليها .

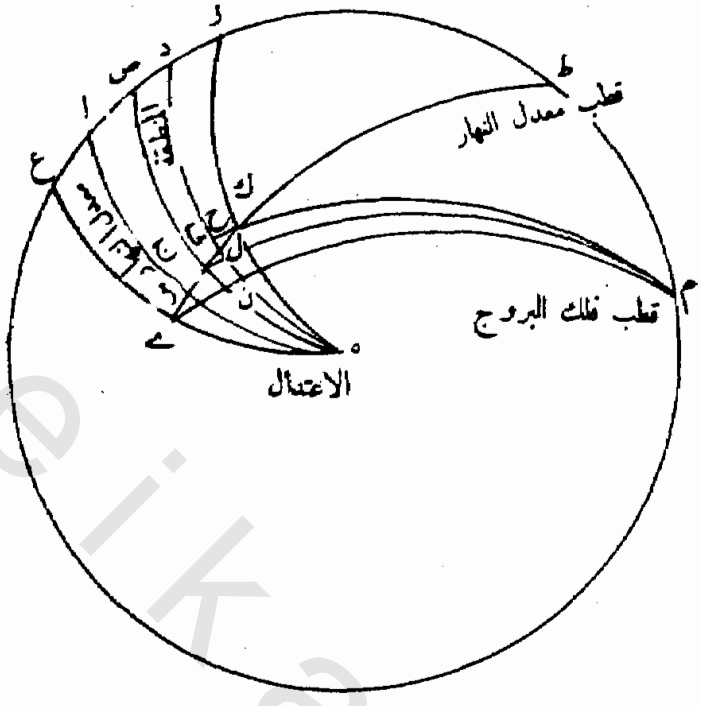
ولا يخلو من أن يكون الى توالى البروج فيحتاج الى زيادة تعديل ذلك المنقلب عن الاعتدال الربيعى وهو للصيفى منهما ربع وللشتوى ثلاثة ارباع او تكون الى خلاف التوالى فيحتاج الى نقصان بعد الدرجة من بعد المنقلب ليحصل بعد الدرجة من اول الحمل .

وانما اشتغلنا بتعرف جهة قوس التعديل لأجل جهة عرض الكوكب ، فاما فى الوضع الذى الكوكب فيه على : ك ، فان القوس المعدلة : ا ز ، وفضل ما بينهما وبين الميل الأعظم هو : د ز ، قوس التعديل فى الجهة التى فيها : ك ح ، عرض الكوكب وهى جهة : ك س ، بعد الكوكب الذى فيها : ف س[1] ، ميل درجة الممّر .

ونضع الكوكب على نقطة ج ، ونخرج اليه قوس : م ل ج ، فيكون : ل ، درجته و : ج س ، بعده عن معدل النهار و : ف س[2] ، ميل درجة الممر فى جهته و : ل ه ، الفضل .

فاذا اخرجنا : ه ج ص ، نظيره قوس : ه ك ز ، كانت المعدلة : ا ص ، وفضل ما بينهما وبين الميل الأعظم : د ص ، قوس التعديل فى خلاف جهة : ف س[3] ، اعنى التى اليها عرض : ج ل ، ثم ليكن الكوكب على : ى ، ونخرج اليه قوسا من : ى ، فيكون : ف ،

(١) ب ، ج : ف س (٢) ج : م س (٣) ج : ه س .



(٣٦)

درجته و : س ى ، بعده عن معدّل النهار فى خلاف جهة : م س[1] ، ميل درجة الممرّ فاذا اخرجنا : ه ى ع ، نظيره : ه ك ز ، كانت القوس المعدلة : ا ع ، ومجموعها الى : أ ه ، الميل الأعظم هو قوس التعديل فى جهة بعد : س ى ، التى اليها : ى ف[2] ، عرض الكوكب ، وذلك ما اردناه .

(١) ب : ف س ، ج : ٠ س (٢) ب : ى ل ، ج : ى ن .

الباب السابع فى معرفة عروض البلدان بارتفاعات الاشخاص الطالعة الغاربة على فلك نصف النهار

اذا اردنا ذلك رصدنا ارتفاع الشمس او الكوكب وهو فى تزايده حتى يبلغ غايته التى لايزداد بعدها، بل يتناقص، فنعرف مقداره وجهته أمن ناحية الجنوب ام من ناحية الشمال، ثم يستخرج ميل الشمس لوقتئذ ان كان الارتفاع لها أو بعد الكوكب عن معدل النهار ان كان القياس به ونعرف جهته، فان اتفق الميل والارتفاع الموجود فى جهة واحدة أخذنا فضل ما بين تمام الارتفاع وبين ذلك الميل أو البعد، وان كانا فى جهتين مختلفتين جمعنا تمام الارتفاع والميل أو البعد، فيحصل من المجموع أو التفاضل عرض البلد، وان اتفق ان لاينسب الارتفاع الى جهة ما، وذلك اذا كان تسعين جزؤا سواء كان ميل الشمس أو بعد الكوكب بعينه هو عرض البلد.

فنقول فى علة ذلك: ان كل من سكن خط الاستواء فان اشخاص السماء المرئية كلها تطلع عليه وتغيب عنه، ويكون أعظم ارتفاعها فى فلك نصف النهار مساويا لتمام ميولها أو ابعادها عن معدل النهار فى جهتها، وذلك لانتصاب المدارات فيه على الأفق، فمن وجد فى مسكنه تمام ارتفاع نصف نهار الشمس أو الكوكب مساويا لميلها أو بعده وفى جهته، فليعلم ان سكناه على خط الاستواء، ومتى تنحّى عن هذا الخط نحو الشمال، فان الربع المسكون فى جانبه، ويسمى تنحيه عرضا، واما

معدل النهار عن سمت رأسه الى الجنوب ميلا مشابها لهذا العرض، وكل ما كان من المدارات جنوبى الميل أو البعد فانه امعن فى الجنوب عن سمت الرأس من نفس معدل النهار، وذلك يمتنع فيه ان يكون أعظم الارتفاع من جهة الجنوب و يكون هو ارتفاع معدل النهار منقوصا منه ميل المدار فتمام هذا الارتفاع هو تمام ارتفاع معدل النهار مزيدا عليه ميل المدار، لكنهما، متفقان فى جهة و هى الجنوب، ففضل ما بينهما هو تمام ارتفاع معدل النهار، و هذا التمام هو عرض البلد لسبب المشابهة بين الابعاد السماوية و بين الابعاد النظيرة اياها فى الارض[1].

و اما المدار الشمالى الميل فيحتمل احدى ثلاثة احوال؛ اعنى بها المرور على سمت الرأس و الميل عنه نحو الشمال او الجنوب، فاذا مال عنه الى الشمال كان أعظم الارتفاع الموجود فيه من ناحية الشمال أو الجنوب، فيساوى الميل أو البعد، وهما شماليان بالضرورة بمجموع عرض البلد و تمام الارتفاع، و لكون الارتفاع و الميل شماليين معا يكون فضل ما بين تمام الارتفاع و الميل هو عرض البلد، و ان مال هذا المدار الشمالى الميل عن سمت الرأس نحو الجنوب صار تمام أعظم الارتفاع الجنوبى هو عرض البلد منقوصا منه ميل المدار، فاذا جمعناهما بسبب اختلاف الجهتين كنا قد أخذنا[2] الميل اليه فاجتمع عرض البلد، و ان كان الارتفاع ربعا وقف بين الشمال و الجنوب و لم ينسب الى احدهما، فمرّ المدار على سمت الرأس وكان بعده عن معدل النهار هو بعد سمت الرأس عنه وذلك عرض البلد.

(١) ج: العرض (٢) ب، ج: أعدنا.

الباب الثامن فى معرفة عروض البلدان بارتفاعات الأشخاص الأبدية الظهور فيها على فلك نصف النهار

اذا أردنا ذلك قصدنا أحد مشاهير الكواكب التى تدور حول القطب فى بلدنا ظاهرة لا تطلع من الأفق ولا تغرب[1] فيه، وذلك مثل الفرقدين، ومقدم السرير، من بنات نعش فى ارض العرب وما حاذاها، وزيادة مؤخر السرير واكثر البنات ببلاد خراسان وما والاها، وكل البنات بما وراء النهر بلخ من البقاع.

فاذا عيّنا كوكبا واحدا منها أو من امثالها رصدنا أعظم ارتفاعه فى فلك نصف النهار عند اعتلائه على القطب، ورصدنا ايضا أصغر ارتفاعه فيه عند انحطاطه عن القطب ومروره تحته، فان كانا معا[2] من جهة واحدة وهو الشمال لا محالة أوكان احدهما تسعين جزؤا سواء أخذنا نصف مجموعهما فيكون عرض البلد وان كان الارتفاعان مختلفى الجهة نقصنا نصف فضل ما بينهما من تسعين فيبقى عرض البلد من اجل انه قد استبان من مقدمات هذه الصناعة غيبة مقدار الارض عن الحس بالقياس الى اكر الشمس والكواكب؛ فان ما اشترك على فلك نصف النهار من الربع الذى عن معدل النهار الى قطبه والربع الذى من الأفق الى قطبه وهو الذى بين القطب وبين سمت الرأس اذا أسقط تساوت البقيتان واحداهما عرض البلد والأخرى وهى ارتفاع القطب تساوى

(١) ب، ج: تغيب (٢) ج: معه

عرض البلد فى الحس، لكن ذات القطب نقطة غير مبصرة، اذ ليس يمكن ان يحلّه كوكب الا آناً من الزمان، ثم لا يلبث فيه شيئا من المدة، فليس الى اخذ ارتفاعها سبيل الاّ من جهة ما يحسّ حولها.

وما من مسكن ذى عرض الاّ والكوكب الذى يحويها المدار المماس لأفقه ابدية الظهور، لا يسترها عن الاعين الا ضوء النهار، وكل كوكب كذلك، فانه يوافى فلك نصف النهار فوق الأرض فى الدورة مرّتين، متعاليا على القطب مرة، ومتسافلا عنه اخرى، فان اطلق ذكر الارتفاع الأعظم سمى الأخير انحطاطا، وان قيّد بالأعظم سمى هذا ارتفاعا أصغر، والمعنى على حاله وان كان الأخير اصوب لاتجاه الانحطاط على خلاف الارتفاع تحت الأفق.

(١) ونحن نصوره ليقرب تفهمه فليكن: ا ب ج د، فلك نصف النهار و: ا ه ج، فيه قطر معدل النهار، وقطبه: ط، و: ب ه د، قطر الأفق وقطبه: س، ونفرض اقطار دوائر ابدية الظهور موازية لقطر: ا ه ج، مبتدية من: س، سمت الرأس، ومن: ح، الجنوبى عنه و: ك، الشمالى وهى: ح ز، س ل، ك م، ومطلوبنا: د ط، ارتفاع القطب لمساواته عرض البلد، فاماً قطر: ك م، وهو الذى يعطى الارتفاعين فى جهة واحدة هى الشمال، وهى: د ك، الأعظم و: د م، الاصغر وقد توالت معنا ثلاثة اعداد متناسبة نسبة عددية وهى: د م، د ط، د ك، بفضول متساوية، وضعف اوسطها مساو لمجموع الحاشيتين، فاذا جمعنا: د م،

(١) ابتداء شكل: ٣٧.

الأصغر الى : د ك ، الأكبر اجتمع ضعف عرض البلد كما أنا اذا نصفنا فضل ما بينهما وهو : م ك[1] ، وزدنا ذلك النصف على د ز ، الأصغر أو نقصناه من : د ك ، الأعظم حصل : د ط ، المطلوب .

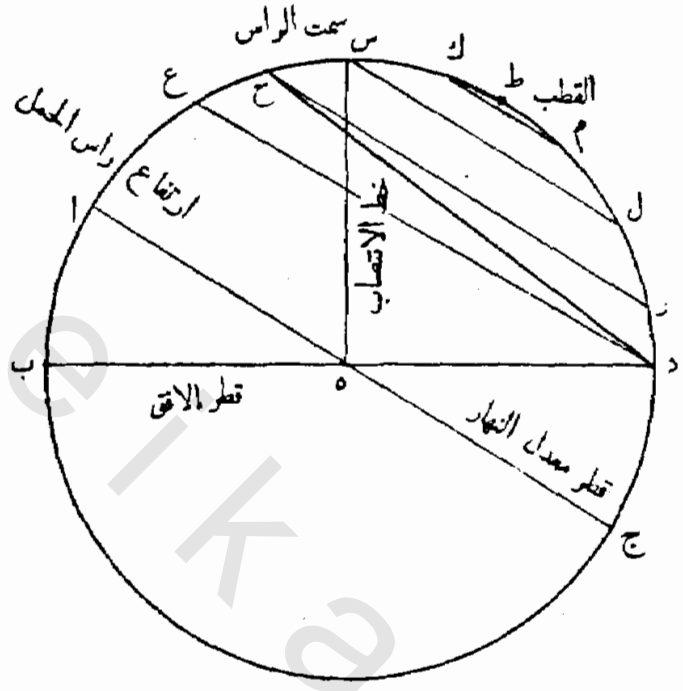
واما قطر : س ل ، فانه يعطى : د ل ، أصغر الارتفاعين فى الشمال و : د س ، اعظمهما ربعا تاما غير منسوب الى جهة و : د ل ، د ط ، د س ، متفاصل بالسواء ، فالنسبة بينها عددية والموآمرة الاولى فيها مطردة ، واما قطر : د ح ، فانه يعطى ارتفاعى : د ز ، ج ح ، فى جهتين مختلفتين ونخرج فيه : د ع ، موازيا لـ : ح د ، فيقطع : ع ح ، مساويا لـ : د ز ، و : ا ع ، مساويا لـ : ا ب ، فاذا نقصنا : ع ح ، اصغر الارتفاعين من : ب ح ، اعظمهما بقى : م ع[2] ، ضعف : ب ا ، ارتفاع معدل النهار وذلك تمام العرض ، والجنوبى من هذين الارتفاعين بالضرورة أعظم فان تساويهما لايكون الا عند نهاية العرض الذى تسامت فيه القطب الرأس ، وايضا فان : ز س ، تمام اصغر الارتفاعين و : ح س ، تمام اعظمهما ، فاذا جمعا كان : ز ط ح ، فاذا زيد نصفه على : د ز ، الاصغر اجتمع : د ط ، العرض .

وظاهر انّ الكوكب الابدىّ الظهور اذا كان معلوم البعد عن معدل النهار فانه يستغنى عن اخذ ارتفاعيه ، فان كان المعلوم أعظمهما نقص تمام بعد الكوكب عن معدل النهار ، وان كان أصغرهما زيد عليه فيحصل عرض البلد .

(١) ج : ب ك (٢) ب ، ج : ب ع .

وهاهنا

وهاهنا قسم انما نذكره فى جملة الأقسام لأن مأخذه خفى عن الحس وهو الذى يبطل فيه أصغر الارتفاعين بمماسة مدار الكوكب الافق من اجل ان الكوكب يغيب عن البصر قبل انتهائه الى الافق لمغالبة البخارات الغليظة نوره وغلبتها اياه، فاما كوكب



(٣٧)

: ك، فاذا ماس الافق كان قطر مداره : ك د، والعرض نصف ارتفاعه وكذلك كوكب : س، وبسبب ان الارتفاع يكون ربعا تاما فان العرض يكون حينئذ ثمن الدور، واما كوكب : ح، فيكون ارتفاعه : ب ح، وقطر مداره، : ح ز، ولموازاته قطر : ا ه ج، يكون : ب ح، ضعف : ا ب، تمام العرض، وذلك ما اردنا ايضاحه.

فقد اتضح ان تمام عرض البلد واسطة عددية فيما بين ارتفاعى نصف نهار مدارين متساويى الميل الى جهتين مختلفتين اذا كان الارتفاعان من جهة واحدة، ومثاله لبلد غزنة، انا وجدنا أعظم ارتفاع به للشمس فى فلك نصف النهار : ف ه[1]، وأصغره فيه : لب ن، فاذا نقصنا

(١) ب، ج : ف.

الميل الأعظم من اعظمهما أو زدناه على أصغرهما حصلت تلك الواسطة: يو ، كه ، وهو تمام عرض البلد ، و تأكد الركون الى ذلك من جهة انا وجدنا فى وقت الاعتدال بين الرّصد و بين حساب : زيج حبش قريبا من اربع ساعات و نصف و ربع ساعة تسير الشمس فيها (، يا ، مب) ، و بها تنقص الحقيقة عن الحساب، فاذا اعتبرنا بها ما وجدناه من ارتفاعات انصاف النهار باستخراج تمام عرض البلد من كل واحد منهما أو من تنصيف مجموع كل ارتفاعين لمدارين متساويين متباينين قارب و جودنا المذكور، و مثال الأول برجى الاسد و القوس انا وجدنا مقوم الشمس فى دفتر السنة لنصف نهار يوم السبت التاسع من امرداذ ماه سنة ثمان و ثمانين و ثلاث مائة ليزدجرد بغزنة فى الاسد : ، ط ، يكون بالنقصان المذكور فى السرطان : كط ، يج ، لح ، و مسيرها ليوم سبع و خمسون دقيقة.

و وجدت بالرصد ارتفاع نصف النهار فى هذا اليوم معتبرا بالشعرة و بالشاقول : عو ، مب ، و فى غده : عو ، ل ، فيكون ارتفاع اول الاسد : عو ، ما ، لب ، وكان مقومها لنصف نهار يوم الاثنين الخامس من آذر ماه فى السنة المؤرخة فى دفتر السنة لغزنة فى العقرب : كط ، مه ، و بالنقصان : كط ، يج ، لح ، و مسيرها درجة دقيقة و ارتفاع نصف النهار بالوجود : لو ، يو ، و فى غده ارجح من : لو ، ب ، فيكون ارتفاع اول القوس : لو ، ط ، نب ، و مجموع ارتفاعى اول القوس و الاسد : قيب ، نا ، كد ، و نصفه : نو ، كه ، مب ، و على مثله كان لما اعتبرناه بكل مدارين متساويين متباينين و متحدين فانها كلها تقاربت و اطمأنّ القلب الى الوجود الكلى المجرد من الحساب .

الباب

الباب التاسع فى معرفة عروض البُلدان من ارتفاعات الاشخاص فى افلاك نصف نهارها وفلك نصف نهار بلد آخر معلوم العَرض

اذا اعطينا لكوكب واحد بعينه ارتفاعان فى فلك نصف النهار احدهما فى بلد معلوم العرض والآخر فى بلد مجهوله ثم لم تكن بين وقتيهما مدة يكون فيها الكوكب من حركته ما يغير بعده عن معدل النهار وبالجهة والمقدار وطلب عرض ذلك البلد المجهول، فانا ننظر الى جهتى الارتفاعين فان كانتا مختلفتين اعنى كان احدهما من ناحية الجنوب والآخر من ناحية الشمال جمعناهما ونقصنا المبلغ منماية وثمانين قيبق فضل ما بين العرضين.

فان كان الارتفاع فى معلوم[1] العرض منهما جنوبياً نقصنا الفضل من عرضه وان كان فيه شماليا زدنا الفضل على عرضه فيحصل عرض المجهول وان لم يختلف جهتا الارتفاعين بكونهما فى ناحية واحدة، اوكون احدهما تسعين جزوا سواء غير منسوب الى جنوب أو شمال، فانا ننظر الى الارتفاع فى البلد المعلوم العرض، فان كان جنوبيا واقل مقدارا أو كان شماليا واكثر مقدارا نقصنا الفضل بين الارتفاعين من عرضه، وان كان على عكسه اعنى جنوبيا فى البلد المعلوم واكثر مقدارا أو شماليا فيه واقل مقدارا، زدنا فضل ما بين الارتفاعين على

(١) من : م ، ب وفى و : المعلوم .

عرضه فيحصل عرض البلد الآخر فان كانت المدة بين وجودى ارتفاعيه مديدة يقتضى الاختلاف فى ارتفاع نصف نهار الكوكب بسبب حركته لم يكن بد من تصحيح موضعه لوقت أخذ ارتفاعه فى البلد المجهول العرض واستخراج ارتفاع نصف نهاره فى البلد المعلوم العرض، ثم اقامته المرصود فيه واستعماله حينئذ مع الآخر كما تقدم .

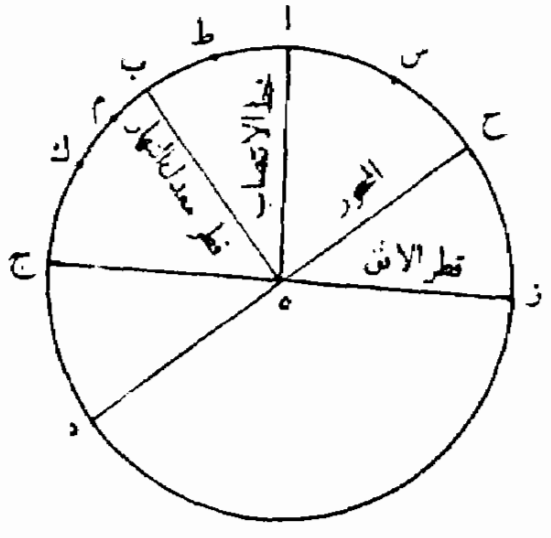
(١) وليحقق ذلك فليكن فى فلك نصف النهار : ج ه ز[٢] ، قطر الافق الذى قطبه : ا ،و ، د ه ح ، قطر الافق الذى قطبه : ب ، الاجنب عن : ا ، وليكن : ب م ، عرض بلد : ب ، فيكون : ا م ، عرض بلد : ا ، وا ب[٣] ، فضل ما بين العرضين ونفرض الكوكب اولا على : ك ، ليكون ارتفاعه فى كلا البلدين جنوبيا وفضل ما بين ارتفاعيه : ح ز ه ، مساو لـ : ا ب، فاذاكان بلد : ا ، معلوم العرض والارتفاع فيه : ك ج ، اقل من : ك د ، ونقص : ا ب ، من : ا م عرضه بقى : ب م ، عرض : ب وان كان المعلوم العرض : ب ، كان ارتفاع : ك د ، فيه اكثر .

فاذا زيد ا ب ، على : ب م ، اجتمع : ا م ، عرض : ا ، فان سامت الكوكب بلد : ب ، حتى صار الارتفاع فيه غير منسوب الى جهة كان : ا ب ، فضل ما بين الارتفاعين مزيدا على عرض بلد : ب ، ان كان هو المعلوم ومنقوصا من عرض بلد : ا ، ان كان هو ولنفرض الكوكب بعد هذا على : س ، ليكون ارتفاعه فى كلا البلدين من ناحية الشمال والفضل بين ارتفاعيه : ز ح ، المساوى لـ : ا ب ، فاذا كان بلد : ا ، معلوم العرض

(١) ابتداء شكل ٢٨ (٢) ج ، : ا ز ج (٣) ب ، ج : ا د .

و الارتفاع فيه : س ز ، اكثر من : س ح ، الارتفاع فى بلد : ب ، و نقص : ا ب ، من : ا م ، بقى : ب ، .

فان كان معلوم العرض بلد:ب، و الارتفاع فيه اقل ثم زيد الفضل على : ب م ، اجتمع : ا م ، فان سامت الكوكب بلدا كان الارتفاع فى بلد : ب ، شماليا ، و الفضل بين الارتفاعين : ا ب ، اعنى : ز ح ، فاذا نقص من عرض : ا ، أو زيد على عرض : ب ، ايهما كان المعلوم حصل عرض الآخر ثم نفرض الكوكب على : ط ، لتختلف الجهة فيكون ارتفاعه فى بلد : ا ط ج ، من ناحية الجنوب و فى بلد : ب ط ح ، من ناحية الشمال و : ا ب ، فضل ما بين العرضين مركب من تماميهما و هما : ا ط ، ب ط ، فاذا امتثل فيه ما تقدم حصل المطلوب و سواء جمعنا تمامى قوسين أو القينا مجموع القوسين انفسهما من نصف الدور .



(٣٨)

الباب العاشر فى معرفة الارتفاع فى فلك نصف النهار

اذا كان ميل الشمس معلوما فى نصف نهار يوم مفروض و بلد معلوم العرض، و اردنا معرفة اعظم ارتفاعها فيه يومئذ نظرنا الى جهة ميلها فان كان جنوبيا جمعنا الميل الى عرض البلد فيكون تمام ارتفاعها نصف النهار من جهة الجنوب.

و ان كان شماليا اخذنا فضل ما بينهما فيكون تمام ارتفاع نصف نهارها من جهة الجنوب ان كان الفصل لعرض البلد و من جهة الشمال ان كان الفضل للميل، و اذا نقصنا تمام الارتفاع من تسعين سواء بقى الارتفاع نفسه، و متى ساوى الميل عرض البلد كان الارتفاع تسعين سواء و لم ينسب الى جهة.

فان اريد اعظم انحطاطها تحت الارض نصف الليل فلانه مساو لارتفاع نصف نهار نظيرة درجتها اعنى الدرجة المقاطرة لها لكنه فى خلاف جهته، و انا نغير جهة ميل الشمس دون مقداره اعنى ان كان جنوبيا سميناه شماليا و بالعكس، ثم نستخرج به ارتفاع نصف النهار كما قدمنا و جهته فما حصل نبدل جهته دون مقداره فيكون انحطاط درجة الشمس تحت الارض.

و هكذا الحال فى الكواكب اذا عمل بابعادها عن معدل النهار ما عمل بميل الشمس ثم ينفصل عنها بمقايسة تمامات تلك الابعاد الى عرض البلد فالى كوكب سوى تمام بعده عن معدل النهار عرض البلد

ماس

ماس مداره الأفق فلم يطلع منه ولم يغرب فيه ومتى فضل عرض البلد على تمام بعده ثم كان البعد جنوبيا كان الكوكب فى ذلك البلد ابدى الخفاء، وان كان شماليا كان من الابدية الظهور وحصل أعظم ارتفاعيه بما ذكرناه .

فاما اصغرهما فيكون فضل ما بين تمام بعده ومن عرض البلد ومن احاط بما تقدم لم يخف عليه علل ذلك فلهذا أعرضنا عنها، ويتعذر وضع الأعمال الجزءية لجميع العروض الا ان يفرد واحد منها للمثال وقد جعلناه عرض بلد غزنة لمقاربة عروض بلدان مشهورة اياه كأصفهان بالجبل وبغداد بالعراق ودمشق بالشام .

ووضعنا فى هذا الجدول ارتفاع نصف النهار بها مع ساعات الايام المستوية وازمان ساعاتها المعوّجة فلينقص من بعد الدرجة من اول الحمل ابدا تسعون ويدخل الباقى فى سطر العدد فتؤخذ بازائه المطالب الثلاثة المذكورة .

لعرض غزنة

النصف الهابط	النصف الصاعد	الساعات المستويه			ازمان الساعات			ارتفاع نصف النهار		
		ساعات	دقائق	ثوانى	ازمان	دقائق	ثوانى	اجزاء	دقائق	ثوانى
ا	شنط	يد	يد	مز	يز	مح	كح[1]	عط	نط	مو
ب	شنح	يد	يد	مب	يز	مح	كج	عط	نط	ه
ج	شنز	يد	يد	له[2]	يز	مح	يج	عط	نز	نو
د	شنو	يد	يد	كد	يز	مح	٠	عط	نو	ك
ه	شنه	يد	يد	ى	يز	مز	مج	عط	ند	يز
و	شند	يد	يج	نو	يز	مز	كه	عط	ن	مو
ز	شنج	يد	يج	لد	يز	مو	لح	عط	مح	مط
ح	شنب	يد	يج	يا	يز	مو	كط	عط	مه	كد
ط	شنا	يد	يب	مز	يز	مو	نح	عط	ما	لب
ى	شنن	يد	يب	يج	يز	مه	كج	عط	لز	يج
يا	شمط	يد	يا	مز	يز	مه	مد	عط	لب	كح
يب	شمح	يد	يا	يب	يز	مد	٠	عط	كز	يو
يج	شمز	يد	ى	لو	يز	مد	يه	عط	كا	لز
يد	شمو	يد	ط	نط	يز	مج	كط	عط	له	لج
يه	شمه	يد	ط	نب	يز	مب	ل	عط	ط	ا
يو	شمد	يد	ح	كح	يز	ما	لو	عط	ب	ح
يز	شمج	يد	ز	ما	يز	م	و	عح	ند	ما

(١) ب : كج (٢) ب : يج (٣) ب ، ج : له .

يح	شمب	يد	و	نا	د	يز	لط	لج	ن	عح	مو	نج	ا
يط	شما	يد	ه	يح	ا	يز	لح	كز	لا	عح	لح	لح	نو
ك	شم	يد	ه	ب	كا	يز	لز	يز	نز	عح	كط	نط	يز[1]
كا	شلط	يد	د	د	ه	يز	لو	ه	ز	عح	ك	نه	يح
كب	شلح	يد	ج	ب	مو	يز	له	مح	كز	عح	ما	كز	د
كج	شلز	يد	ب	٠	كح	يز	لج	ل	لد	عح	ا	لد	ج
كد	شلو	يد	٠	نه	ا	يز	لب	ح	مو	عز	نا	يو	لز
كه	شله	يح	نط	مز	ى	يز	لا	مج	نز	عز	م	له	يح
كو	شلد	يح	نح	لز	ط	يز	كط	نو[2]	كو	عز	كط	ل	كو
كز	شلج	يح	نز	كد	نب	يز	كح	مو	ه	عز	يح	ب	يا
كح	شلب	يح	نو	ى	لز	يز	كو	لج	يو	عز	و	ى	مح
كط	شلا	يح	ند	نج	مح	يز	كه	لز	يه	عو	نج	نو	لح
ل	شل	يح	نج	لج	ح	يز	كج	ب	لط	عو	ما	ك	ا
لا	شكط	يح	نب	يد	د	يز	ك	يز	لو	عو	كح	كا	كب
لب	شكح	يح	ن	نب	ب	يز	يح	له	ج	عو	يه	٠	نا
لج	شكز	يح	مط	كز	يح	يز	يو	مط	ا	عو	ا	يح	مز
لد	شكو	يح	مح	٠	يح	يز	يه	ا	و	عه	مز	يه	لج
له	شكه	يح	مز	لب	لا	يز	يح	ى	لح	عه	لب	نا	كو
لو	شكد	يح	مه	ل	لب	يز	يا	يح	ى	عه	يح	و	ن
لز	شكج	يح	يح[1]	ل	مو	يز	ط	كج	كز	عه	ج	ب	د
لح	شكب	يح	ما	يز[1]	ل	يز	ز	كو	يح	يد	مز	يز	كط

لط

(١) ب نز (٢) ب : يو .

لط	شكا	يج[1]	لح	مه	نه	يز	ح	كا	كج	عد	يه	ن	لا		
م	شك	يج	لز	ز	نط	يز	ا	كب	يج	عد	نط	كج	لح		
ما	شيط	يج	له	كح	كو	يز	نط	ك	لج	عج	مب	مو	ح		
مب	شيح	يج	لج	ز	لب	يو	نز	يد	كه	عج	كه	مط	لو		
مج	شيز	يج	لب	ه	يه	يو	نه	و	لج	عج	ح	يج	لب		
مد	شيو	يج	ل	كب	له	يو	نب	نو	نط	عج	نا	.	يط		
مه	شيه	يج	كح	لو	لو	يو	ن	مه	لج	عب	لج	ى	ز		
مو	شيد	يج	كز[2]	ن	مه	يو	ح	لج	كو	عب	يه	ج	كا		
مز	شيج	يج	كه	ج	لب[3]	يو	مو	يط	كح	عب	نو	م	ك		
مح	شيب	يج	كج	يه	يج	يو	مد	د	ا	عا	لح	ا	لو		
مط	شيا	يج	كا	كه	مد	يو	ما	مز	ى	عا	يط	ز	لا		
ن	شى	يج	يط	له	ح	يو	لط	كح	نه	غا	.	يج	ح		
نا	شط	يج	يز	يج	لج	يو	لز	ط	كو	عا	م	لد	كج		
نب	شح	يج	يه	نا	يو	يو	لد	مط	و	ع	ك	نو	كا		
نج	شز	يج	يج	نز	نه	يو	لب	كز	كد	ع	ا	د	لا		
ند	شو	يج	يب	ج	له	يو	ل	د	كط	ع	م	نح	يج		
نه	شه	يج	يب	ج	له	يو	ل	د	كط	سط	م	نح	يج		
نو	شد	يج	لح	ح	نط	يو	كز	م	لو	سط	ك	م	ب		
نز	شج	يج	ح	يب	كز	يو	كه	يه	لد	سط	.	ح	مب		
نح	شب	يج	و	يه	نط	يو	كب	نط	ن	سح	لط	كد	مط		
نط	شا	يج	د	يج	كب	يو	ك	كب	نز	سح	يج	كط	مح		

(١) ب: يج، م، كب، كط، يز، ه، كج، ز، عد، لا، يج، كو (٢) ب: كو (٣) ب: لد.

س	ش	يج	ب	ك	يج	يو	يز	نه	يو	سز	كز	كا	مب																						
سا	رصط	يج	٠	كا	كب	يو	يه	كو	مج	سز	لو	ج	و																						
سب	رصح	يب	نح	كا	مح	يو	يب	نز	يه	سز	يد	لج	لط																						
سج	رصز	يب	نو	كا	نب	يو	ى	كز	ك	سو	يب	نج	مب																						
سد	رصو	يب	ند	كا	د	يو	ز	يو	كا	سو	لا	ج	مه																						
سه	رصه	يب	نب	ك	لط	يو	ه	كه[1]	مط	سو	ط	ج	نح																						
سو	رصد	يب	ن	يج	ج	يو	ب	نب	لد	سه	مو	نه	ب																						
سز	رصج	يب	مح	يا	مو	يو	٠	يد	مج	سه	كد	لز	يب																						
سح	رصب	يب	مو	يج	ز	يه	نز	مو	كد	سه	ب	ى	لج																						
سط	رصا	يب	مد	ط	نه	يه	نه	يب	كد	سد	لط	له	مح																						
ع	رص	يب	مب	و	يج	يه	نب	لز	مو	سد	يو	يج	نط																						
عا	رفط	يب	م	ب	يط	يه	ن	ب	ند	سج	ند	ج	كا																						
عب	رفح	يب	لز	نز	نه	يه	مز	كز	كد	سج	لا	و	كد																						
عج	رفز	يب	له	يج	يج	يه	مد	نا	لب	سج	ح	ب	مب																						
عد	رفو	يب	لج	مح	يب	يه	مب	يه	يو	سب	مد	نب	مه																						
عه	رفه	يب	لا	مب	م	يه	لط	لح	ك	سب	كا	لز	نب																						
عو	رفد	يب	كط	از	ج	يه	لز	ا	يج	سا	نح	يه	كد																						
عز	رفج	يب	كز	لا	يد	يه	لز[2]	كد	ب	سا	لد	مح	مو																						
عح	رفب	يب	كه	كه	يج	يه	لا	مو	لا	سا	يا	يز	يج																						
عط	رفا	يب	كج	لح	نا	يه	كط	ح	لد	س	مز	ما	كز																						
ف	رفب	يب	كا	يب	كج	يه	كو	ل	كط	س	كد	ا	كح																						

(١) ب : كط (٢) ب : لد .

فا	رعط	يب	يط	ه	لج	يه	كج	نا	نو	س	٠	يز	نب
فب	رعح	يب	يو	يح	لح	يه	كا	يح	يح	نط	لو	ل	ند
فج	رعز	يب	يد	نا	لط	يه	يح	لد	لز	نط	نب	م	ند
فد	رعو	يب	يب	مد	كا	يه	يه	يه	لط	نخ	مح	مخ	لا
فه	رعه	يب	ى	لز[1]	يج	يه	يج	يو	لب	نخ	كد	يج	مز
فو	رعد	يب	ح	كط	نز	يه	ى	لز	كو	نخ	٠	يز	يه
فز	رعج	يب	و	كب	لا	يه	ز	يح	ط	نز	لو	نط	يح
فح	رعب	يب	د	يه	٠	يه	ه	لح	مه	نز	يج	٠	و
فط	رعا	يب	ب	ز	ط	يه	ب	لح	نو	نو	مط	٠	يد
ص	رع	يب	ه	٠	٠	يه	٠	٠	٠	نو	كه	٠	٠
صا	رسط	يا	نز	نب	نا	يد	نز	كا	ج	نو	٠	نط	مو
صب	رسح	يا	نه	مه	٠	يد	ند	ما	يه	نه	لو	نط	ند
صج	رسز	يا	نج	لز	كط	يد	نب	ا	نا[2]	نه	يج	٠	مو
صد	رسو	يا	نا	ل	د	يد	مط	كب	لد	ند	مط	ب	مه
صه	رسه	يا	مط	ك[3]	مز	يد	مو	مج	كح	ند	كه	و	يج
صو	رسد	يا	يز	يه	لط	يد	مد	د	كا	ند	ا	يا	كط
صز	رسج	يا	مه	ح	كا	يد	ما	كه	كو	نج	لز	يط	و
صح	رسب	يا	مج	ا	كب	يد	لح	ما	مب	نج	يج	يط	و
صط	رسا	يا	م	يد	كز	يد	لو	ح	د	نب	مط	يب	كح
ق	رس	يا	لح	مز	لز	يد	لج	كط	لا	نب	كه	يح	لب
قا	رنط	يا	لز	ما	ط	يد	ل	نا	كو	نب	ب	يح	لج

(١) ب : لد (٢) ب : يا (٣) ب : كب .

قيب	ورخ	يا	له	له	مز	يد	كح	يج	كط	نا	طح	ب	ب
قبح	ورز	يا	لب	كح	هو	يد	كه	له	يج	نا	يط	يا	يد
قط	ونو	يا	ل	كب	نز	يد	كب	يج	ب	ن	يا	هـ	لو
قه	ونه	يا	كح	نح	ك	يد	ك	كا	م	ن	كح	كج	ح
قو	وند	يا	كو	يا	ح	يد	نح	هـ	هـ	ن	ه	نز	يه
قز	ونج	يا	كد	و	مز	يد	يه	ح	كح	ط	ط	نز	يج
قح	ورب	يا	كب	ب	ه	يد	يب	لب	لو	ط	يج	يج	لو
قط	ورنا	يا	يط	نز	ط	يد	ط	نز	لو	ح	نه	لو	لط
قى	ورن	يا	يد	يج	مز	يد	ز	كب	يو	ح	لج	و	ا
قيا	ورط	يا	يه	نه	ه	يد	د	مز	لو	ح	ى	كد	يب
قيب	ورح	يا	يج	هو	يج	يد	ب	يج	يا	مز	مز	يط	كز
قيح	ورز	يا	يا	ح	يد	ج	نط	مه	لط	مز	كه	كب	ح
قيد	ورو	يا	ط	ما	يز	يج	نز	ز	م	مز	ج	د	نح
قيه	وره	يا	ز	لط	كا	يج	ند	لد	يا	مو	م	نو	ب
قيو	ورد	يا	ه	لح	نو	يج	نب	ج	لط	مو	يج	نو	يه
قيز	ورج	يا	ج	لح	ح	يج	مط	لب	م	مه	نز	و	يج
قيح	ورب	يا	ا	لح	يب	يج	هو	ب	مه	مه	له	كو	كا
قبط	ورا	ى	نط	لح	لح	يج	مد	لج	نز	مه	يج	نو	ند
قك	ورم	ى	نو	لط	مز	يج	مب	د	مد	مه	نب	لح	يج
فكا	ولط	ى	نه	ما	لح	يج	لط	ز	ج	مد	لا	ل	يب
فكب	ولح	ى	نج	مد	ح	يج	لز	ى	ى	مد	ى	له	يا

(١) ب: و (٢) ب: لو.

قكج	ر لز	ى	نا	مز	لج	يج	لد	مد	كو	يج	مط	نا	مخ										
قكد	رلو	ى	مط	نا	ما	يج	يب	لط	كد	يج	كط	لط	يج										
قكه	ر له	ى	مز	نو	كه	يج	كط	نه	لا	يج	ط	ا	يز										
قكو	رلد	ى	مو	ب	ه	يج	كز	لب	لو	مب	مج	نه	كط										
قكز	ر لج	ى	مد	ح	مد	يج	كه	ى	نه[1]	مب	كط	ج	لط										
قكح	رلب	ى	مب	يو	كز	يج	كب	ن	لد	مب	ط	كه	لز										
قكط	ر لا	ى	م	كد	نب	يج	ك	لا	ه	ما	مح	ا	لب										
قل	ر ل	ى	لح	لد	يو	يج	لح	يب	ن	ما	ل	يب	كط										
قلا	ر كلا	ى	او	مد	مز	يج	يه	نه	نط	ما	يا	يح	كد										
قلب	ركح	ى	لد	نو	كو	يج	يج	م	لب	م	يج	يط	م										
قلج	ر كز	ى	لج	ط	يه	يج	يا	كو	لد	م	لد	نو	لط										
قلد	ر كو	ى	لا	كج	لد	يج	ط	يد	كز	م	يو	مط	يج										
قله	ر كه	ى	كط[1]	لز	كه	يج	ز	ج	ا	لط	يح	نط	ما										
قلو	ر كد	ى	كز	لد	مه	يج	د	نج	كز	لط	ما	كو	كح										
قلز	ر كج	ى	كو	يب	مح	يب	ب	مه	له	لط	كد	ى	كد										
قلح	ركب	ى	كد	لا	لد	يب	.	لط	لز	لط	ز	يج	نب										
قلط	ر كا	ى	كب	نب	ا	يب	نح	له	ب	لح	ن	لا	ك[2]										
قم	ر ك	ى	كا	يد	ه	يب	نو	لح	لز	لح	لد	ط	كط										
قما	ريط	ى	يط	لز	لا	يب	ند	لا	نج	لح	يح	و	لد										
قمب	ريح	ى	يح	ب	ل	يب	نب	لج	ز	لح	ب	كب	لا										
قمج	ريز	ى	لو	كط	يد	يب	ن	لو	لج	لز	مو	نز	نو										

(١) ب : ند (٢) ب : كب .

قمد	ر	يو	ى	يد	يز	كح	يب	مح	ما	ن	لز	لا	يج	ى
قمه	ر	يه	ى	يج	كز	كط	يب	هو	يط[1]	كب	لز	يز	ح	لد
قمو	ر	يد	ى	يا	نط	ز	يب	مد	يج	نط	لز	ب	مد	كز
قمز	ر	يج	ى	ى	كب	مز	يب	مج	ى	نط	لو	مح	ما	يج
قمح	ر	يب	ى	ط	ز	يح	يب	ما	كد	نو	لو	لد	نط	ط
قمط	ر	يا	ى	ز	مه	نو	يب	لا	مب	كد	لو	كا	لح	لح
قن	ر	ى	ى	و	كا	نب	يب	لز	نز	كا	لو	ح	لط	لح
قنا	ر	ط	ى	ه	و	يب	يب	لز	كب	مه	له	يو[2]	ج	كب
قنب	ر	ح	ى	ج	مط	كج	يب	لز	هو	مد	له	مج	مط	يب
قنج	ر	ز	ى	ب	له	ح	يب	لج	يج	نه	له	لا	نز	مط
قند	ر	و	ى	ا	كب	نا	يب	لا	مج	لد	له	ك	كط	لد
قنه	ر	ه	ى	ه	يب	ن	يب	ل	يو	ج	له	ط	كو	مب
قنو	ر	د	ط	نط	د	نط	يب	لح	نا	يد	لد	نح	مج	كج
قنز	ر	ج	ط	نز	نط	لب	يب	كز	كط	كو	لد	مح	كه	نز
قنح	ر	ب	ط	نو	نز	يد	يب	كو	يا	لج	لد	لح	لب	نو
قنط	ر	ا	ط	نه	نه	نه	يب	كد	ند	يج	لد	كط	ج[3]	مو
قس	ر		ط	ند	نز	لط	يب	كج	مب	ج	لد	ك	.	ج
قسا	قصط		ط	ند	ا	نط	يب	كب	لب	كط	لد	يا	كا	د
قسب	قصح		ط	يج	ج	نو	يب	كا	كو	ى	لد	ج	و	نط
قسج	قصز		ط	نب	يج	كز	يب	ك	كج	د	لح	نه	يج	لو
قسد	قصو		ط	نا	لا	ه	يب	يط	كج	نب	لح	مز	نا	مز

(١) ب : مط (٢) ب : لو (٣) ب : د .

قسه	قصه	ط	ن	مز	لب	يب	يح	كط	كه	لج	م	يح	لا
قسو	قصد	ط	ن	٠	كب	يب	يز	ل	كز	لج	لد	كو	مه
قسز	قصح	ط	مط	كج	كح	يب	يو	مد	ك	لج	كح	كب	يط
قسح	قصب	ط	مح	مز	مه	يب	يه	نط	ما[1]	لج	كب	مج	مب
قسط	قصا	ط	مح	مح	كح	يب	يه	نه	له	لج	يز	لا	كز
قع	قص	ط	مز	كه	[2]يح	يب	يد	لو	لا	لج	يب	مو	ج
قعا	قفط	ط	مز	[3]ج	نز	يب	يد	ا	يا	لج	ح	كز	كد
قعب	قفح	ط	مو	مح	ط	يب	يج	ل	يب	لج	د	له	كط
قعج	قفز	ط	مو	كه	د	يب	يج	ا	ك	لج	ا	ى	ما
قعد	قفو	ط	مو	ج	يح	يب	يب	لد	د	لب	نط	يج	ج
قعه	قفه	ط	مه	[4]يط	ب	يب	يب	يو	يز	لب	نه	مب	ما
قعو	قفد	ط	مه	له	لو	يب	يا	نط	يز	لب	نج	لط	يه
قعز	قفج	ط	مه	كد	ن	يب	يا	مو	ج	لب	نب	ج	كز
قعح	قفب	ط	مه	بز	كد	يب	يا	لو	مه	لب	ن	يد	نب
قعط	قفا	ط	مه	يب	ن	يب	يا	لا	ب	لب	ن	يج	مج
قف	قف	ط	مه	يا	يط	يب	يا	كا	ط	لب	ن	٠	٠

(١) ب : كا (٢) ب : يج (٣) ب : يب (٤) ب : مط .

الباب الحادى عشر فى معرفة ظل نصف النهار

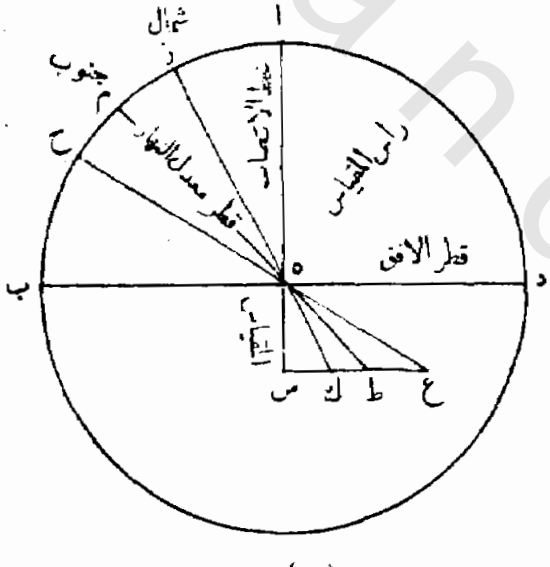
ينبغى ان يتصور طرف المقياس رأسا مشتركا لمخروطين متقابلين فى الوضع قاعدتاهما كل مدارين متساويى البعد عن معدل النهار نحو جهتين لان الشمس اذا دارت فى احد هذين المدارين رسّم شعاعها الذى بين رأس المقياس و بينهما كالخط الواصل بينهما مخروطا يسمى مخروط الشعاع ، فاذا مرّ على استقامته بلغ محيط المدار الآخر النظير لكون رأس المقياس بقوّة مركز العالم، و لهذا يحصل منه مخروط يسمى مخروط الظل، و سطح الافق يقطعهما على محيطى قطعين متقابلى الوضع من قطوع المخروط زائدين فلهذا يرسم طرف الظل فى معمورة الارض طول النهار قطعا زائدا سهمه خط نصف النهار و طرف ظل نصف النهار منته الى رأسه، فلذلك صار اقصر الاظلال فى اليوم .

و اما فيما عدا المعمورة فى العروض التى لايقصر عن تمام الميل الأعظم نحو ناحية الشمال فان طرف الظل يرسم فيها قطعا مكافيا و نواقص مع الزوائد و دوائر هى بالحقيقة متصلة للكوكب[1] و لكن شرح ذلك بالتفصيل يفضى الى فنٍّ لسنا فيه الآن ، و قد تقدم من معرفة ظل كل ارتفاع، ثم معرفة ارتفاع نصف النهار و ما انزاحت به العلّة من ظله و اوجب الاقتصار على ما تقرر من اقتصاص خواصه، فان اريد فضل ما بين ظل نصف النهار فى بلد مفروض و بين ظل الاستواء فيه و هو ابدا نحو الشمال لانه فى خط الاستواء معدومٌ و عروض

(١) من ج ، وفى ب ، و : كالكوكب .

البلاد فى الربع المسكون شمالية عنه فتماماتها ارتفاعات معدل النهار فيها من ناحية الجنوب فرؤوس اظلالها اذن نحو الشمال .

(١) فليكن اب ج[٢] د ، فلك نصف النهار و : ب ه د ، قطر الافق فيه و : ا ، سمت الرأس و : ه س ، المقياس عمودا على الافق و عرض البلد : ا م ، ونخرج : م ه ط ، فيكون : ط س ، ظل الاستواء المحفوظ اصلا للبلاد كعروضها و نفرض : م ز ، ميل الشمس شماليا و نخرج : ز ه ك ، فيكون : ك س ، ظل نصف النهار و : ط ك ، نقصانه عن ظل الاستواء و فى مثلث : ه ط ك ، زاوية : ك ط ه ، بمقدار تمام عرض البلد لانها مساوية لزاوية ز ه ب ، الخارجة و زاوية : س[٣] ه ك ، بمقدار ميل : ا ز ، للتقابل ، و جيب زاوية : ه ك ط ، ه ك س ، شئ واحد ، لكن زاوية : ه ك س ، بمقدار ارتفاع نصف النهار و نسبة جيبها الى جيب زاوية : ك ه س ، تمام ارتفاع نصف النهار كنسبة : ه ط ، قطر ظل الاستواء الى : ط ك ، نقصان الظل فهو اذن معلوم .



(٣٩)

و نفرض ايضا : م ح ، ميل الشمس جنوبيا و نخرج : ح ه ع ، فيكون س ع ، ظل نصف النهار و : ع ط ، زيادته على ظل الاستواء و نسبة جيب

(١) ابتداء شكل : ٣٩ (٢) كذا و لا وجود لخ فى الشكل فليتأمل (٣) ب ، ج : ط ه ك .

زاوية : ه ع ط ، الذى بمقدار ارتفاع نصف النهار الى جيب زاوية ع ه ط ، التى للميل كنسبة : ه ط ، قطر ظل الاستواء الى : ع ط ، زيادة الظل و هى معلومة .

و حسابه

٥ ان نضرب قطر ظل الاستواء فى جيب ميل الشمس و نقسم المجتمع على جيب ارتفاع نصف النهار فما خرج فهو فضل الظل فان كان الميل شماليا نقص هذا الفضل من ظل الاستواء ، و ان كان الميل جنوبيا زيد هذا الفضل على ظل الاستواء فيحصل بعد الزيادة و[1] النقصان ظل نصف النهار .

١٠ و قد وضعناه فى هذا الجدول لبلد غزنة فمتى نقص من بعد درجة الشمس لنصف نهار اليوم عن اول الحمل تسعون درجة ابداً و ادخل بالباقى فى سطرى العدد وجدنا بازائه نوعا الظل لنصف النهار .

و هذا هو الجدول

(١) ب ، ج : او .

ظل نصف النهار لعرض غزنة

النصف الهابط	النصف الصاعد	الظل المستوى				الظل المعكوس			
		السابع	دقائق	ثوانى	ثوالث	اجزاء	دقائق	ثوانى	ثوالث
ا	شنط	ب	ز	•	يج	ه	م	ط	كد
ب	شنح	ب	ز	ط	يج	ه	لط	مو	لد
ج	شنز	ب	ز	كج	يب[1]	ه	لط	يا	لد
د	شنو	ب	ز	يز	يب	ه	لح	م	ا
ه	شنه	ب	ح	يا	لد	ه	لح	ه	ز
و	شند	ب	ح	يز	ى	ه	له	كه	يط
ز	شنج	ب	ط	لب	لح	ه	لد	له	يا
ح	شنب	ب	ى	و	نح	ه	لب	لج	كط
ط	شنا	ب	ى	نز	ند	ه	ل	لج	يط
ى	شن	ب	يا	يج	يو	ه	كح	يز	ه
يا	شمط	ب	يب	نو	و	ه	كه	مو	مه
يب	شمح	ب	يد	يد	مه	ه	كج	ب	يو
يج	شمر	ب	يه	يو	و	ه	ك	ج	نه
يد	شمو	ب	يو	له	ج	ه	يو	نا	يح
يه	شمه	ب	يز	نط	نه	ه	يج	كه	لو
يو	شمد	ب	يط	كط	لج	ه	ط	نو	ج
يز	شمج	ب	كا	ك[2]	مج	ه	و	كا	ز

(١) ب : نب (٢) ب : و .

يح	شمب	ب	كب	مح	يج	ه	ز	نو	كب						
يط	شما	ب	كد	يو	يح	د	ند	لك	يج						
ك	شم	ب	كو	ل	د	د	نه	لج	ل						
كا	شلط	ب	كح	كح	م	د	نا	له	كج						
كب	شلح	ب	ل	لب	له	د	مح	ج	كج						
كج	شلز	ب	لب	ما	نو	د	مح	د	مو						
كد	شلو	ب	لد	نز	كز	د	لط	ط	ند						
كه	شله	ب	لز	يح	كج	د	له	ج	مط						
كو	شلد	ب	لط	مد	كح	د	ل	يح	مج						
كز	شلج	ب	م	يه	مب	د	كو	م	ح						
كح	شلب	ب	مد	يب[1]	ب	د	كب	يب	مج						
كط	شلا	ب	مز	لد	٠	د	يو	نو	كا						
ل	شل	ب	ن	كا	لو	د	يج	نه	ط						
لا	شكط	ب	نج	يد	ج	د	ى	كا	مو						
لب	شكح	ب	نو	يا	كو	د	ه	كز	مج						
لج	شكز	ب	نط	يج	لا	د	ا	د	ه						
لد	شكو	ج	ب	كا	مح	ج	ز	ه	مد						
له	شكه	ج	د	يز	يد[2]	ج	نج	د	نب						
لو	شكد	ج	ح	نب	له	ج	مط	لز	نط						
لز	شكج	ج	يب	يد	مج	ج	مد	مو	ح						
لح	شكب	ج	يه	مب	نج	ج	م	مد	مد						

(١) ب: نب (٢) ب: ند .

لط	شكا	ج	يط	كج	كا	ج	لز	ب	مز		
م	شك	ج	كب	يج	٠	ج	لج	ز	نه[1]		
ما	شيط	ج	كو	لد	لب	ج	كط	ز	ند[2]		
مب	شيح	ج	ل	كب	نو	ج	كه	ل	مح		
مج	شيز	ج	لد	يد	لب	ج	كا	ن	لط		
مد	شيو	ج	لح	ى	لد	ج	يح	و	يز		
مه	شيه	ج	مب	يا	ن	ج	يد	ل	مط		
مو	شيد	ج	مو	يج	يو	ج	يا	د	ه		
مز	شيج	ج	ن	كح	لا	ج	ز	له	ى		
مح	شيب	ج	ند	مج	ب	ج	د	ه	ا		
مط	شيا	د	٠	ك	لج	ج	٠	ن	يز		
ن	شى	د	ج	كز	ك	ب	نز	لز[2]	يج		
نا	شط	د	ز	ما	كز	ب	ند	كه	يد		
نب	شح	د	يب	كط	مب	ب	نا	مب	كح		
نج	شز	د	يد	ز	كب	ب	مح	د	يط		
ند	شو	د	كا	مح	يح	ب	مه	ا	ب		
نه	شه	د	كو	كج	ب	ب	مب	ح	كد		
نو	شد	د	لا	كو	يج	ب	لط	يه	يد		
نز	شج	د	لو	ك	نو	ب	لو	نط	لج		
نح	شب	د	ما	كج	لد	ب	لج	لز	مه		
نط	شا	د	مو	كه	له	ب	ل	نه	ل		

(١) ب : يد (٢) ب : لد.

س	ش	د	نا	ل	لز	ب	كح	لط	ى
سا	رصط	د	نو	مو	٠	ب	كه	ح	يط
سب	رصح	ه	ب	ب	نه	ب	كج	نز	كج
سج	رصز	ه	ل[1]	كج	كط	ب	ك	لد	يه
سد	رصو	ه	يب	مط	مج	ب	يج	ى	كد
سه	رصه	ه	يج	ك	و	ب	يه	مه	كح
سو	رصد	ه	كج	نب	كو	ب	يج	كو	و٠
سز	رصج	ه	كط	كه	كز[2]	ب	نا	ى	كد
سح	رصب	ه	لد	نز	كح	ب	ح	يج	مج
سط	رصا	ه	ح	يط	يد	ب	و	مد	نه
ع	رص	ه	مو	مط	كا	ب	د	لو	مب
عا	رفط	ه	نب	نج	يط	ب	ب	كط	نج
عب	رفح	ه	نح	نج	كه	ب	٠	يط	ج
عج	رفز	و	د	مه	يو	ا	نح	كز	مد
عد	رفو	و	ى	يج	ج	ا	نو	لا	ز
عه	رفه	و	يز	د	لز	ا	ند	لو	مج
عو	رفد	و	كج	يج	يج	ا	نب	مب	لز[3]
عز	رفج	و	كط	لط	ما	ا	ن	ند	لو
عح	رفب	و	له	كح	يط	ا	مط	و	ل
عط	رفا	و	مب	ل	كا	ا	مز	كا	كد
ف	رف	و	مط	ب	مج	ا	مه	لط	ط

(١) ب: ز (٢) ب: كو (٣) ب: لو .

فا	رعط		و	نه	لو	له	ا	مج	نز	م
فب	رعح		ز	ب	يط	يج	ا	مب	يط	نج
فج	رعز		ز	ط	ب	لا	ا	م	مب	يج
فد	رعو		ز	يه	ن	ل	ا	لط	ح	كح
فه	رعه		ز	كب	مد	نط	ا	يو[1]	لو	مج
فو	رعد		ز	كط	لز	نب	ا	يط	د	نز
فز	رعج		ز	لو	م	نز	ا	مب	لب	مج
فح	رعب		ز	مج	مد	نا	ا	ح	ى	ما
فط	رعا		ز	ن	يج	ط	ا	لو	مه	لب
ص	رع		ز	نح	و	يج	ا	د[2]	كج	ا
صا	رسط		ح	ه	ك	مو	ا	كط	٠	كح
صب	رسح		ح	يب	مد	كب	ا	كز	مب	ز
صج	رسز		ح	ك	ح	يا	ا	كو	كج	مط
صد	رسو		ح	كز	نه	لح	ا	كه	ز	يط
صه	رسه		ح	له	ى	لط	ا	كج	نب	نو
صو	رسد		ح	مب	مد	ج	ا	كب	لح	م
صز	رسج		ح	ن	لز	مو	ا	كا	كز	ن
صح	رسب		ح	نح	يا	يج	ا	ك	مز[3]	يز
صط	رسا		ط	ه	نه	مد	ا	يط	ى	كه
ق	رس		ط	يج	يب	ند	ا	يح	٠	له
قا	رنط		ط	كا	مه	كو	ا	يز	ند	لط

(١) ب : لز (٢) ب : ل (٣) ب : يز.

قب	رنح	ط	كط	مح	كا	١	يه	ن	يه
قج	رنز	ط	لب	ز[1]	مز	١	يد	مو	ما
قد	رنو	ط	مه	نو	نز	١	يج	مد	يه
قه	رنه	ط	ند	ى	لب	١	يب	مج	مج[2]
قو	رند	ى	ب	كا	ا	١	يا	مج	لد
قز	رنج	ى	ى	ما	يط	١	ى	مه	لد
قح	رنب	ى	يط	يز	ب	١	ط	مو	له
قط	رنا	ى	كز	لا	لا	١	ح	ن	نا
قى	رن	ى	له	يه	نب	١	ز	يز	ى
قيا	رمط	ى	مد	نج	ما	١	ز	ج	ا
قيب	رمح	ى	نب	نح	يح	١	و	ى	يو
قيج	رمز	يا	ا	مط	نب	١	ه	يح	مو
قيد	رمو	يا	ى	يج	كج	١	د	كز	لو
قيه	رمه	يا	يط	٠	ج	١	ج	لح	كج
قيو	رمد	يا	كز	مه	كو	١	ب	مط	مو
قيز	رمج	يا	لو	كط	يو	١	ب	ا	مد
قيح	رمب	يا	مه	كد	ل	١	ا	يه	لج
قيط	رما	يا	ند	يز	مط	١	٠	كط	مد
قك	رم	يب	ج	مد	يط	٠	نط	مد	يا[2]
قكا	رلط	يب	يب	ح	يط	٠	نط	ا	كا
قكب	رلح	يب	كا	د	ج	٠	نح	لح	يو

(١) ب: ن (٢) ب: ج (٣) ب: نا .

قكج	رلز	يب	ل	ج	نط	.	نز	لو	يز
قكد	رلو	يب	لط	ح	كا	.	نو	مه	كو
قكه	رله	يب	ح	و	يج	.	نو	يه	ا
قكو	رلد	يب	نز	يا	ج	.	نه	له	ح
قكز	رلج	يج	و	يج	يه	.	ند	نز	لز
قكح	رلب	يج	يج	لط	كط	.	ند	يط	لز
قكط	رلا	يج	كد	نب	كو	.	نج	م	نط[1]
قل	ر ل	يج	ح	ل[2]	يج	.	نج	ز	ه
قلا	ركط	يج	مب	لج	يا	.	نب	لا	مز
قلب	ركح	يج	نا	لد	مد	.	نا	نز	كا
قلج	ركز	يد	ه	مب	لا	.	نا	كد	يب
قلد	ركو	يد	ط	مب	يد	.	ن	نا	نه[3]
قله	ركه	يد	ح	لد	نط	.	ن	يج	نط
قلو	ركد	يد	كز	م	يو	.	مط	مح	د
قلز	ركج	يد	لو	لو	لط	.	مط	يز	مد
قلح	ركب	يد	مه	كب	نو	.	مح	مز	نو
قلط	ركا	يد	ند	يد	نه	.	مح	يط	ا
قم	رك	يه	ح	ه	م	.	مز	نا[4]	ب
قما	ريط	يه	يا	مو	ط	.	مز	لج	لو
قمب	ريح	يه	ك	يو	كو	.	مو	نز	ما
قمج	ريز	يه	كح	نه	لب	.	مو	ل	نو

(١) ب: يط (٢) ب: يب (٣) ب: يه (٤) ب: يا.

قمد	ر يو	يه	لد[1]	كز	ل	.	مو	ه	نا
قمه	ر يه	يه	مه	مو	نز	.	مه	ما	يط
قمو	ر يد	يه	يج	نه	كج	.	مه	يز	كا
قمز	ر يج	يو	ب	ى	يد	.	مد	ند	كز
قمح	ر يب	يو	ى	يو	ند	.	مد	لب	يه
قمط	ر يا	يو	يج	كد	كج	.	مد	ى	لح
قن	ر ى	يو	كب	نا	نا	.	مج	مط	لو
قنا	ر ط	يز	لج	كو	مب	.	مج	كط	يط
قنب	ر ح	يز	ما	د	نط	.	مج	ط	يط
قنج	ر ز	يز	مح	كب	لط	.	مب	يا	يه
قند	ر و	يز	نه	لب	يب	.	مب	لج	ح
قنه	ر ه	يز	ب	كه	يب	.	مب	يه	لز
قنو	ر د	يز	ط	مه	يب	.	ما	يج[2]	مز
قنز	ر ج	يز	يه	مط	ى	.	ما	مب	نه
قنح	ر ب	يز	كب	يو	كج	.	ما	كز	م
قنط	ر ا	يز	نه	كز	كب	.	ما	يج	٣٠
قس	ر	يز	لد	كج	ج	.	م	نط	د
قسا	قصط	يز	م	ا	نو	.	م	له	مد
قسب	قصح	يز	مه	كد	لب	.	م	مج	نه
قسج	قصز	يز	ن	م	ج	.	م	كا	ى
قسد	قصو	يز	نه	مز	كج	.	م	ط	نز

(١) ب : لز (٢) ب : نح (٣) ب : د .

قسه	قصه	يح	٠	لا	لد	٠	لط	نط	له		
قسو	قصد	يح	٥	٠	لح	٠	لط	مط	مه		
قسز	قصج	يح	ط	يا	لد	٠	لط	م	لو		
قسح	قصب	يح	يج	د	كه	٠	لط	لب	و		
قسط	قصا	يح	يد	لط	ح	٠	لط	كد	يو		
قع	قصن	يح	يط	نه	كد	٠	لط	يز	و		
قعا	قفط	يح	كب	يج	يه	٠	ح	ى	لو		
قعب	قفح	يح	كه	لب	مد	٠	لح[1]	د	مز		
قعج	قفز	يح	كز	يج	لج	٠	لح	نط	لط		
قعد	قفو	يح	كط	يو	يد	٠	لح	نو	مج		
قعه	قفه	يح	لا	مح	مط	٠	لح	نا	لج		
قعو	قفد	يح	لج	يح	يج	٠	لح	مح	لب		
قعز	قفج	يح	لد	كز	يح	٠	لح	مو	يا		
قعح	قفب	يح	له	كا	مد	٠	لح	مد	ل		
قعط	قفا	يح	له	مز	لو	٠	لح	مج	كط		
قف	قف	يح	له	نز	لج	٠	لح	مج	ط		

(١) ب : لط .

الباب الثانى عشر فى سعة المشارق والمغارب واستخراجها ومعرفة عرض البلد منها

اذا أردنا سعة مشرق درجة فى بلد معلوم العرض قسمنا جيب ميل تلك الدرجة على جيب تمام عرض البلد فيخرج جيب سعة مشرق الدرجة أو مغربها فى جهة ميلها و تساويها سعة مشرق نظيرتها ومغربها فى خلاف جهة هذا الميل فان كان الميل الأعظم كانت هذه سعة مشرق المنقلب و يوصف بالكلى فان كانت مفروضة فى بلد و اريد سعة مشرق درجة غير المنقلب ضربنا جيب ميل الدرجة فى جيب سعة المشرق الكلى و قسمنا المجتمع على جيب الميل الأعظم فيخرج جيب سعة مشرق الدرجة و معلوم فى عكسه ان سعة مشرق الدرجة المفروضة اذا كانت معلومة واريد منها عرض البلدفانا نقسم جيب ميلها على جيب سعة مشرقها فيخرج جيب تمام عرض البلد و العمل لسعة مشارق الكواكب مطرد على ما ذكرنا اذا استعملت ابعادها عن معدل النهار يدل[2] ميل الدرجة .

ثم نقول لتقرير الحال و ايضاحه ان الافق ينقسم بفلك نصف النهار الى نصفين يكون الشروق من احدهما و الاول فى الآخر و وسطه نصفه الاول يسمى قلب المشرق و مشرق الاعتدال او الاستواء و وسط النصف الآخر يسمى قلب المغرب و مغرب الاعتدال او الاستواء و عليهما ممر معدل النهار دائما لكن معدل النهار يقسم الأفق الى

(١) ب : ميلها (٢) ب ، ج : بدل .

نصفين

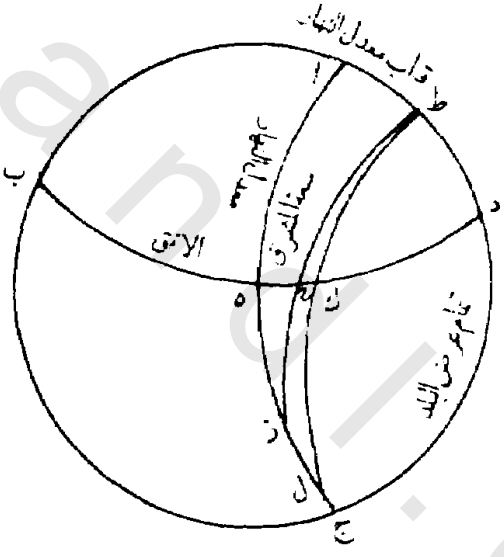
نصفين ينسب احدهما الى الشمال و الآخر الى الجنوب فصفات ارباع الأفق اذن مركبة منهما لتداخلهما فالذى بين المشرق و الشمال شرقى شمالى و منه طلوع ذوات الميول و الابعاد الشمالية .

و الذى بين الشمال و المغرب غربى شمالى و فيه افولها و الذى بين المغرب و الجنوب غربى جنوبى و فيه مغيب ذوات الميول و الابعاد الجنوبية والذى بين الجنوب و المشرق شرقى جنوبى ومنه طلوعها، ولان الافق فى خط الاستواء مار على قطبى الكل فان المشارق و المغارب تتباعد فيه عن مطلع الاعتدال و مغربه بقدر الميول و اما فى الافاق التى يرتفع فيها القطب فان هذه الابعاد تفضل على الميول دائما و تزداد على ازدياد العرض اتساعا الى ان تبطل المنقلبين فى العرض المساوى لتمام الميل الأعظم بالتقاء مشرقهما مع مغربهما و لعلة الأعمال المتقدمة

(١) فليكن : ا ب ج د ، فلك نصف النهار و : ا ه ج ، نصف معدل النهار على قطب : ط و ، ب ه د ، الافق فنقطة : ه ، مطلع الاعتدال و ليطلع درجة او كوكب على نقطة : ح ، و نجيز عليها دائرة : ط ح ز ، فيكون : ح ز ، ميلها و : ح ه ، سعة مشرقها و نسبة جيب : ح ه ، الى جيب : ح ز ، و جيب : ه ك ، الى جيب : ك ل ، هى كنسبة جيب : ه د ، الربع الى جيب : د ج ، فلتساويهما تكون نسبة جيب : ه ح ، الى جيب : ح ز ، تمام عرض البلد و : ه ح ، سعة المشرق معلومة او ان كانت مفروضة فان : د ج تمام العرض و يكون معلوما .

(١) ابتداء شكل ٤٠ .

لنفرض ايضا نقطة : ك ، لطلوع المنقلب و نجيز عليها : ط ك ل ؛ فيكون : ك ل ، الميل الاعظم و : ك ه ، سعة المشرق الكلى وكل واحدة من نسبتى جيب : ه ح ، الى جيب : ح د ، و جيب : ه ك ، الى جيب : ك ل ، هى كنسبة جيب : ه د ، الى جيب : د ج ، فلتساويهما تكون
٥ نسبة جيب : ه ح ، سعة المشرق الجزءى الى جيب : ه ك ، سعة المشرق الكلى كنسبة جيب : ح ز ، الميل الجزءى الى جيب : ك ل ، الميل الأعظم الكلى و ذلك ما اردنا ان نبيّن .



(٤٠)

الباب الثالث عشر فى معرفة السمت من قبل الارتفاع

اذا أردنا سمت ارتفاع مفروض للشمس أو لغيرها من الكواكب حصّلنا جيب سعة مشرقه و جيب تمام ارتفاع نصف نهاره[1] و جهتيهما فان كان ارتفاع نصف النهار و سعة المشرق معاً فى جهة واحدة من الشمال او الجنوب اخذنا فضل ما بين الجيبين و ان كانا مختلفى الجهتين جمعنا الجيبين و ان عدم احدهما استعملنا الآخر كما هو بان نضربه او الحاصل من الجمع و الفضل و ليسم ضلعا فى جيب الارتفاع المفروض فى الوقت و نقسم المجتمع على جيب ارتفاع نصف نهاره[1] فما خرج نجمعه الى جيب سعة المشرق ان كانت جنوبية و نأخذ فضل ما بينهما ان كانت شمالية فتحصل حصة السمت و ان عدمت سعة المشرق كان ما خرج حصة السمت نفسها و متى عدمت حصة السمت عدم السمت لكونه على مشرق الاعتدال أو مغربه فيسمى ذلك الارتفاع الذى لاسمت له ثم نقسم حصة السمت على جيب تمام الارتفاع الممطى فى الوقت فيخرج جيب بعد السمت عن خط الاعتدال/ فاما تميز جهة هذا البعد من شمال او جنوب و تميز جانبه من مشرق او مغرب، فانّ سموت الميل الجنوبى لاتكون الّا جنوبية وكذلك تكون مع عدم الميل، و اما فى الميل الشمالى فيكون شمالية اذا كان الفضل لجيب سعة المشرق على الضلع و جنوبية اذا كان الفضل للضلع و يتوسطهما الارتفاع الذى لا سمت له عند تساويهما، و اما تميز الجانب و هو بجانب الارتفاع لانهما مقترنان

(١) ب ، ج : النهار .

اعنى ان السمت يكون شرقيا قبل نصف النهار و غربيا بعده وسمت طرف[1] الظل يكون بهذا القدر المستخرج فى خلاف جهة سمت الشمس و بخلاف جانبها فاذا أبدلا بنظيريهما صارا للظل .

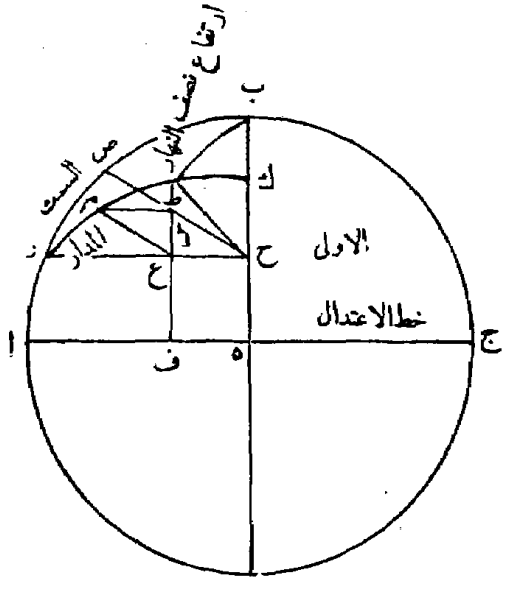
(٢) و لعلة العمل فليكن : ا ب ج د ، للافق على مركز: ه ، و نخرج منه ا ه ج ، خط الاعتدال و : ب ه د ، خط الزوال و : ح ز، الفضل المشترك لسطحى الافق و مدار : ز م ط ، و ليكن : ب ط ، من فلك نصف النهار و ننزل عمود : ط ك ، على الافق فيكون جيب ارتفاع نصف النهار و ك ه، جيب تمامه و: ه ح ، جيب : ا ز ، سعة المشرق و نصل: ط ح ، وهو الذى يسمى سهم النهار و مثلث : ط ك ح ، مثلث النهار لانه لايتغير عن وضعه و مقادير طول اليوم، و ليكن الشمس او الكوكب على : م، و ننزل م س ، عموداً على الافق فيكون جيب الارتفاع فى الوقت و نخرج : س ع ، على موازاة : ك ح ، و نسميه الضلع و نصل : م ع ، فيحصل: م س ع ، مثلث الوقت و يتشابه المثلثان ، فاما : ك ح ، فانه يحصل من جمع : ه ك ، الجنوبى الى : ه ح ، الشمالى كما فى الصورة الثالثة و الرابعة و الخامسة سعة المشرق شمالية وارتفاع نصف النهار جنوبى و من اخذ الفضل بينهما كما فى الاولى التى هما فيها جنوبيان، وكذلك فى الثانية[2] التى فيها : ه ح ، معدوم او الفضل هو : ك ه ، نفسه فان لم يكن ارتفاع نصف النهار من جهة الجنوب كما فى الزيادات التى فى الصورة الثالثة اذا وقع عمود : ط ك ، اما على مركزه و اما فيما بينه و بين : ح ، كان حصول

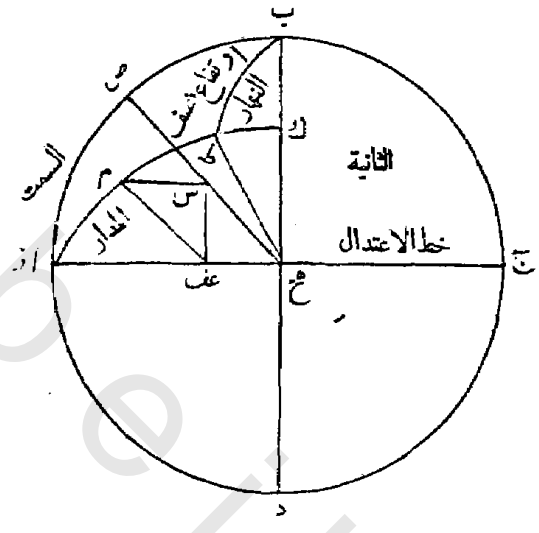
(١) من ا ، ب ، ج وفى و : طرق (٢) ابتداء شكل : ٤١ (٣) ج : الثالثة .

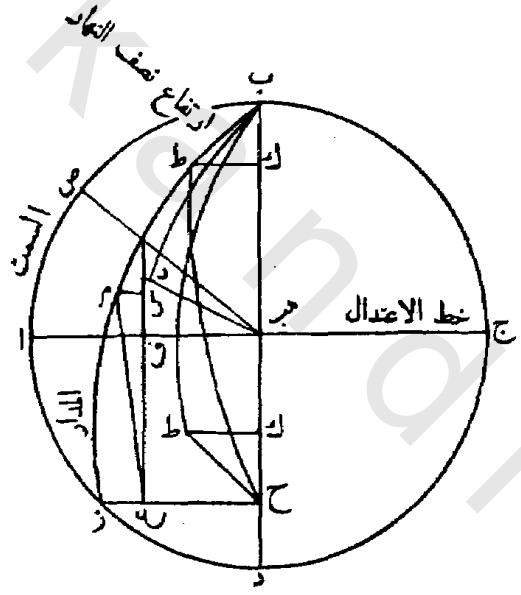
ك ح ، باخذ الفضل لزوال الاختلاف فيهما عن سمتى الجهتين ايضا و نسبة : ك ط ، الى : ك ح ، كنسبة : م س ، الى : س ع ، الضلع و هو معلوم[1] و المقصود منه : س ف ، حصة السمت و هو فى الاول مجموع : س ع ، ع ف ، المساوى لـ : ح ه ، وكذلك فى الثانية التى ليست : سعة المشرق فيها شمالية ثم هو فى الصور الباقية فضل ما بين : س ع ، و : ع ف ، فلان السمت هو بعد موقع دائرة الارتفاع فى الافق عن خط الاعتدال اذ المواجهة لاتكون الا فى سطح هذه الدائرة فانا اذا اخرجنا من : ه ، على : س ، خط : ح ص ، كان الفضل المشترك بين سطحها و بين سطح الافق و نقطة : ص ، تقاطعهما فـ : ا ص ، يكون بعد السمت عن : أ ، مشرق الاعتدال و فى مثلث : ه س ف ، نسبة : ه س ، جيب تمام ارتفاع نقطة : م ، الى : س ف ، حصة السمت كنسبة جيب زاوية : ف ، القديمة و هو الجيب كله الى جيب زاوية : س ه ف ، التى بمقدار قوس : ا ص ، .

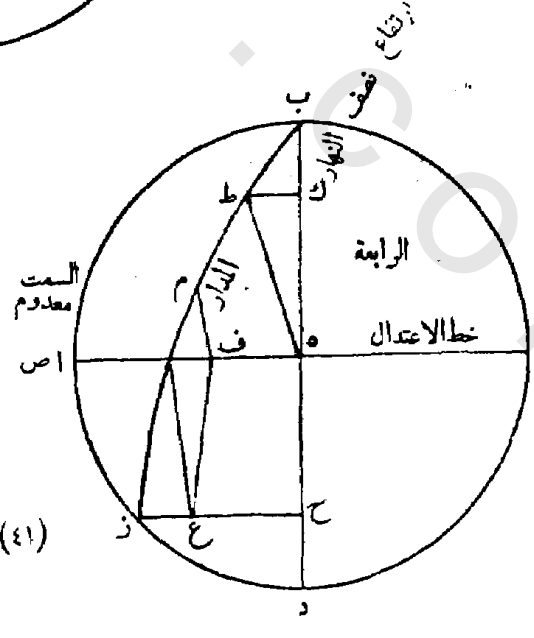
فاما وقوع نقطة : ص ، من الربعين فيحسب ما بين : س ع ، ح ه ، فان : س ع ، اذا فضل عـلى : ح ه ، كما فى الاولى والثانية والثالثة كان : ص ، فى ربع : ا ب ، الجنوبى ، و اذا قصر عنه كما فى الخامسة كان : ص ، فى ربع : ا د ، الشمالى ، و اذا تساويا وقع : ص على نفس نقطة : أ ، و بطل السمت .

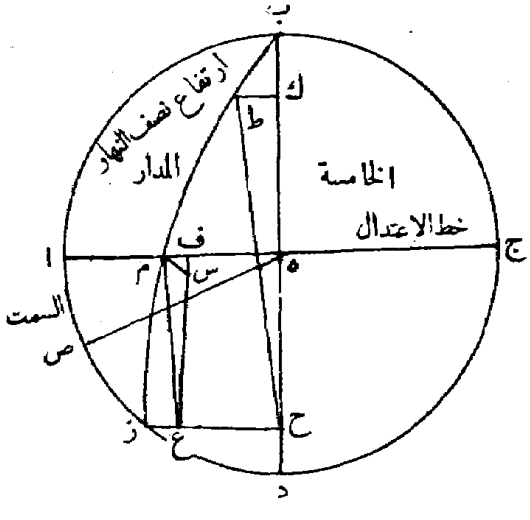
(١) ج ، ب : معلوم .


ارتفاع نصف النهار
ب
ص السمت
ك
م
ط
د
المدار
ح
الاول
خط الاعتدال
ا
ف
ه
ج


ب
ص
ارتفاع نصف النهار
ك
السمت
م
ح
الثانية
المدار
س
خط الاعتدال
ا
عف
ه
ج
د


ارتفاع نصف النهار
ب
ص السمت
ك
ط
د
م
ا
خط الاعتدال
مر
ج
ف
المدار
ك
ط
ح
ز
د


ارتفاع نصف النهار
ب
ك
ط
الرابعة
السمت معدوم
المدار
م
ا ص
ف
ه
خط الاعتدال
ج
ح
ز
ع
د


ب
ارتفاع نصف النهار
ك
ط
المدار
الخامسة
خط الاعتدال
ف
ا
م
س
ه
ج
السمت
ص
ح
ز
ع
د

(٤١)

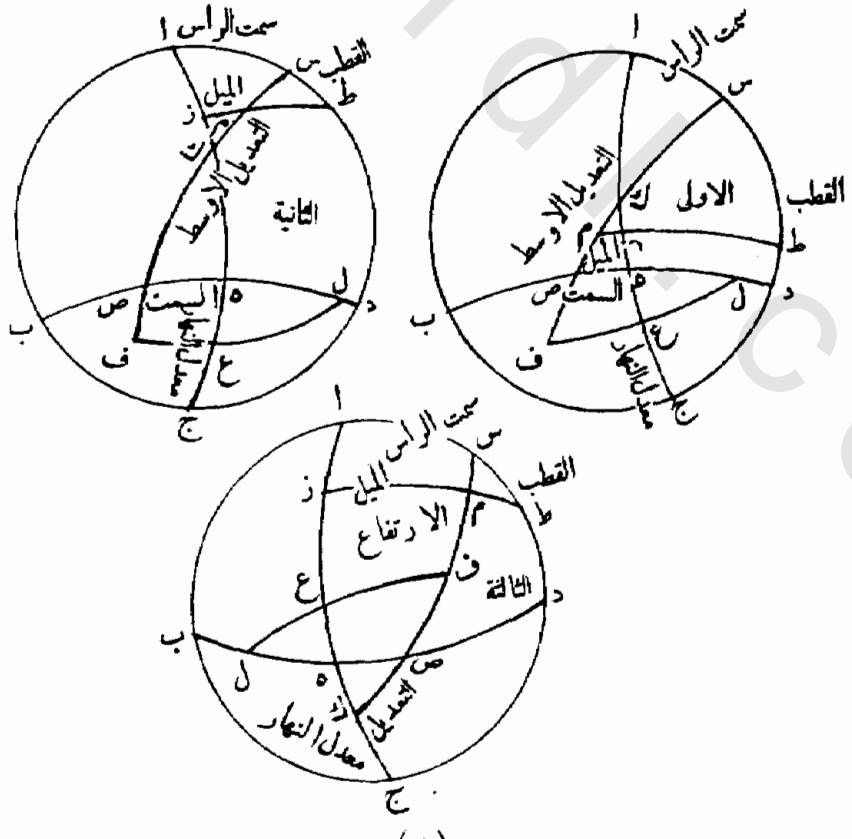
الباب الرابع عشر فى معرفة الارتفاع من قبل السمت

اذا اردنا معرفة الارتفاع من قبل السمت ضربنا جيب تمام بعد السمت عن خط الاعتدال فى جيب تمام عرض البلد فيجتمع جيب نقوسه و ننقصها من تسعين و نحفظ جيب ما يبقى ثم نقسم جيب عرض البلد على الجيب المحفوظ فنخرج جيب تمام الارتفاع الاوسط فان كانت الشمس او الكوكب المطلوب ارتفاعه من سمته عديم الميل كان هذا الارتفاع الاوسط هو المعدل و ان كان له ميل ضربنا جيب الميل فى جيب تمام الارتفاع الاوسط و قسمنا المبلغ على جيب عرض البلد فيخرج جيب تعديل الارتفاع، فان كان الميل الذى استعملناه جنوبيا نقصنا التعديل من الارتفاع الاوسط و ان كان الميل شماليا والسمت جنوبيا زدنا التعديل على الارتفاع الاوسط، فان كان السمت شماليا أخذنا فضل ما بين الارتفاع الاوسط و بين التعديل فيكون الحاصل من جميع ذلك هو الارتفاع المطلوب .

(١) و ليكن لبرهانه : ا ب ج د ، فلك نصف النهار و : ا د ج ، معدل النهار و قطبه : ط ، و : ب ه د ، الافق على قطب : س ، و نخرج : س ص ف ، دائرة الارتفاع التى عليها الشمس او الكوكب على : م ، منها فيكون : ه ص ، بعد السمت عن الاعتدال و : ك م تعديله و : م ص ، الارتفاع المعدل المطلوب و نخرج : ط م ز ، فيكون : م ز ، ميل الشمس او الكوكب ثم ندير على قطب : ك ، و ببعد

(١) ابتداء شكل ٤٢ .

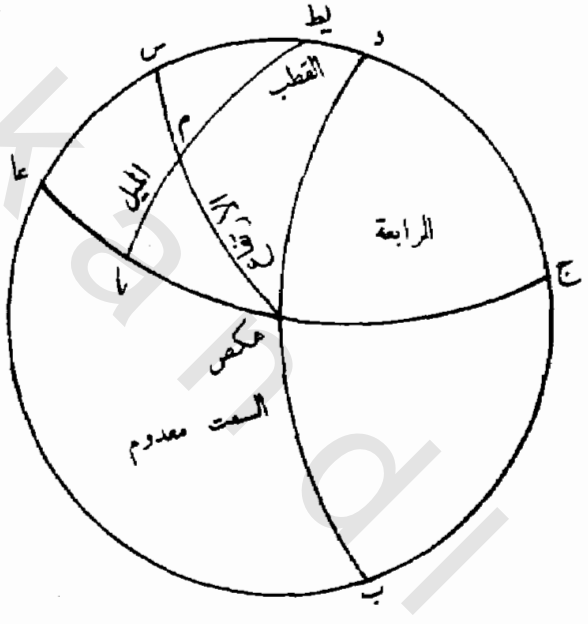
ضلع المربع قوس : ل ع ف ، فتكون نسبة جيب : ه ل[1] ، تمام بعد السمت الى جيب : ل ع ، تمام زاوية : ك ، كنسبة جيب : ه د ، الربع الى جيب : د ج ، تمام عرض البلد فزاوية : ك ، معلومة و جيبها هو المحفوظ و نسبته الى جيب زاوية : ا ، القائمة كنسبة جيب : ا س ، عرض البلد الى جيب : س ك ، تمام : ك ص ، الارتفاع الاوسط و هو معلوم و نسبة جيب : ك م ، التعديل الى جيب : م ز ، الميل كنسبة جيب : س ك ، الى جيب : س ا ، العرض فالتعديل معلوم و هو نقصان عن الارتفاع الاوسط فى الصورة الاولى الجنوبية الميل و زيادة عليه فى الصورة الثانية المختلفة جهتى السمت و الميل حتى يحصل فيهما : م ص ، الارتفاع المطلوب وهو فى الصورة الثانية الشمالية السمت فضل ما بين الارتفاع الاوسط بين التعديل ، و قد اتضح برهان العمل المتقدم .



(٤٢)

(١) ج : ه ك .

فاما الارتفاع عند عدم السمت وهو مقتضى الصورة الرابعة التى افردناها ونسبة جيب عرض البلد فيها الى جيب الربع كنسبة جيب الميل الى جيب الارتفاع، وقد اتحد الاوسط فيها والمعدل كاتحادهما عند عدم الميـــل وتصور ذلك سهل لوضع[1] خامس زائد لا يخفى على من تحقق هذه، وذلك ما اردناه .



(٤٢)

(١) ب : لموضع .

الباب الخامس عشر فى معرفة خط نصف النهار بعدة طرق و تصحيحه

معرفة الجهات من الاشياء الضرورية فى تعرف الاوقات، و قد قلنا ان الافق بالحركة الاولى ينقسم على نقطتى الجنوب والشمال بنصفى الطلوع والغروب والخط الواصل بينهما يسمى خط نصف النهار و خط الزوال و أن صميمى ذانك النصفين هما مشرق الاعتدال و مغربه والخط الواصل بينهما يسمى خط الاعتدال و خط الاستواء فمتى عرف وضع احد هذين الخطين عرف منه وضع الآخر و تثبت الجهات الاربع و لابد فى معرفة ذلك من تسوية طائفة من وجه الارض بالغاية التى ان صب عليها شئ مايع كالماء والرطوبات السائلة او ارسل عليها متى خرج كالزئبق او وضع على اى موضع منها مترجرج[1] كالبندقة وقف متهزها مرتعدا و لم يمل الى ناحية منها دون اخرى اذا كان المستعمل دقيق اليد، و ينصب على موضع منه عمود مستو ينتصب عمودا على السطح المستوى ثم نرصد ارتفاع نصف النهار حتى اذا ما وقف على اعظم ارتفاعات الشمس فى ذلك اليوم اخرج من اصل العمود على منتصف عرض ظله خط فشقه الى طرفه بالطول، و مد فى الجهتين على استقامة خط الزوال .

و الآفة فى هذا العمل أن تفاضل الارتفاع يبرز حول فلك نصف النهار فتمضى مده بتغير فيها السمت و لا يقع للارتفاع تغير محسوس به .

(١) من ب و ج ، وفى و : متدحرج .

و منها

و منها ان يقسّم هذا المقياس المنصوب باثنى عشر قسما بالتساوى و يقدّر منها ظل نصف النهار فى ذلك اليوم و يدار بيعده على مغرز المقياس دائرة، ثم نرصد الظل الى ان يماس طرفه محيط هذه الدائرة و يخرج من المركز الى موضع المماسة خط مستقيم، و يمد نحو الجهتين فيكون خط الزوال، و الآفة فيه من وجهين أحدهما ان التفاضل المستوى فى الارتفاعات مهما كان الى سمت الرأس أقرب كان التغير فى الظل أقل و أخفى، فاذا برز التفاضل فى الاوضاع حول فلك النهار خفى التغير فى الظل جدّا و ثبت على مقداره مدّة مع تغير السمت و انحراف الظل له عن خط الزوال فى الجانبين .

و الوجه الآخر أنّ المماسة المحسوسة بين الدائرة و بين طرف الظل على خلاف الموهومة لان المحسوسة ليست على نقطة و لذلك صارت ذات مدّة، و منهما أن يحسب فى اليوم المفروض الظل من الارتفاع الذى لاسمت له و يقدر من اجزاء[1] المقياس و يدار به على مغرز المقياس دائرة و يرصد طرف الظل حتى يد خل الدائرة ان كان المقياس قبل نصف النهار اوحتى يخرج منها ان كان المقياس بعده، و يخرج من الدخل او المخرج ايّهما كان الموجود قطر فى الدائرة فيكون خط الاعتدال، و الآفة فيه قصوره على وقت واحد لايتعدّاه .

و ربما لم يسمح الحال بانتظاره على أنه اقل غائلة من المعمول بظل نصف النهار لسرعة حركة طرف الظل فيه و بطؤه هناك، و ايضا فمن

(١) من ج ، وفى و : الآخر .

الواجب أنّ يستخرج هذا الارتفاع بميل الشمس فى نصف النهار و من الارتفاع ما مضى الى ذلك الوقت على الرسم فى مثله، ثم يعاد تصحيح ميل الشمس للوقت و استخراج الارتفاع منه، ومنها ان يقصد يوم معيّن و يستخرج سعة مشرق الشمس فيه بميلها لوقت الطلوع او سعة مغربها بميلها لوقت الغروب، و يعمل دائرة واسعة على وجه الأرض المستوى و يقسم باجزاء الدوائر الثلاث مائة و الستين، فليكن فى موضع مكشوف للأفق فيرصد الشمس للطلوع او الغروب حين يكون نصف جرمها ظاهرا، و يخط فى وسط ظل المقياس خط على طوله حتى ينتهى الى المحيط و يعلّم عليه و يعدّ من العلامة فى خلاف جهة ميل الشمس سعة مشرقها او مغربها، و يخرج من المنتهى قطر فيكون خط الاعتدال، و الآفة فيه أن الانكشاف المذكور قلّما يتفق فى كثر المواضع على ما يجب من غير حائل.

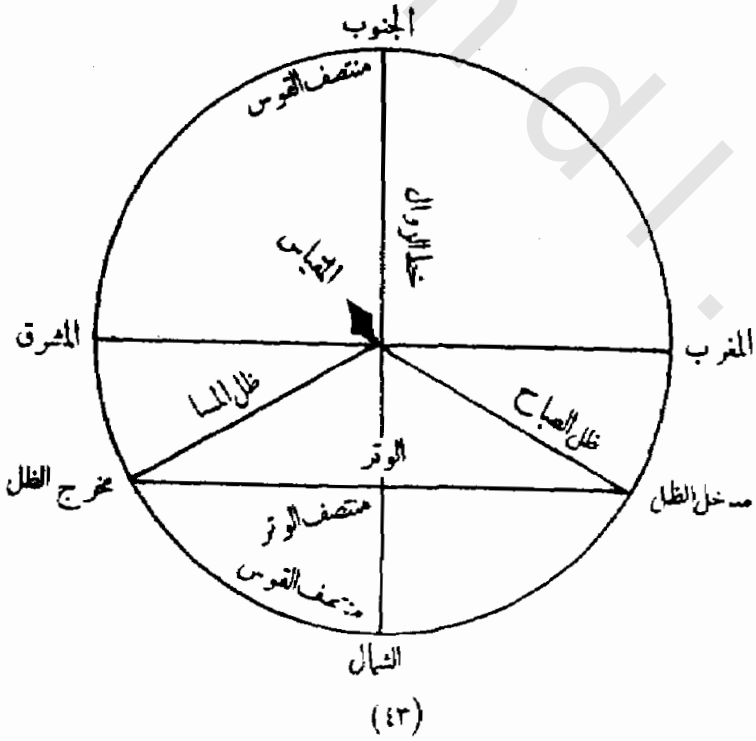
و منها ان يحسب الشمس الارتفاع او ظله مفروض القدر فى يوم معلوم و يرصد حتى يصير ارتفاع الشمس او الظل على ذلك المقدار و يخرج على وسط الظلّ قطر يقاطع الافق على علامة بعد منها ميل السمت المحسوب فى خلاف جهته، و يخرج منه قطر فيكون خط الاعتدال و الآفة فيه قصوره على وقت ينتظر، و فى الجوّ عوارض ربما تعوق عن العمل عند حضور الوقت المنتظر مع احتياجه الى الحساب.

(١) و منها الدائرة المعروفة بالهندية وهى المخطوطة على السطح المستوى و قد نصب على مركزها مقياس جرى الرسم بتصييره مساويا لربع قطر

(١) ابتداء شكل : ٤٣ .

الدائرة

الدائرة و ليس ذلك بضرورىّ فيه، و انما قانونه ان يجعل بحيث يقصر ظلّه فى المنقلب الشتوى فى ذلك البلد عن نصف قطر الدائرة قصورا صالحا لئلا يمر طرف الظل طول النهار خارج الدائرة او يماسها و لكن يقاطعها فى موضعين، ثم يرصد ظل هذا المقياس فى نصف الصباح من النهار و هو يتناقص و يتقلّص حتى يدخل الدائرة فيعمل على مدخله علامة و يرصد ظله ايضا فى نصف المساء من النهار و هو يتزايد و ينبسط حتى يخرج من الدائرة فيعلّم على مخرجه من المحيط علامة و يوصل ما بين العلامتين بخط مستقيم يوتر قطعتى الدائرتين ثم يجاز على منتصف القوسين و الوتر و المركز خط مستقيم هو خط الزوال والقطر القائم عليه خط الاعتدال، والواحد من نقط تلك الانصاف يكفى مع المركز الآن الباقية شاهدة بعضها لبعض، وهذه صورة الدائرة الهندية و الآفة فيها انها مبنية على توازى المدارات و معدل النهار حتى يكون طرف كل ظلين متساويين عن جانبى نصف النهار على الفصل المشترك بين سطحى المدار و الافق



(٤٣)

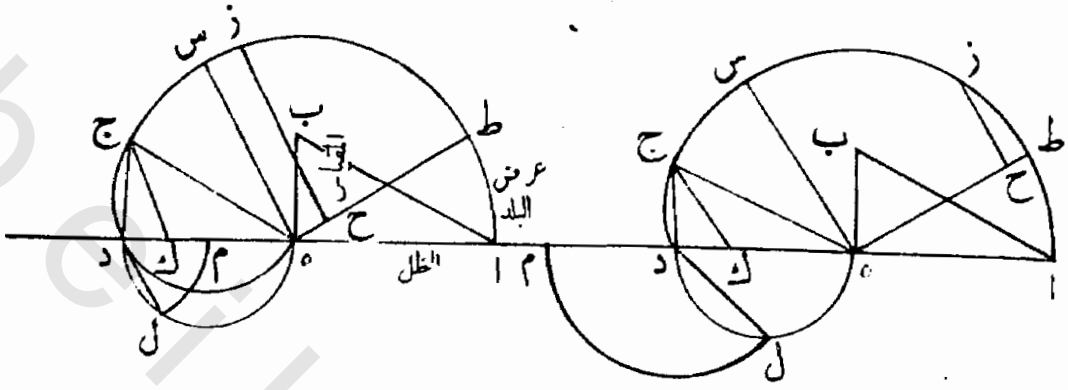
وليست المدارات بالحقيقة موازيـــة لمعدّل النهـار بسبب دوام حركة الشمس تغير ميلها كل وقت عن مقداره وخاصّة فيما بعد عن المنقلبين ولذلك لايكون الفصول المشتركة بين سطوحها وبين سطح الافق موازية لخط الاعتدال .

ولتصحيح هـذا العمل ان يعرف الارتفاع من ظلّ المـدخل ويعرف بعد الوقت عن نصف النهار فيكون بعد وقت المخرج عنه مثله فى الحس ويستخرج ميل الشمس لوقتئذ والسمت لكلا الوقتين ويوخذ فضل ما بين السمتين وبعد من علامة المخرج نحو الجنوب ان كانت الشمس صاعدة من اول الجدى الى آخر الجوزاء، ونحو الشمال ان كانت هابطة فى النصف الآخر فيكو المنتهى علامة المخرج المصحح، وحينئذ يوصل بينها وبين علامة المدخل ويعمل بالوتر ما تقدم ولان هذا العمل مضطر الى تربّص وقتين فانه ما وف بمثل ما قلنا فى غيره فانا نعدل عنه الى عمل آخر يحصل فيه المطلوب اىّ وقت اتفق القياس فيه.

(١) وذلك ان يكون الظل وقت القياس : ا ه ، ونقيم عليه عمود : ه ب ، مساويا للقياس ونصل : ا ب ، قطر الظل ونخرج : ه ج ، موازيا له ومساويا لها ، وندير على مركز : ه ، وبعد الظل : ا ط ج ، وعلى قطر : ه ج ، نصف دائرة : ه د ج ، ونخرج : ا ه ، على استقامته الى : د ، وندير على قطر : ه د ، نصف دائرة : ه ل د ، فى خلاف الجهة التى فيها خط نصف النهار أعنى الجانب الذى منه تأتى الشمس قبل نصف النهار والذى اليه تذهب بعده، ثم نأخذ : ا ط ، مساوية لعرض البلد و : ط ز ، مساوية

(١) ابتداء شكل : ٤٤ .

لتمام ميل الشمس ان كان شماليا و المجموع ميلها و تسعين ان كان جنوبيا و نخرج : ز ح ، عمودا على : ه ط ، و : ج ك ، موازيا له بقدر : ك م ، مساويا لـ : ه ح ، ان كان الميل شماليا فنحو : د ، و ان كان جنوبيا



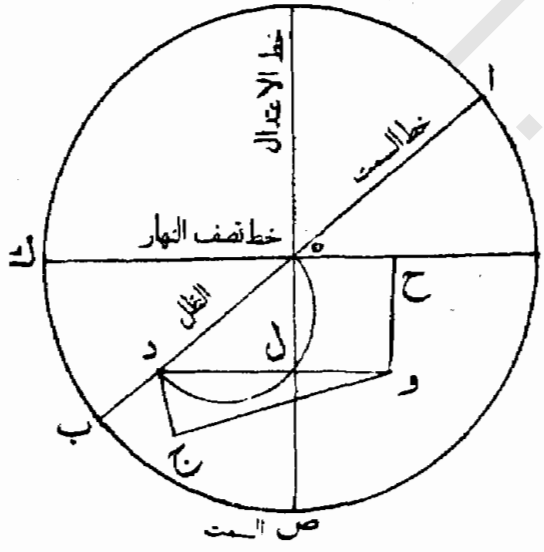
(٤٤)

فالى مركز : ه ، ثم ندير على : د ، و ببعد : د م ، قوسا ينتهى الى : ل ، و نصل : د ل ، ونخرج : ه س ، على موازاته فيكون خط نصف النهار ، و انما أدرنا ببعد الظل لتصير زاوية : ه ا ب على المحيط و فوترها ضعف الارتفاع حتى اذا أخرجنا : ه ج ، على موازاة قطر الظل كانت زاوية : ج ه د ، على المركز بمقدار الارتفاع و لمساواة : ه ج ، ا ه ، يكون العمود النازل من ج ، على : ا ه ، جيب الارتفاع لكن موقعه منه على محيط الدائرة التى قطرها : ه ج ، و هو اذن نقطة : د ، و ليس فى شكل شىء على حقيقة وضعه غير خط : د ه ا ، الذى بحذاء السمت و هو فصل مشترك لسطحى دائرة الارتفاع و الأفق فنقطة : د ، موقع جيب الارتفاع فيه بالحقيقة و : ه د ، جيب تمام الارتفاع و على وضعه ، و معلوم انا اذا جعلنا قوس : ا ط ، مساوية لعرض البلد كان : ط ، قطب الظل و : ط ز ، اذا كان تمام ميل الشمس كان : ز ح ، العمود على محور : ط ه ، سهم النهار فى ميله و اما فى الميل الجنوبى فان : ز[1] ، يبعد عن قطب الجنوب بمقدار تمام الميل فبعده عن قطب : ط ، يكون بقدر تتمة ذلك الى نصف الدور

(١) ب ، ج : د .

و هو تمام التمام مع ربع دائرة و : ه ح ، فى مثلث النهار جيب سعةمشرق .

(١) ثم نخط لما بقى شكلا منها بالاشكال المتقدمة يكون فيه : ب ه ا ، خط السمت و : ك ه ، خط نصف النهار و : ه ص، خط الاعتدال : و : ج د و ، مثلث الوقت الذى هو فى الشكل المقدم العمل[٢] : ج دك ، فاذا افرزنا هناك : ك م ، مساويا لـ : و ل ، هاهنا بقى : د م ، هناك مساويا لـ : د ل ، هاهنا و : د ه ، فى كلا الشكلين على حقيقة وضعه و قدره و قد حصل منه حصة السمت التى هى من مثلث الوقت مابين موقع جيب الارتفاع من الافق و بين خط الاعتدال بمقدار ه و لكن على غير وضعه و مثلث : د ل ه ، هاهنا قائم زاوية : ل ، و نصف دائرة : د ل ه ، هاهنا هو نصف دائرة : د ل ه ، هناك فاذا اوقعنا فيه : وتر : د ل ، مساويا لـ : د م ، حصلت حصة السمت بمقدارها و على وضعها لكن خط نصف النهار دائم الموازاة لها وكذلك أخرجنا : ه ص ، فهو اذن خط نصف النهار و ذلك ما قصدناه .



(٤٥)

(١) ابتدا. شكل : ٤٥ (٢) راجع شكل : ٤٤ .

الباب السادس عشر فى معرفة عروض البلدان و ميل الشمس من قبل ارتفاعين لها متواليين مع سمتيهما

اذا أردنا ذلك قسنا للشمس أو الكوكب فى وقتين من يوم واحد ارتفاعين مختلفين فان التساوى فيهما يسقط أحدهما و يبطل النتيجة وقسنا مع كل ارتفاع سمته و عرفنا جهته ثم ضربنا لكل واحد منهما جيب السمت[1] فى جيب تمام ارتفاعه فيجتمع حصة السمت فان اختلفت جهتا السمتين جمعنا حصتيهما و ان كانتا واحدة أخذنا فضل ما بينهما و ذلك هو الأول و اخذنا ايضا فضل ما بين جيبى الارتفاعين و هو الثانى،

و أما لعرض البلد فانا نضرب كل واحد من الاول و الثانى فى مثله و نأخذ جذر مجموع المبلغين و نقسم الاول على الجذر فيخرج جيب عرض البلد .

و اما للميل فانا نضرب الاول فى جيب اعظم الارتفاعين و نقسم المجتمع على الثانى فيخرج العيار، و نأخذ فضل ما بينه و بين عظمى حصتى السمتين[2] فيكون جيب سعة المشرق و نضربه فى جيب تمام عرض البلد فيجتمع جيب الميل، فان كانا السمتان معا شماليين اوكانا مختلفى الجهتين كان هذا الميل شماليا، و ان كانا جنوبيين معا رجعنا الى العيار و قسمناه الى حصة السمت الأعظم فان كان الفضل للعيار على حصة السمت فالميل شمالى و ان كان الفضل لحصة السمت على العيار فالميل

(١) ب ج : الشمس (٢) ب ، ج : السمت .

جنوبى و متى ساوى العيار حصة السمت لم يكن للشمس و لا لذلك الكوكب ميل عن معدل النهار و ان كان احد الارتفاعين الذى لا سمت له كانت حصّة سمت الآخر هو الاول نفسه .

(١) و لنعد لها من صورة الباب الثالث عشر ما يحتاج اليه فلنفرض اصغر الارتفاعين اولهما و مثاله : م س ع ، و حصة سمته : س ف ، و اعظم الارتفاعين اخيرهما ، و ان كان الأمر فى جانب المغرب بالعكس و مثله ط ك ح ، و حصة سمته : ك و ، و العيار : ك ح ، نستوفى وضع الأوضاع ليتطرّق منها الى ما ربما يحل باراده لسهولته و يخرج : س ى ، على موازاة : ا ه ، و : ى ل ، على موازاة : ك ط ، فينتقل المثلث الأصغر الى الأكبر و يصير فيه : ح ى ل ، و يخرج : ص ل ، على موازاة : ك ح ، فيكون : ص ل ، المساوى لـ : ك ز ، هو الاول و يكون ط ص ، الثانى و : ل ط ، الجذر لقوته على الاول و الثانى و زاوية : ك ح ط ، ابدا بمقدار تمام عرض البلد لتوازى سطوح المدارات ، و زاوية : ح ط ك ، بمقدار عرض البلد لانها تتمة تلك الى القائمتين و نسبة : ص ل ، الاول الى : ل ط ، الجذر كنسبة جيب زاوية : ص ط ل عرض البلد الى جيب زاوية : ط ص ل ، القائمة فالعرض معلوم و نسبة : ط ص ، الى : ص ل ، كنسبة : ط ك ، الى : ك ح ، العيار و هو معلووم و : ح و ، جيب سعه المشرق .

و هو فى الصورة الأولى فضل الحصّة على العيار و فى الثانية يتساويان

(١) ابدا. شكل : ٤٦ .

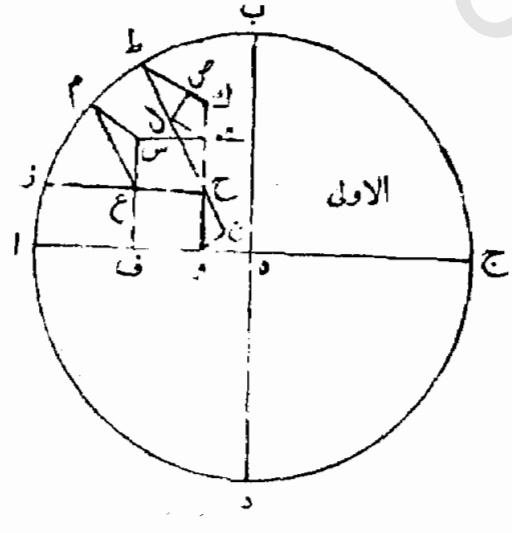
و يسقطان

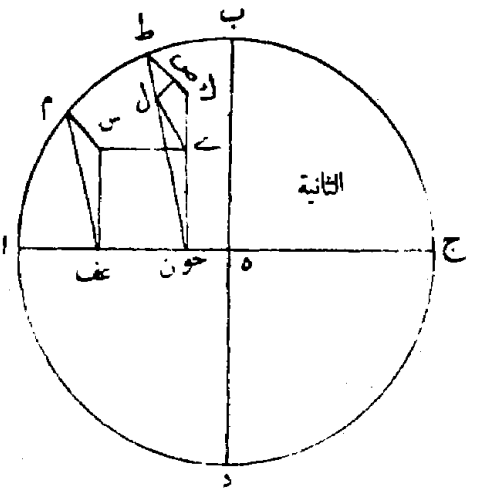
و يسقطان و تبطل سعة المشرق ، .

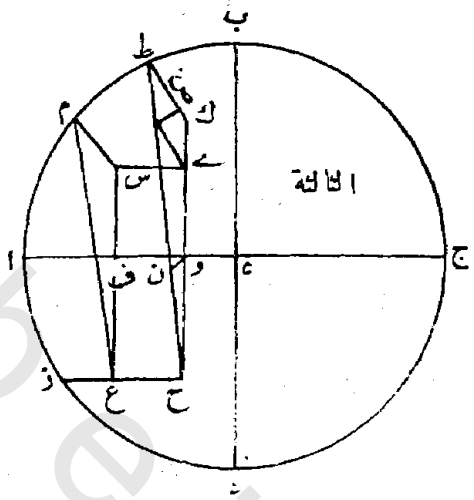
و فى الثالثة و الرابعة و الخامسة فضل العيار على الحصّة ، و هو فى السادسة العيار نفسه ، و فى السابعة فضل ما بين العيار و الحصة .

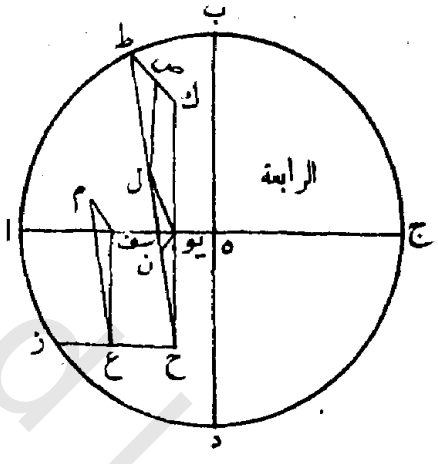
و قد تبين فيما تقدم حال جيبى سعة المشرق و الميل ، و سنبين ها هنا ايضا باخراج عمود : و ن ، على : ط ح ، و ذلك جيب الميل لمساواته ما بين مركز : ى ، الكبيرة و المدار من المحور و نسبة : و ح ، جيب سعة المشرق الى : و ن ، جيب الميل كنسبة جيب زاوية : و ن ح ، القائمة الى جيب زاوية : و ح ن ، و تمام عرض البلد فجيب الميل معلوم و هو جنوبى فى الصورة الاولى التى تزداد فيها حصة السمت على العيار ، و شمالىّ فى الصورة الباقية التى فيها يزداد العيار على جهة السمت و معدوم فى الثانية التى فيها يتساويان .

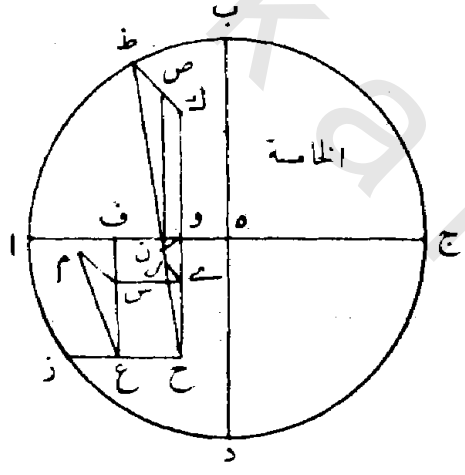
و ذلك ما اردنا ايضاحه ،

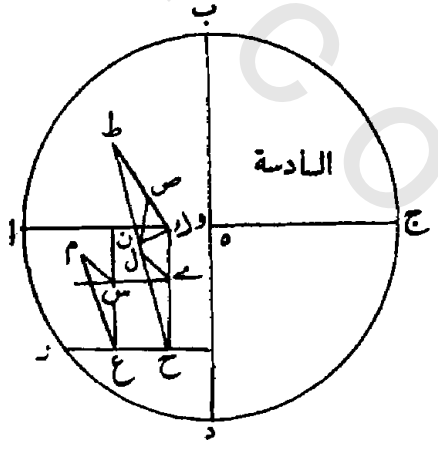


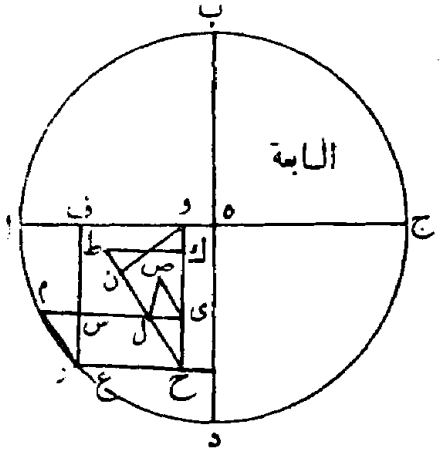

ب
ط
ك
ل
م
س
ا ز
ج
ه
ف
ن
ح
ع
د
الثانية


ب
ط
ك
م
س
ا
ج
ه
ن
ف
ز
ع
ح
د
الثالثة


ب
ط
ك
ل
م
ا
ج
ه
ن
ز
ع
ح
د
الرابعة


ب
ط
ك
ا
ج
ه
ف
ن
م
ز
ع
ح
د
الخامسة


ب
ط
ا
ج
ه
ن
م
ز
ع
ح
د
السادسة


ب
ف
ا
ج
ه
ط
ك
ن
م
ل
ز
ع
ح
د
السابعة

(٤٦)

الباب

الباب السابع عشر فى تعديل النهار وقوسى النهار والليل ومعرفة عرض البلد منه

اذا أردنا معرفة تعديل النهار فى يوم معلوم مفروض وبلد معلوم العرض ضربنا جيب ميل درجة الشمس حينئذ فى جيب عرض البلد فما اجتمع يقسم عليه جيب تمام ميل الشمس فيخرج جيب تعديل النهار، فان أردنا قوس النهار نظرنا الى درجة الشمس فان كانت شمالية الميل زدنا ضعف تعديل النهار على مائة وثمانين وان كانت جنوبية الميل نقصنا ضعف تعديل النهار من مائة وثمانين فيحصل بعد الزيادة او النقصان قوس النهار .

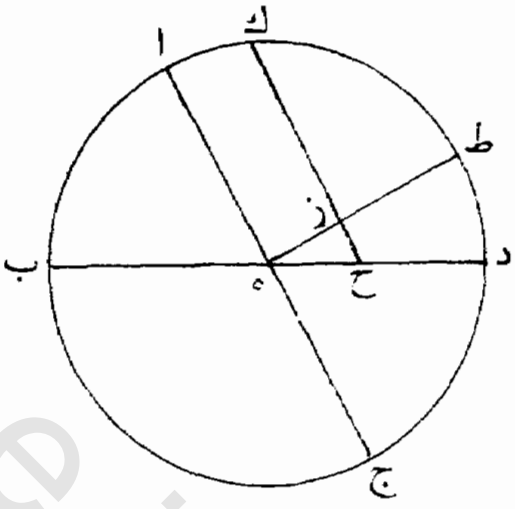
واما لقوس الليل فان شئنا عكسنا الشريطة فزدنا ضعف التعديل وان كنا نقصناه للنهار ونقصناه ان كنا زدناه له وان شئنا أخذنا تكملة قوس النهار الى ثلاث مائة وستين فيكون قوس الليل، فان أردنا الساعات المستوية فى أحدهما ضربنا قوسه فى أربع دقائق فيحصل عدد الساعات المستوية فيه، وان عملناه لواحد منهما وأردناه للآخر ألقيناه من اربعة وعشرين فيبقى المطلوب، وان أردنا معرفة أزمان الساعات لاحدهما ضربنا قوسه فى خمس دقائق فتجتمع حصة الساعة الواحدة المعوّجة فيه من الازمان، وان عرفناها فى أحدهما وأردناها فى الآخر ألقيناها من ثلاثين فيبقى المطلوب .

واما معرفة ازمان الساعات من عدد الساعات ومعرفة العدد من الازمان

فقد تقدم منه فى المقالة الاولى ما يكفى ، فنقول فى تعليل هذا العمل ان النهار فى المدارات الشماليّة عن معدل النهار زائد عن نصف اليوم فى الربع المسكون و فى الجنوبية ناقص عنه و هذه الزيادة و النقصان يسمى فضل النهار اى فضل ما بينه و بين النهار المعتدل سواء كان زيادة عليه او نقصانا عنه ، و نصف هذا الفضل يسمى تعديل النهار ، و مقـــدار كل النهار يسمى قوسا له وكذلك قوس الليل لان قطعة الدائرة التى ليست بنصفها تسمى قوسا بالاطلاق بسبب الوتر الذى ليس بقطر و دوران الشمس والكواكب فى المساكن ذاوات العروض يكون حماليّا مقوّسا.

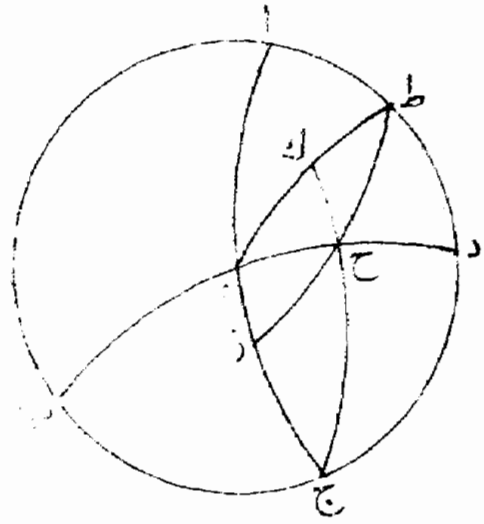
(١) ولتعديل النهار فليكن : ا ب ج د ، فلك نصف النهار و : ب ه د ، الفضل المشترك السطحه و سطح الأفق و : ا ه ج ، تقاطع سطحه مع سطح معدل النهار و قطبه ط ، و نفرض : ا ك ، ميل الشمس و نخرج : ك ح : الفضل المشترك السطحى فلك نصف النهار و مدارهـا و نصل : ط ز ه ، فيكون : ز ح ، جيب تعديل النهـار فى المدار الذى نصف قطره : ز ك ، و : ز ه ، ما بين مركزه و بين مركز الكل و هو جيب ميل المدار و نسبة : ز ه ، الى : ز ح ، كنسبة جيب زاوية : ز ح ه ، تمام عرض البلد الى جيب زاوية : ز ه ح ، عرض البلد لانها تقابل بخط ارتفاع القطب فـ : ز ح ، اذن معلوم بالمقدار الذى بـه : ز ك ، جيب تمام ميل الشمس و نحن نريده بالمقدار الذى به : ز ك ، الجيب كله ، و للتحويل نسبة : ز ح ، على ما خرج الى : ز ك عـــلى أنه جيب تمام ميل الشمس كنسبة : ز ح ، الى :

(١) ابتداء شكل : ٤٧ .



(٤٧)

ز ك ، بالمقدار الذى به : ز ك ، الجيب كله[1] ، و اما بالشكل الكرىّ فنخرج أفق : ب ه د ، و معدّل النهار : ا ه ج ، على قطب : ط ، و مطلع درجة الشمس : ح ، و نخرج قسىّ : ط ح ز ، ط ك ه ، ج ح ك ، ارباع دوائر عظام فيكون تعديل النهار : ه ز ، و نسبة جيب : ح ز ، الميل الى جيب ح ك ، كنسبة جيب : ج د ، تمام العرض الى جيب : د ط ، العرض فجيب : ح ك ، معلوم و هو الذى خرج فيما تقدم غير محوّل ، و نسبة جيب : ح ك ، الى جيب : ح ط ، تمام الميل كنسبة جيب : ه ز ، التعديل المطلوب الى جيب : ز ط ، الربع ، و هـذا هو الذى سمّيناه تحويلا فيما تقدّم ، و على هذا استخراج تعديل النّهار للكوكب بميولها عن معدل النهار ، والتّعديل مشترك فيما بين نهار اليوم و ليله ، و ذلك أنّ زيادة النّهار المختلف على النهار المعتدل هى نقصان ليله عن ليله و مجموع قوسيهما دور فلذلك يكون أحدهما تكملة الآخر ، و ضرب قوس النهار أو الليل فى ربع دقائق هو قسمته على خمسة عشر أعنى



(٤٨)

(١) ابتداء شكل : ٤٨ .

ازمان الساعة المستوية فلذلك يخرج عددها و مجموع عدديها فى اليوم اربعة و عشرون فلذلك يبقى أحدهما بالقاء الآخر من هذا المجموع وضرب قوس النهار او الليل فى خمسة دقائق هو قسمته على اثنى عشر أعنى عدد الساعات المعوّجة فيه أبدا، و لذلك تخرج ازمان الواحدة منهما و زيادتها فى النهار مثلا على ازمان الساعة المستوية مساو لنقصانها فى ليله عن مقدار الساعة المستويّة و بالعكس، فمجموع ساعتين معوّجتين أحدهما من نهار والأخرى من ليله يساوى مجموع ساعتين مستويتين و هو ثلاثون زمانا، و لذلك اذا ألقيت منه أزمان ساعات نهار بقى ازمان ساعات ليله و بالعكس .

الباب الثامن عشر فى مطالع البروج ومغاربها فى البلاد

اذا أردنا ذلك قسّمنا ظلّ ميل الدرجة معكوسا على ظل تمام عرض البلد معكوسا فيخرج جيب فضل المطالع و هو تعديل النهار ثم يؤخذ مطالع بعد الدرجة من اول الحمل فى خطّ الاستواء و ينقص منها هذا الفضل ان كانت الدرجة شماليّة، و يُزاد عليها ان كانت جنوبيّة فما حصل بعد الزيادة أو النقصان و هو مطالع تلك الدرجة فى ذلك البلد، و يكتفى لعمل فضل المطالع بربع واحد من ارباع فلك البروج الفضولية، و ذلك انه واحد لدرجتين شماليتين و أخرى جنوبيتين يستوى ميل جميعها و متى عمل ما ذكرنا لدرجة درجة تمّ به جدول المطالع فى ذلك العرض، فان اريدت لبرج معطّى أو قوس من فلك البروج أقل

أو

أو أكثر عُملت مطالع البلد لكل واحـــد من طرفيه و ألقى الاقل من الاكثر فيبقى مطالع ذلك البرج[1] او تلك القوس .

فاما أخذ المطالع من الجدول بدرج السواء و تقويس المطالع فيه حتّى يؤخذ لها درج السوّاء فعلى مثال ما تقدّم فى الجيب بالجليل المشهور من العملين و الدقيق بأيّهما اُريد، و أما اذا كانت المطالع لبرج برج و اريد تحويل درج السواء من أحدها الى المطالع أعنى اخذ حصتها منها فطريقه ان نضرب درج السواء فى مطالع ذلك البرج و نقسّم ما اجتمع على ثلاثين فيخرج مطالعها و فى عكسه اذا أريد تحويل المطالع الى السواء نضرب المطالع المعطاة فى ثلاثين و نقسّم ما بلغ على مطالع ذلك البرج فيخرج درج السواء، وذلك بالتقريب و الجداول ادقّ منه ثم الحساب ادق من الجداول .

فاما المغارب فانها مطالع نظير البرج أو الدرجة و متى كانت المطالع معمولة و نقصت مطالع درجة الشمس من مطالع نظيرتها بقى قوس نهارها، و ان نقصت مطالع نظيرتها من مطالع درجتها بقى قوس ليلها ، و هذه جداول مطالع البروج لعرض غزنة دار الملك بزابلستان و هو ثلاث و ثلاثون جزءا و ثُلث و رُبع جزؤ بحسب رصدنا اياه ، وهذا هو الجدول .

(١) ج : البروج .

مطالع البروج فى عرض غزنة وهو - لج له

درج السواء	الحمل				الثور				الجوزاء			
	ك	ه	لج	يح	كج	كط	لو	يح	كط	لج	مه	ك
	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث
ا	٠	لط	ح	يح	ك	مح	ه	كح	مد	كح	يو	يو
ب	ا	يح	و	لج	كا	ل	نز	يد	مه	كا	كط	كط
ج	ا	نز	ى	لد	كب	يد	ا	ن	هو	يه	ب	يه
د	ب	لو	يو	ى	كب	يز	ك	ى	مز	ط	ه	ى
ه	ج	يه	كد	ح	كج	م	ند	مح	مح	ج	لد	كو
و	ج	ند	لج	ما	كد	كد[1]	مه	يب	مح	نح	كح	م
ز	د	لج	هو	ح	كه	ح	نا	لط	مط	نج	ن	ك
ح	ه	يج	ا	يد	كه	يج	يو	لز	ن	مط	مط	لط
ط	ه	نب	كا	ك	كو	لز	نز	يو	نا	مه	مد	نه
ى	و	لا	مج	نب	كز	كب	نو	يح	نب	مب	لو	يا
يا	ز	يا	يب	كا	كح	ه	يج	مه	نج	لط	ه	لب
يب	ز	ن	مه	ا	كح	يج	مط	له	ند	لز	كا	ك[2]
يج	ح	ل	كج	مز	كط	لط	مه	ح	نه	له	كد	ل
يد	ط	ى	ح	لو	ل	كو	٠	٠	نو	لد	ا	ب
يه	ط	مط	نط	لح	لا	يب	لز	ى	نز	لج	٠	نب
يو	ى	كط	نه	لا	لا	نط	كح	يو	نح	لا	لد	يه

(١) ب: كه (٢) ب: كه.

يز	يا	ى	٠	كد	لب	مو	مد	لا	نط	لب	ن	ح
يح	يا	ن	يج	د	لج	لد	كا	يو	س	لب	كا	٠
لط	يب	ل	ط[1]	يب	لد	كب	يط	مج	سا	لج	د	مج
ك	يج	يا	ج	نه[2]	له	ى	م	يو	سب	لد	يج	لا
كا	يج	نا	ما	ح	له	نط	كج	ز	سج	له	مط	يه
كب	يد	لب	كط	٠	لو	مج	كح	مب	سد	لح	٠	ح
كج	يه	يج	كو	يو	لز	لز	يز	يط	سه	م	يز	يط
كد	يه	ند	له	يج[2]	لح	كز	مط	كط	سو	مب	له	ما
كه	يو	له	مب	مط	لط	يح	ه	لد	سز	مو	كو	مز
كو	يز	يز	كو	ك	م	ح	مد	لد	سح	ن	ح	يط
كز	يز	نط	ح	ى	م	نط	مط	مج	سط	ند	يد	ه
كح	يج	ما	ج	لز	ما	نا	يو	يز	ع	نج	مد	يه
كط	يط	كج	يب	٠	مب	مج	يج	لج	عب	ج	لح	ج
ل	ك	ه	لج	يج	مج	له	ط	لو	عج	ح	ند	نو

(١) ب : لج (٢) ب : ن (٣) ب : نج .

درج السواء	السرطان				الاسد				السنبلة			
	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث
ا	عد	يد	كد	كج	قط	يج	ى	كا	قمه	لا	كز	كد
ب	عه	ك	لو	ط	قى	كه	مج	مج	قمو	مج	كز	كط
ج	عو	كو	يط[1]	ز	قيا	لح	كب	ز	قمز	نه	كج	نو
د	عز	لج	مج	يز	قيب	نا	ب	يد	قمط	ز	يز	لد
ه	عح	م	مح	ما	قيد	ج	مو	مو	قن	يط	ز	كو
و	عط	مو	ند	يا	قيه	يو	لب	كط	قنا	ل	يج	يب
ز	ف	نه	يج	مه	قيو	كط	ك	مج	قنب	مب	لز	يب
ح	فب	د	يب	يب	قيز	مب	ح	كح	قنج	ند	يه	يو
ط	فج	يب	كد	مح	قيح	ند	نط	لج	قنه	ه	ن	ح
ى	فد	كا	د	مه	قك	ز	ن	مد	قنو	يز	كب	يز
يا	فه	ل	ب	يج	قكا	ك	ما	يز	قنز	كح	يج	.
يب	فو	لط	يو	.	قكب	لج	لب	نب	قنح	م	يج	ح
يج	فز	مح	مد	يب	قكج	مو	كب	كز	قنط	نا	ما	يب
يد	قح	نح	لا	يه	قكد	نط	يز	كو[2]	قسا	ج	.	لج
يه	ص	ح	لا	ك	قكو	يب	ا	ب	قسب	يد	ك	كه
يو	صا	يج	مه	يز	قكد	كد	مو	نب	قسج	كه	له	مز
يز	صب	كط[3]	نب	لو	قكح	نز	لج	مد	قسد	لو	مز	مد

(١) ب : نط (٢) ب : كو (٣) ب : كج .

يح	صج	لط	نب	مو	قكطا	ن	يو	مح	قسه	مز	يو[1]	م
يط	صد	ن	مو	يح	قلا	ب	يح	مج	قسو	نط	ه	كز
ك	صو	ا	مح	لط	قلب	يه	لـ	يب	قسح	ى	يا	ز
كا	صز	يج	ج	مز	قلج	كح	يج	م	قسط	كا	يه	كو
كب	صح	كه	كح	نو	قلد	م	مح	يج	قع	لب	يط	ط
كج	صط	لو	ب	مو	قله	نج	يح	له	قعا	مج	يط	و
كد	ق	مز	مو	د	قلج	ه	مو	لو	قعب	ند	يح	لز
كه	قا	نط	لح	و	قلح	يح	يا	ل	قعد	ه	يز	ل
كو	قج	يا	لز	لا	قلط	ل	لب	لط	قعه	يو	يد	لط
كز	قد	كج	مو	كز	قم	مب	نا	ك	فعو	كز	يا	مد
كح	قـه	له	نو	كا	قما	نه	ج	د	قعز	لح	ح	كد
كط	قو	مج	يو	مد	قمج	ز	يو	د	قعح	مط	د	لب
ل	قح	٠	يح	لب	قمد	يط	لج	لد	قط	٠	٠	٠

(١) ب: درج

درج السواء	الميزان				العقرب				القوس			
	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	الزمان	دقائق	ثوانى	ثوالث
ا	قفا	ى	[1]نا	كح	ر يو	يب[1]	مج	نو	رنج	يا	مج	يو
ب	قفب	كا	نه	لز	ريح	د	نه	يو	رند	كد	ج	لط
ج	قفج	لب	مح	يو	ريط	يز	ح	م	رنه	لو	يه	مج
د	قفد	مج	مه	كب	رك	كط	كز	ك	رنو	مح	كب	كب
ه	قفه	مد[2]	مب	ل	ركا	ما	مح	ل	رنح	٠	كا	ند
و	قفز	ه	ما	كج	ركب	ند	يج	ند	رنط	يب	مج	نو
ز	قفح	يو	م	ند	ركد	و	م	مه	رس	كج	نز	يد
ح	قفط	كب	م	نط	ركه	ط	ط	مز	رسا	له	لا	ه
ط	قص	لج	مد	لد	ركو	لا	مد	ك	رسب	مو	نو	مج
ى	قصا	مط	مط	لد	ركز	مد	كب	يج	رسج	نح	يا	دا
يا	قصج	٠	نه	يج	ركح	نز	ا	يو	رسه	ط	يه	مب
يب	قصد	يب	ج	يج	رل	دا	مج	نب	رسو	ك	ز	يد
يج	قصه	كج	يب	يه	رلا	كب	كو	يو	رسز	ل	مز	نو
يد	قصو	اب	كد	يو	رلب	له	و	لد	رسح	ما	يد	مج
يه	قصز	مه	لط	لو	رلج	مز	نز	نج	رسط	نا	ز	مط
يو	قصح	نو	يح	لح	رله	٠	مو	لد	رعا	ا	كح	مه
يز	ر	ح	يح	مح	رلو	يج	لز	لج	رعب	يا	يه	يه

(١) ب: نب (٢) ب: ند.

يج	را	يط	ما	نب	رلـ	كو	كز	مج	رعج	ك	كد	مح			
يط	رب	لا	ح	٠	رلح	لط	يط	كج	رعد	كط	نز	مز			
ك	رج	مب	لز	ج	رلط	يب[1]	ح	نو	رعه	لح	نه	يه			
كا	رد	ند	ط	نب	رما	ه	٠	كز	رعو	مز	له	ا			
كب	رو	ه	مه	مد	رمب	و	نا	يج	رعز	نه	نز	مح			
كج	رز	يو	كب	مح	رمج	ل	لط	نز	رعط	د	ا	يه			
كد	رح	كط	و	مح	رمد	مج	كز	لا	رف	يا	يو[2]	مو			
كه	رط	م	نب	لد	رمه	نو	يج	يد	رفا	يط	يا	ك			
كو	ري	نب	مب	كو[3]	رمز	ح	نز	مو	رفب	كو	يو	نج			
كز	ريب	د	لو	د	رمح	كا	لز	يج	رفج	لج	ا	لج			
كح	ريج	يو	ل	لا	رمط	لد	يز	كز	رفد	لط	كج	نا			
كط	ريد	لح	ل	لو	رن	مو	مط	لط	رفه	مه	كه	لز			
ل	ريه	م	لو	كو	رنا	نط	ما	كج[4]	رفو	نا	ه	د			

(١) ب: نب (٢) ب: مو (٣) ب: كو (٤) ب: كح.

درج السواء	الجدى				الدلو				الحوت			
	ازمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	ازمان	دقائق	ثوانى	ثوالث	ازمان	دقائق	ثوانى	ثوالث
ا	رفز	يو	كا	يز	شيز	يو	مو	كز	شمه	لو	مح	٠
ب	رفط	ا	يه	ه	شيح	ح	مج	ج	شما	يح	مو	كج
ج	رص	ه	و	له	شيط	٠	ى	يز	شمب	ا	ا	ن
د	رصا	ط	نا	ما	شيط	يا[1]	يه	كو	شمب	مب	يج	م
ه	رصب	يج	يج	نج	شك	ما	ند	كو	شمج	كد	د	لب
و	رصج	يو	ن	يز	شكا	لب	ى	لا	شمد	ه	كد	ب
ز	رصد	يط	مب	ما	شكب	كب	ب	يا	شمد	مو	يج	مد
ح	رصه	كب	ط	نب	شكج	يا	ل	لو	شمه	كز	لا	٠
ط	رصو	كد	ى	مه	شكد	٠	لو	نج	شمو	ح	نح	نج
ى	رصز	كه	مو	كط	شكد	مط	لط	مب	شمو	مح	ند	نج
يا	رصح	كو	نه	لز	شكه	لز	م	يز	شمز	كط	كو	مح
يب	رصط	كز	لط	ه	شكو	كه	لح	مد	شمح	ط	مو	نو
يج	ش	كز	نه	يو	شكز	يج	له	كط	شمح	مط	نط	لو
يد	شا	كز	مو	ك	شكح	٠	لا	د	شمط	ل	د	مط
يه	شب	كو	مز	نح	شكح	مز[2]	كه	ن	شن	ى	٠	كب
يو	شج	كو	و	ج	شكط	لج	كه	٠	شن	مط	نا	كد
يز	شد	كد	له	نج	شل	ك	يد	نب	شنا	كط	لو	يج

(١) ب: نا (٢) ب: نو (٣) ب: مو.

يح	شه	كب	له[1]	م	شلا	و	ى	يج	شنب	ط	يد	نط
يط	شو	ك	يد	كح	شلا	نا	مو	يه	شنب	مح	مح	لط
ك	شز	يز	كد[2]	ط	شلب	لز	د	مب	شنج	كح	يو	ح
كا	شح	يد	ج	كد	شلج	كب	ب	يد	شند	ز	لح	م
كب	شط	ى	ك	و	شلد	و	مج	لج	شند	مو	يح	ا
كج	شى	و	ط	م	شلد	نا	ز	ما	شنه	كه	يج	نب
كد	شيا	ا	لا	ك	شله	له	يد	مط	شنو	ه	كو	يط
كه	شيا	يز[3]	له	لد	شلو	يط	ه	يب	شنو	مد	له	نب
كو	شيب	ن	ند	لد	شلز	ب	لط	ن	شنز	كج	مج	نا
كز	شيج	مد	نو	مه	شلز	مه	يح	ى	شنح	ب	مط	كز[4]
كح	شيد	لح	لد	لا	شلح	كط	ب	و	شنح	ما	نج	كز
كط	شيه	لا	مج	يو	شلط	يا	نا	ب	شنط	ك	نو	مب
ل	شيو	كد	ن	كد[5]	شلط	ند	كو	م	شس	٠	٠	٠

(١) ب: لح (٢) ب: كه (٣) ب: نز (٤) ب: كو (٥) ب: كه.

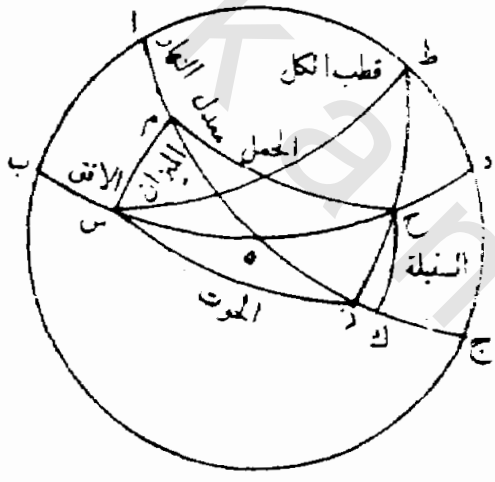
و اما معرفة عروض البلدان من جهة فضل النهار فيها فامّا ان نقسّم الظل المعكوس لميل درجة الشمس على جيب تعديل النهار حتى يخرج ظلّ تمام عرض البلد معكوسا، و امّا ان نضرب جيب تمام ميل الشمس فى جيب تمام تعديل النّهار و نقوّس المجتمع و نلقيها من تسعين و نقسم على جيب ما يبقى مضروب جيب تمام ميل الشمس فى جيب تعديل النّهار فيخرج جيب عرض البلد .

(١) فاما العلة فى عمل استخراج فضل المطالع الذى هو تعديل النّهار و هى ان نسبة جيب اعنى جيب : ه ز، فى الشكل المتقدم فى بابه الى جيب : ه ج ، الربع كنسبة ظل : ح ز ، المعكوس الى ظل : د ج ، المعكوس و هذان الظلان هما لقوسى : ط ح، ط د ، ظلّاهما المستويان، و اما العلة فى كون تعديل النّهار على مقدار واحد لكل اربع درجات ميولها متساوية فلنفرض لها من الأفق قوسى : ه ح ، ه س متساويتين فكل واحدة من : ك ح ، م ح ، ك س ، م س ، برجا تامّا فيكون : م ح ، برج الحمل و : ح ك ، برج السنبلة من اجل ان اول مطلع اولها هو مطلع اول الثور، و يكون : م س ، برج الميزان و : ك س ، برج الحوت و نخرج : ه ج ز[٢] ، فمعلوم ان : م ه، هو ما طلع مع برج الحمل فى البلد من الازمان و : م ز ، ما طلع معه منها فى خط الاستواء و : ه ز ، فضل ما بين المطالعين .

(١) ابتداء شكل : ٤٩ (٢) ب ، ج : ط ح ز.

و لمثله

(١) و لمثله : ك ه ، مطالع السنبلة فى البلد و : ك ز ، مطالعها فى خط الاستواء، و للسنبلة زيادة، و على هذا المثال الحال فى برجى الميزان و الحوت من اشتراك : ه ع ، الفضل بين مطالعيهما، وكل واحدة من نسبة جيب : ه ح ، الى جيب : ح ز ، و نسبة جيب : ه س ، الى جيب س ع ، هى كنسبة الجيب كله الى جيب تمام عرض البلد ف : ح ز ، س ع ، متساويان و تماماهما كذلك متساويان وكل واحدة من نسبة جيب : ز ه ، الى جيب : ه ح ، و نسبة جيب : ع ه ، الى جيب : ه س ، كنسبة جيب : ح ط ، تمام الميل الى جيب : ط د ، عرض البلد ففضلا : ز ه ، ه ع ، متساويان، وهما لأربعة أبراج كما ذكرنا .



(٤٩)

و اما علة نقصان هذا الفضل فى الميل الشمالى و عكسه، فلنخرج له فلك البروج و هو : ز ه و ، و نقطة : ز ، منه نقطة : و، وهى الاعتدال الربيعى و ليكن منه كل واحدة من قسى : ز ح ، ل ه : ه س ، ص و ، برجا، و معلوم ان : ز ح ، برج الحمل و : ل ه ، السنبلة و : ه س ، الميزان و : ص و ، الحوت و نخرج دائرتى : ك ط س ، ن ط ص ، فتفصل من معدل النهار مطالع هذه الابراج فى خط الاستواء، و نخرج من كل

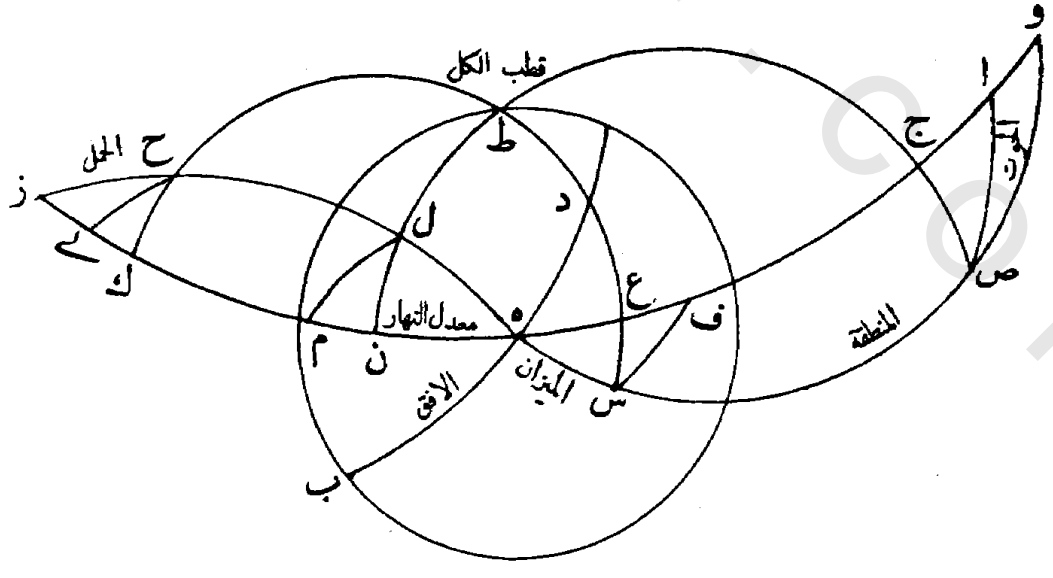
(١) ابتداء شكل : ٥٠ .

واحدة من نقطة[1] : ح ل س ص ، قوسا من دائرة عظمى متشابهة الوضع لأفق : ه د ، اعنى يحيط مع معدل النهار بزاوية كزاوية : ن ه ب ، فيحصل فى النصف الشمالى فضلا : ى ك ، م ن ، وهما نقصانان من : زك ، ز ن : مطالع خط الاستواء حتى يصيرا : ا ج ، ز د م ، مطالع البلد.

٥ وفى النصف الجنوبى يكون فضلا : ع ف ، ا ج ، زيادتان على : ز ع ز ج[2] ، مطالع خط الاستواء حتى يصيرا : ز ف ، ز ا ، مطالع البلد .

واما ما بعد ذلك من امر قوس النهار والليل فهو شديد الظهور واما معرفة عرض البلد من تعديل النهار فنى الشكل المتقدم نسبة جيب : ه ز ، الى جيب : ه ج[3] ، الربع كنسبة ظل : ح ز ، الى ظل :

١٠ ز ح ، معكوسين ، فـ : د ح ، تمام عرض البلد معلوم وايضا فان نسبة جيب : ز ج[4] ، تمام تعديل النهار الى جيب : ز ط ، الربع كنسبة جيب : د ح الى جيب : ح ط ، تمام الميل ، فـ : د ح ، معلوم ، ونسبة جيب : ح ه ، تمامه الى جيب : ه ز ، تعديل النهار كنسبة جيب : ح ط ، الى جيب : ط د ، عرض البلد فهو اذن معلوم .



(٥٠)

(١) من ج ، ب وفو : نقطة (٢) ب ، ج : ع و (٣) ج : ه ح (٤) ج ، ب : ز ح . الباب

الباب التاسع عشر فى درجة طلوع الكواكب وغروبها

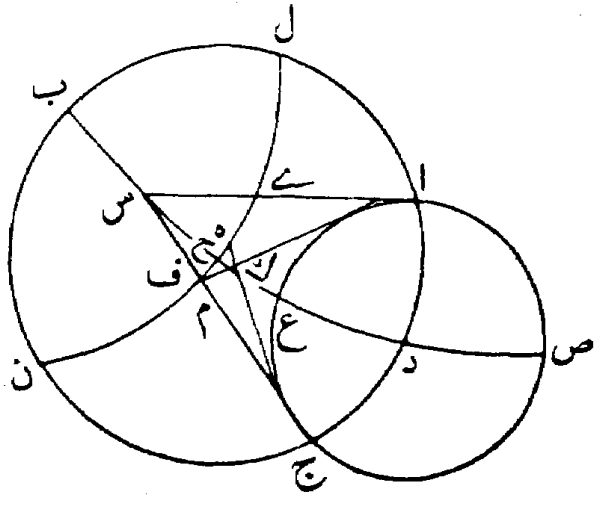
اذا أردنا أن نعرف الدرجة التى تطلع معها الكوكب ذو العرض والتى تغرب معها استخرجنا تعديل نهار الكوكب ومطالع ممرّه على وسط السماء فى خط الاستواء فان كان بعده عن معدل النهار شماليّا نقصنا تعديل نهاره من مطالع درجة ممرّه وان كان بعده جنوبيا زدنا تعديل نهاره على مطالع درجة ممرّه فيحصل بعد الزيادة او النقصان مطالع درجة طلوعه فى البلد فاذا قوّسناها فيها خرجت هذه الدرجة .

واما الدرجة التى تغرب معه فانا نعكس لها ما ذكرنا بان نزيد تعديل نهاره على مطالع درجة ممرّه ان كان بعده عن معدّل النهار شماليا وننقصه منها ان كان جنوبيا فتحصل مغارب درجة غروبه فى البلد، ونزيد عليها مائة وثمانين درجة ونقوّس المبلغ فى مطالع البلد ثم ننقص من درج السواء التى تخرج من التّقويس ماكنا زدنا وهو مائة وثمانون جزؤا فتبقى درجة الغروب .

ولنقرّر من حال هاتين الدرجتين ان الكوكب اذا عدم العرض وفكان لذلك على منطقة البروج وافى الأفق وفلك نصف النهار مع درجته، واذا تنحّى عنها بعرض له فى الشمال او الجنوب كان ما يوافق هاتين عدم الدائرتين معه غير درجته فى الاكثر، وقد تقدم امر درجة الممرّ وكيفية اختلافها مع درجته وبقى امر الافق فان وقع

قياسه الى المنطقة اختلف امره و افتنّ و ذلك انه فى خط الاستواء و فى البلاد التى لايفضل عرضها على الميل الأعظم و هى التى لا يدور قطب فلك البروج الشمالى فيها ظاهرا فوق الارض ربما طلع و غرب مع درجته، و ربما سبقها و ربما تخلّف عنها و فى البلاد ذوات الظل الواحد يدوم على حال واحدة من سبق الكوكب درجته فى الطلوع اذا كان شمالى العرض و تخلفه عنها اذا كان جنوبى العرض و انعكاس ذلك فى الغروب .

(١) و لنفرض لتقرير ذلك أوضاعا أولها خط الاستواء فيه : ب ح د ، الافق و : ل ح ن ، فلك البروج، و معلوم ان قطب الكل يكون فيها على نقطة : د ، فندير عليها و ببعد الميل الاعظم دائرة : ا ع ج ص ، و هى التى عليها يدور قطب فلك البروج فاذا و افى احدى نقطتى : ع ص ،كان الافق حينئذ احدى الدوائر التى تحد العرض فيكون الكوكب و درجته معا على الافق للطلوع و الغروب فاذا فارقهما صارت درجة الطلوع غير درجته و يكتفى فى التعريف بها فان درجة الغروب على قياسها، و نهب ان قطب فلك البروج حصل فوق الأرض على: ا، الذى هو غاية ارتفاعه و الكوكب الطالع وقتئذ : ك، الشمالى و: س، الجنوبى فدرجة طلوعهما: ح،ونخرج



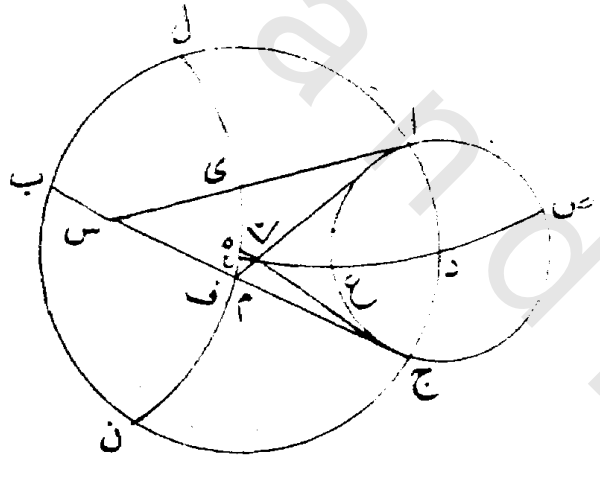
(٥١)

(١) ابتدا شكل : ٥١ .

قوسى: ا ك م ، ا ى س، فيكون : م، درجة كوكب : ك ، و قد تخلّفت عن درجة الطلوع بمقدار : م ح ، و : ى ، درجة كوكب : س ، و قد سبقت درجة الطلوع بمقدار : ى ح ، و هو اعظم سبقها .

ثم لنهب ان قطب فلك البروج و افى نقطة : ج ، عند موافاة المنقلب الصيفى فلك نصف النهار و طلع كوكبا : ك س ، ونخرج دائرتى عرضيهما فيكون : ه ، درجة كوكب : ك ، و قد طلعت قبل درجة الطلوع بمقدار : ه ح ، و تخلّفت درجة كوكب : س ، بمقدار : م ح ، و قد تربّعت دائرة القطب بنقط : ا ، ع ، ج ، ص ، .

(١) و اما الوضع الثانى فليكن للبلاد ذوات الظلين الى نهاية الميل الاعظم وقد ارتفع القطب فيه بمقدار: د ط ، فيكون حال السبق و التخلّف فيه على مثل ما فى الوضع



(٥٢)

الاول الا ان نقطتى: ع ص، اللتين فيهما يبطل السبق و التخلف لايكونان على تربيع نقطة: ا ، بل تقربان من نقطة : ج ، و يتزايد هذا القرب الى ان يصير : ز ط ، مساويا لميل الأعظم فيما بين دائرة القطب الأفق و تتحدّ نقط : ص ، ع ، ج ، فاذا حصلت نقطة الانقلاب الصيفى على فلك نصف النهار كانت درجتا الطلوع و الغروب درجة الكوكب

(١) ابتداء شكل : ٥٢ .

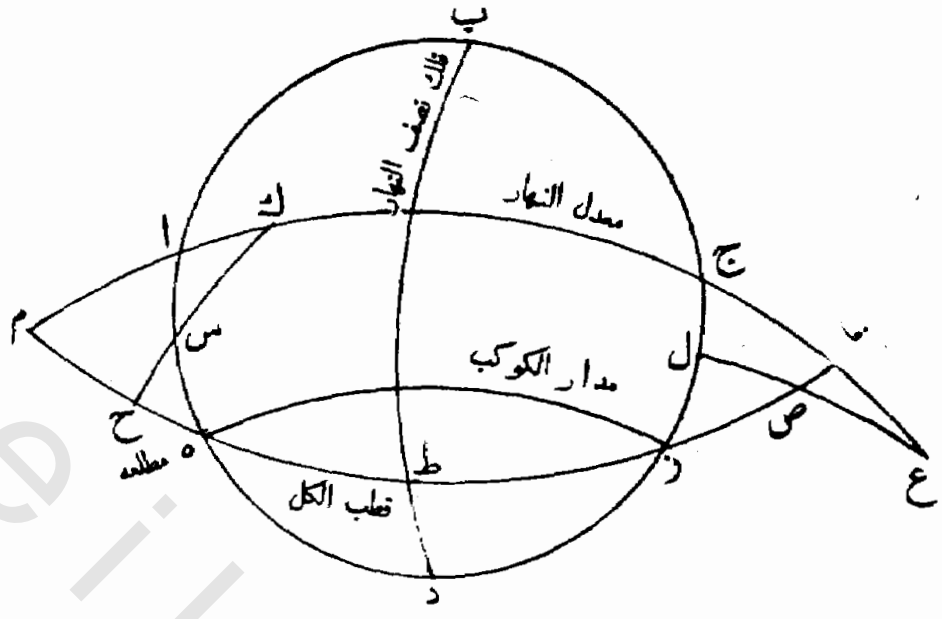
و ذهب سبق الدرجة درجة الطلوع عن الكوكب الشمالى و تخلفها عنها عن الجنوبى .

و اما الوضع الثالث فيكن للبلاد ذوات الظل الواحد و فيه يذهب اتحاد درجة الكوكب مع احدى درجتى الطلوع و الغروب اصلا و يبقى السّبق و التخلّف على مثال ما فى الوضع الثانى .

فهذه هى الحال عند القياس الى فلك البروج بعروض الكواكب فأما بالقياس الى معدل النهار بابعادها عنه فالقضيّة فيه واحدة و بالاضافة الى درجة الممرّ فى الجنوبى و الشمالى مطّردة و للحاسب المتقدّم فيه (١) فليكن : ا ب ج د ، دائرة الافق و : ب ط د ، فلك نصف النهار و : ع ج ا م معدل النهار على قطب : ط ، و ليطلع كوكب شمالى البعد عنه على نقطة : ه ، فيرسم قوس نهاره : ه ز ، و ليمر على مطلعه و مغربه من دوائر الميول : م ط ، ف ط ، فيكون كل واحد من : ا م ف ج ، تعديل نهار الكوكب فليكن : ك س ح ، فلك البروج فيكون : س ، درجة الطلوع و : ا ، منتهى مطالعها فى البلد : و : ح ، درجة الممرّ و : م ، منتهى مطالعها فى خط الاستواء و فضل ما بينهما هو تعديل النهار فاذا نقصناه من : م ، انتهينا الى : ا .

(١) ابتداء شكل : ٥٣ .

و بالتقويس



(٥٣)

و بالتقويس فى مطالع البلد تخرج درجة : س ، ثم لنُدر هذا الكوكب حتى يوافى أفق المغرب على : ز ، فتصل نقطة : ك ، التى هى الاعتدال الربيعى على : ع ، و يصير فلك البروج : ع ص ل ، امّا : ص ، فهى الّتى فى لما شرق : ح ، و منتهى مطالعها فى خط الاستواء : ف ، و اما : ل ، فهى درجة الغروب و منتهى مغاربها فى البلد : ج ، و فضل ما بينهما : م ج ، تعديل النهار فاذا زدناه على مطالع درجة الممرّ فى خط الاستواء انتهينا الى : ج ، منتهى الغارب لكنها لا تكون موضوعة فى جداول و ان اريدت فقد قلنا ان كل برج فزمان غروبه فى زمان طلوع نظيره فمطالع نظير كل برج هى مغاربه و اذا ابدل فى جدول المطالع اسم كل برج باسم نظيره صارت المطالع مغارب مبتدئة من اول الميزان و هو باسم الحمل فاذا زيد على كل واحد مما فى الجدول نصف دور ابتدأت من اول الحمل و اذا العمل بالمطالع دون المغارب فان زيادة نصف الدور فى العمل على : ج ، نحوله الى النظير و بتقويسه فى مطالع البلد يخرج نظير درجة الغروب فلذلك ينقص منه مائه و ثمانين درجة ليبلغ درجة الغروب نفسها و ذلك : م ا ، اردنا ايضاحه ،

الباب العشرون فى معرفة الماضى من النهار من قِبَل ارتفاع الشمس وعكس ذلك

اذا عرفنا ارتفاع الشمس فى وقت ما واردنا ان نعرف بما دار من ازمان قوس النهار من لدن طلعت فانا نستخرج تعديل نهار درجتها وجيبه ونحفظهما ثم نقسم جيب ارتفاع الشمس على جيب تمام عرض البلد وما خرج على جيب تمام ميل درجة الشمس فيخرج الترتيب فان كان ميل الشمس جنوبيا جمعنا الترتيب الى جيب تعديل النهار وان كان ميل الشمس شماليا اخذنا الفضل بينهما ونظرنا الفضل لايّهما هو ثم قوّسنا الحاصل من المجموع او الفضل فى جداول الجيوب فيكون قوس التقويم فان كان الميل جنوبيا اوكان الفضل لجيب تعديل النهار الشمالى اخذنا الفضل بين تعديل النهار وبين قوس التقويم وان كان الفضل للترتيب جمعنا قوس التقويم الى تعديل النهار وان تساويا اخذنا تعديل النهار نفسه كما هو ثم نظرنا فان كان الارتفاع شرقيا كان ما حصل معنا هو ازمان الدوائر وان كان الارتفاع غربيا نقصنا الحاصل من قوس النهار فيبقى الدائر ومتى ضربناه فى اربع دقائق خرج ما فيه من الساعات المستوية ودقائقها فان اردنا معوجة قسمنا الدائر على ازمان ساعات درجة الشمس فتخرج الساعات المعوجة وضربنا وما يبقى فى ستين وقسمنا ما بلغ على ازمان الساعات ايضا فيخرج دقائقها وما بعدها .

واما معرفة احد نوعى الساعات فى الدائر من الآخر فانها اذا

كانت

كانت مستوية و ضربت فى خمسة عشر ثم قسّم المجتمع على ازمان ساعات الشّمس تحوّلت معوّجة و ان كانت معوّجة ثم ضربت فى ازمان ساعات الشّمس و قسّم المبلغ على خمسة عشر تحوّلت مستوية .

وفى عكس هذا العمل

اذا كانت الساعات معلومة و أردنا ارتفاع الشمس للوقت ضربنا الساعات المستوية فى خمسة عشر و المعوّجة فى ازمان ساعات الشمس حتى يتحوّل دائرا فان كانت قبل نصف النهار استعملناه كما هو و ان كانت بعده استعملنا فضل ما بينه و بين قوس النهار، فان كان ميل الشمس جنوبيا زدنا على هذا المستعمل تعديل النهار و جعلنا ما بلغ جيبا و نقصنا منه جيب تعديل النهار .

و ان كان ميل الشمس شماليّا جعلنا الفضل بين المستعمل و بين تعديل النّهار جيبا فان كان الفضل للمستعمل زدنا على هذا الجيب جيب تعديل النهار ، و ان كان الفضل لتعديل النهار نقصنا هذا الجيب من جيب تعديل النهار و ضربنا ما حصل بعد الزيادة أو النقصان فى جيب تمام عرض البلد فيجتمع جيب ارتفاع الشمس شرقيّا قبل نصف النهار و غربيّا بعده[1] و لكن للبرهان عليه : ى ز د ، الافق على مركز : ه ، وخط نصف النهار فيه : ى ه د ، و : ز ، مطلع مدار الشمس منه و : ز م ، ما دارت فيه من قوس النهار على مركز : ا ، و : ز ح ، الفصل المشترك بين سطحه و بين سطح الأفق و : س م ع ، مثلث الوقت و يخرج من : ا

(١) ابتداء شكل : ٥٤ .

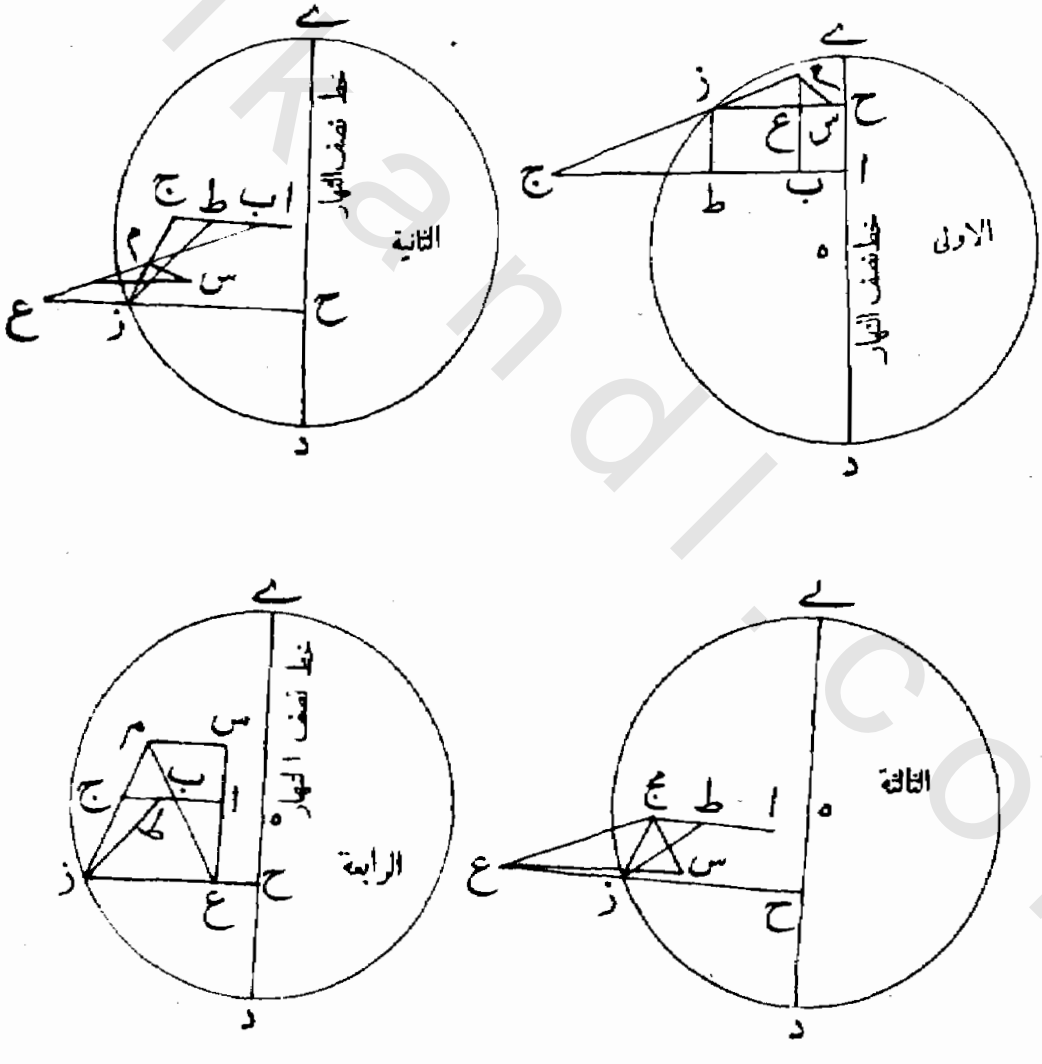
قطر المدار موازيا لـ : ز ح ، و هو : ا ب ج ، فيمرّ من قطر المثلث على : ب ، و يخرج عمود : ز ط ، على : ا ج ، فيكون جيب تعديل النهار فى المدار و يساويه : م ع ، للموازاة و نسبة : م س ، جيب ارتفاع الشمس الى : م ع ، كنسبة جيب زاوية : م ع س ، التى بمقدار تمام عرض البلد الى جيب زاوية : م س ع ، القائمة فـ : م ع ، معلوم لكنه مقدار : م ز ، و : م س ، مقدر بالمقدار الذى به نصف قطر مدار الشمس هو جيب تمام ميله ، و يجب ان يحوّل الى المقدار الذى به نصف قطر المدار هو الجيب كله و نسبة : م ع ، الخارج من القسمة الى جيب تمام ميل الشمس كنسبة : م ع ، المطلوب الى الجيب كله فـ : م ع ، المسمى ترتيبا معلوم و مطلوبنا هو : م ب ، جيب قوس : م ج ، المسماة تقويما و حصوله فى الصورة الأولى التى لليل الجنوبى يجمع : م ع ، ع ب ، و فى الصورة الباقية التى لليل الشمالى تأخذ الفضل بينهما ، ثم اذا حصلت قوس التقويم كان : ز م ، الدائر فى الصورة الاولى و الثانية فضل ما بين : م ج ، التقويم : و : ز ج ، التعديل و فى الصورة الباقية مجموعهما و معلوم انهما اذا تساويا كان الدائر : ج ز ، .

و اما عكس هذا العمل اذا طُلب الارتفاع من الساعات فان الدائر أو الباقى هو : ز م ، فاذا أضيف اليه تعديل النهار فى الأولى و أخذ فضل ما بينهما فى سائر الصور حصل : ج م ، و جيبه : ب م ، و نأخذ فضل ما بينه و بين : ب ع ، جيب تعديل النهار فى الاولى و الثانية و جمعهما فى الباقية يحصل : م ع ، بالمقدار الذى به نصف قطر المدار الجيب كله

فاذا

فاذا ضرب فى جيب تمام ميل الشمس تحوّل : م ع ، الى مقدار الجيب كله للدائرة العظمى، و نسبته كما تقدم الى : م س ، جيب الارتفاع كنسبة جيب زاوية : س ، الى جيب زاوية : ح[1] ، و أمر الساعات من الدائر و تحوّل احد النوعين الى الآخر بعد توسط ازمان الدائر بينهما ظاهر بحمد الله عزّوجل .

٥



(٥٤)

(١) ج : ع .

الباب الحادى والعشرون فى معرفة الماضى من النهار من قِبل سَمت الشمس[1] أوعكسه

اذا عرفنا بعد سمت الشمس عن خط الاعتدال فى وقت ما وأردنا معرفة مامضى من النهار الى ذلك الوقت ضربنا جيب تمام السّمت فى جيب تمام عرض البلد فيجتمع المحفوظ الاول فنقوّسه ونلقى قوسه من تسعين ونأخذ جيب ما يبقى وهو المحفوظ الثانى ونقسّم عليه جيب السّمت فيخرج جيب المطالع الوسطى، ثم نقسم جيب ميل الشمس على المحفوظ الثانى فما خرج نضربه فى المحفوظ الأول ونقسم المجتمع على جيب تمام ميل الشمس فيخرج جيب التعديل، فان كان ميل الشمس جنوبيا نقصنا هذا التعديل من المطالع الوسطى وتمّا بقى تعديل النهار فيبقى الدائر وان كان سمت الشمس على خط الاعتدال كان المحفوظ الأول هو جيب تمام عرض البلد والمحفوظ الثانى جيب عرض البلد وكانت المطالع الوسطى هى التعديل نفسه فزدنا عليه تعديل النهار حتى يجتمع الدائر، وان لم يكن للشمسَ ميل لم يكن لها ايضا تعديل نهار وكانت المطالع الوسطى هى الدائرة.

وان كان ميلها شماليا والسمت جنوبيا زدنا التّعديل وتعديل النهار معا على المطالع الوسطى فيجتمع الدائر، وان كان الميل والسمت معا فى الشمال نظرنا الى المطالع الوسطى فان سارت تعديل النهار كان التعديل هو الدائر وان كانت أقل من تعديل النهار زدنا التعديل على فضل

(١) ج: الرأس.

ما بينهما و ان كانت أكثر من تعديل النهار نقصنا فضل ما بينهما من التّعديل فيحصل الدائر ان كان السمت مأخوذا من المشرق، و اما ان كان مأ خوذا من المغرب فالدائر فى جميعها هو فضل ما بين الحاصل و بين قوس النهار، و قد تقدم تصييره ساعات.

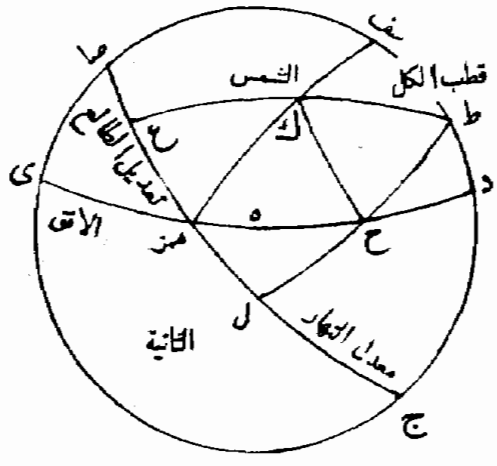
و اما عكس هـــذا الباب اذا عرف الدائر من الازمان وأريد معرفة السّمت فانا نأخذ فضل ما بين الدائر من اوّل النهار و بين نصف قوس النهار و نأخذ جيبه و سهمه، فاما الجيب فانا نضربه فى جيب تمام ميل الشمس و نحفظ المبلغ.

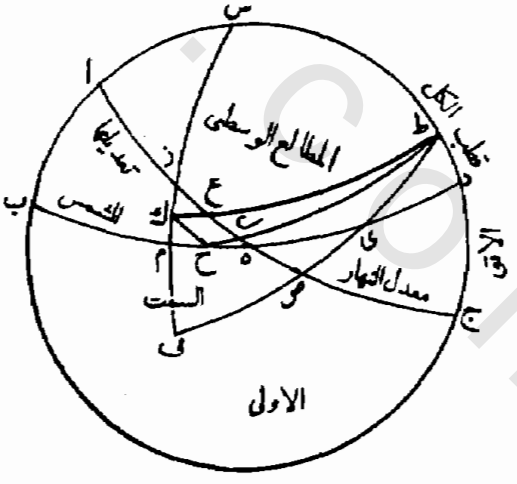
و أما السهم فانا نلقيه من سهم نصف قوس النهار و نضرب الباقى فى جيب تمام ميل الشمس ثم فى جيب تمام عرض البلد و نقوّس ما يجتمع و نلقى قوسه من تسعين و نقسّم المحفوظ على جيب ما يبقى فيخرج جيب نقوسه و نلقى قوسه من تسعين فيبقى جيب بعد السمت عن مطلع الاعتدال ان كان الدائر أقلّ من قوس نصف النهار و عن مغربه ان كان الدائر أكثر من نصف قوس النهار.

(١)و البرهان على العمل الأول الذى لمعرفة الدائر من السمت: ا ب ج د، فلك نصف النهار و: ب ه د، الافق على قطب: س، و: ا ه ج، معدل النهار على قطب: ط، و ليكن الشمس على: ك، و دائرة الارتفاع المارة عليها: س ك م، فيكون: ه م، بعد سمتها، و دائرة الميل المارّة عليها: ط ك م[٢]، فيكون: ك ع، ميلها و المدار الذى يجرى عليه: ك ح

(١) ابتداء شكل: ٥٥ (٢) ج: ط ك ع

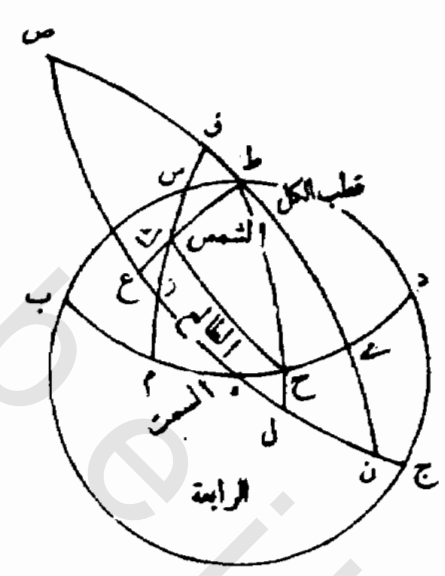
فيكون : ح ، مطلعها و يخرج : ط ح ل ، فيكون : ه ل ، تعديل نهارها و المطلع[1] الوسطى : ه ز ، و: زع ، تعديلها و نذير على قطب : ز ، و يبعد ضلع المربع دائرة : ص ط ف ، فكل و احدة من قوسى : ى ف ، ط ف ، بمقدار تمام زاوية : ز ، وجيبها هو المحفوظ الاول ، و قوس : ص ف ، بمقدار زاوية : ز ، و جيبها هو المحفوظ الثانى و نسبة جيب : ى ه ، تمام السمت الى جيب : ى ف ، كنسبة جيب هذا الربع الى جيب : د ج ، تمام عرض البلد فجيب : ى ف ، المحفوظ الاول معلوم و جيب تمامه المحفوظ الثانى ايضا معلوم ، و نسبته أعنى جيب : ص ف ، الى جيب : ص ز ، الربع كنسبة ، جيب : ه م ، السمت الى جيب : ه ز ، المطالع الوسطى فهى معلومة و نسبة جيب : ص ف ، المحفوظ الثانى الى جيب : ف ز ، الربع كنسبة جيب : ع ك ، الميل الى جيب : ك ز ، و هو معلوم و نسبته الى جيب : ع ز ، تعديل المطالع كنسبة جيب : ك ط ، تمام الميل الى جيب : ط ف ، المحفوظ الاول فالتعديل معلوم و المطالع المعدّلة به : ه ع ، معلومة و الدائر مصححا بتعديل النهار .

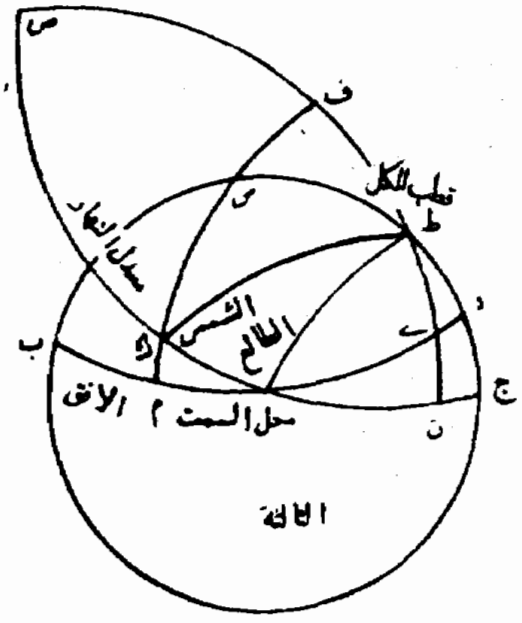


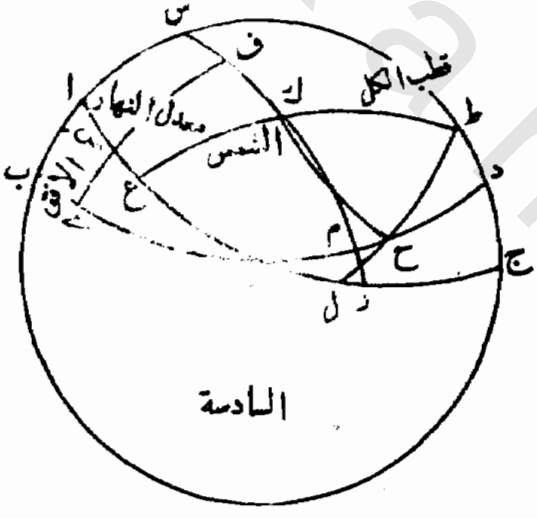


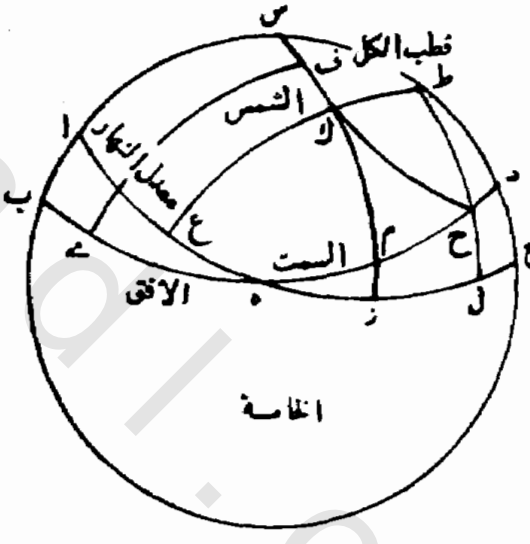
(١) ب ، ج : المطالع .

فالصورة









(٥٥)

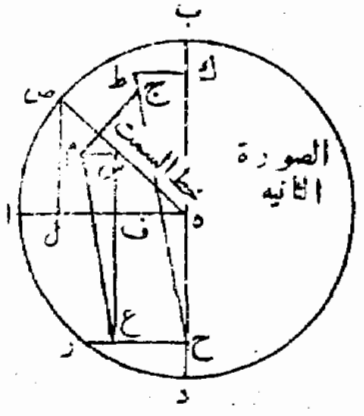
فالصورة الأولى للميل الجنوبى و الثانية لعدم السمت و الثالثه لعدم الميل و الباقية[1] للميل الشمالى، اما الرابعة فللسمت الجنوبى، و اما الخامسة فللسمت الشمالى و تعديل النهار أعظم من المطالع الوسطى والسادسة للسمت الشمالى و تعديل النهار أصغر منه.

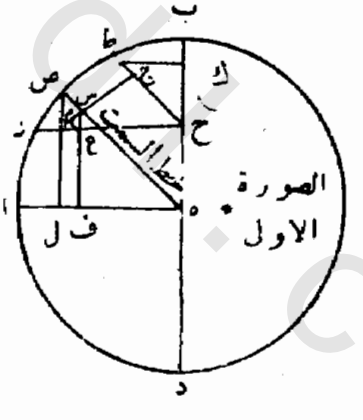
و اما للعكس فى معرفة السمت من الدائر فان فصل ما بين الدائر و بين نصف قوس النهار هو بعد الشمس فى المدار عن فلك نصف النهار ٥

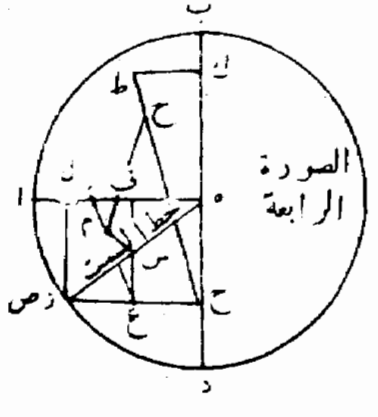
(٢) و لنعدله بعض الصور المتقدمة التى استعمل فيها : م س ع ، مثلث

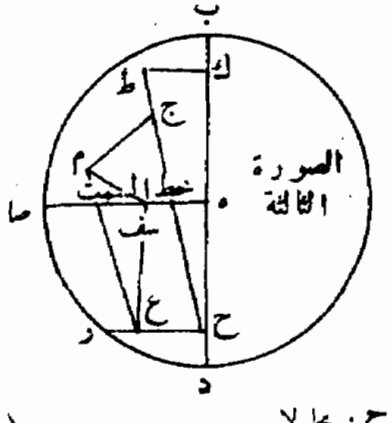
(١) ج ، ب : الثالثه (١٢ ابتداء شكل : ٥٦ .

الوقت و : ط ك ح ، النهار و يخرج : م ج ، على موازاة : ع ح ، فيقطع : ج ح ، مساويا لـ : م ع ، و يكون : ط ج ، سهم البعد عن نصف النهار و معلوم ان جيب هذا البعد فى المدار يساوى : ه ف ، لكنه بالمقدار الذى به نصف قطر المدار الجيب كله فيجب ان يحوّل الى المقدار الذى به نصف قطر المدار جيب تمام ميله ، و اذا حول كان هذا هو المحفوظ و نخرج : ه س ص ، الفصل المشترك لسطحى الافق و دائرة الارتفاع و عمود : ص ل ، على : ا ه ، فيكون جيب السمت ، و نحن اذا القينا : ط ج ، سهم البعد من : ط ح ، سهم نصف قوس النهار ساوى الباقى : م ع ، و يجب ان يحول كما حول : ه ف ، ثم يكون نسبته محولا[1] الى : م س ، كنسبة جيب زاوية : س ، القائمة الى جيب زاوية : ع ، تمام عرض البلد و : م س ، جيب ارتفاع الوقت و : ه س ، جيب تمامه فاذا صار معلوما كانت نسبته الى : ه ف : المحفوظ كنسبة : ص ه ، الجيب كله الى : ه ل ، جيب تمام السمت و هو معلوم ، و ذلك ما اردناه .









(١) ج : محولا .

الباب الثانى والعشرون فى معرفة الوقت من الليل بقياس الكواكب الثابتة

إن الذى تقدّم للشمس فى مثل هذا المعنى لم يختلف فى الايّام الّا من قبل اختلاف تعديل نهارها و سبب اختلافه اختلاف ميول مدارتها، و ليس يُبايِنُها الكوكب العديم العرض فى شئ من تلك الاعمال البتة للزومه المنطقة .

و أما ذو العرض عنها فيختلف به درجات طلوعه و غروبه و توسطه السماء حتى تغاير درجته و يحصل لبعضها من الميل ما يُربى على الميل الأعظم و يكون قوس نهاره بحسبه، فمتى أقيم بعد الكوكب عن معدّل النهار مقام ميل درجة الشمس و استخرج به تعديل نهاره و سلك فيه من ارتفاعه او سمته مثل ما تقدّم فى الشمس منهما حصل أزمان الدائر من لدن طلوعه الى وقت القياس و ليسم دائرا أوسط ، فاما الدائر المعدل و هو الذى من أوّل الليل و طلوع الكوكب يكون ليلاً ويكون نهاراً ، فمتى كانت درجة طلوعه فيما بين درجة الشمس و بين نظيرتها كان طلوع الكوكب بالنهار و متى كانت فيما بين نظير درجة الشمس الى درجتها كان بالليل، و إن كان بالنهار القيت مطالع درجة طلوعه فى البلد من مطالع نظير درجة الشمس فيه و نقص ما يبقى من الدائر الأوسط فيبقى الدائر المعدّل، و إن كان بالليل أُلقيت مطالع نظير الشمس فى مطالع درجة طلوعه فيه، و زيد ما يبقى على الدائر الأوسط فيجتمع

الدائر المعدّل من اول الليل فحينئذ نحوّل الى اىّ نوعى الساعات أُريده، ومن أجل أن فى الكواكب الثابتة مايتأبّد ظهوره فى بعض المساكن ولا يكون له درجة طلوع ولا قوس نهار فضلا عن تعديله، وربّما وقع للقياس على مثله ولتحديد الوقت بارتفاعه.

(١) فليكن: ا ب ج د، نصف فلك نصف النهار و: ا د، خط الزوال و: ط، قطب الكل، وليكن مدار أحد الكواكب التى من هذا الجنس: ب م ج، ويصل المركز بالقطب بخط: ه ى ط، ويصل: ب ج، ويخرجه الى ان يلقى خط الزوال على: ح، وينزل عمودى: ب ك، ج ص، فيحصل منها مثلث النهار لذلك الكوكب على نوعين أحدهما: ب ك ح، من أعظم ارتفاعيه فى فلك نصف النهار أعنى: ج ب[٢]، وجيبه: ب ك، والآخر: ج ص ح، من أصغر إرتفاعيه فيه أعنى: د ج وجيبه: ج ص، ونسبة كل واحد من هذين الجيبين الى قطر المثلث الذى هو فيه كنسبة جيب تمام عرض البلد الى الجيب كله كما قلنا مرارا، فكل واحد من: ب ح، ج ح، معلوم و: ه د، نصف قطر الدائرة هو جيب تمام ميل الكوكب فنفرض موضعه وقت قياس إرتفاعه: م، وجيب الارتفاع: م س، ومثلث الوقت: م س ع، وهو معلوم الأضلاع، لأن نسبة: م س، الى: م ع، هى النسبة المذكورة فى مثلث النهار، ويخرج: م ل، على موازاة: ع ح، فيكون: ب ح، معلوما لأنه يساوى: م خ، وبقى: ب ل، معلوما لأنه إما زيادة: ب ح، على:

(١) ابتداء شكل: ٥٧ د (٢) ب، ج: د ب.

م ع ، و إمّا أن : ج ل ، زيادة : م ع ، على : ج ح ، فيكون : ب ل ، فضل ما بين : ج ل ، و بين : ل ج ، ضعف جيب تمام ميل الكوكب لكن : ب ل ، سهم قوس : ب م ، التى بين الوقت و بين حصول الكواكب[1] على فلك نصف النهار فى المدار ، و نسبة : ب ل ، الى : ب ى ، على أن : ب ى ، جيب تمام ميل الكوكب كنسبة : ب ل ، الى : د ب ، على أن : ب ى ، الجيب كله ، فاذا حوّل الى هذا المقدار عرف القوس من سهمها و عرف الوقت بجانب الارتفاع ، و متى كان العمل بمثلث أصغر الارتفاعين حصل السهم : ج ل ، و القوس : ج م .

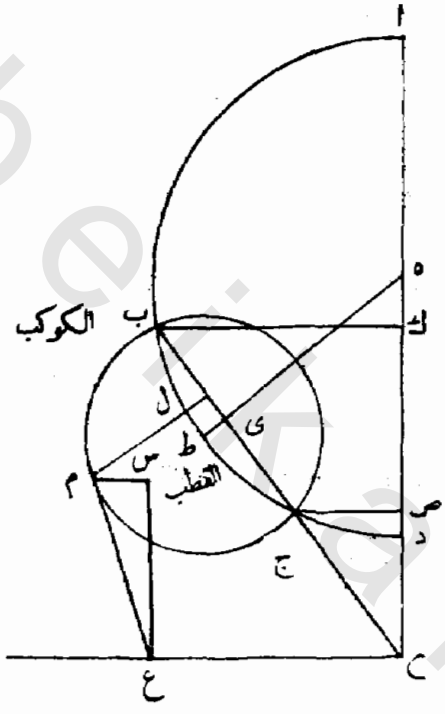
فامّا حسابه المجرّد :

و هو أن يحصل تمام بعد الكوكب عن معدّل النهار ثم يوضع عرض البلد فى مكانين و ينقص تمام بعد الكوكب من احدهما ، فيبقى أصغر إرتفاعيه فى فلك نصف النهار و يزاد على الآخر فيجتمع أعظم إرتفاعيه منه فيؤخذ جيب الذى يزاد العمل به و يقسم على جيب تمام عرض البلد فيخرج قطر المثلث ، و كذلك تفعل بجيب ارتفاعه فى الوقت فيخرج الترتيب و يؤخذ فضل ما بينه و بين هذا القطر ، و نقسم على جيب تمام بعد الكوكب فيخرج سهم قوس تسمّى المحفوظة فان كان العمل باعظم إرتفاعى الكوكب كانت المحفوظة هى ما بين الوقت و بين موافاة الكوكب فلك نصف النهار باقيا اليه إن كان إرتفاعه

---

(١) ب : الكوكب .

المقبس شرقيا و ماضيا منه إن كان غربيّا، وإن كان العمل بأصغرهما فالمحفوظة هى الماضى إن كان الارتفاع شرقيّا و الباقى إن كان الارتفاع غربيّا ، ثم يؤخذ مطالع درجة ممرّ الكوكب على وسط السماء فى خط الاستواء و يزاد عليها القوس المحفوظة إن كانت للماضى و ينقص المحفوظة منها ان كانت للباقى فيحصل بعد الزيادة او النقصان مطالع درجة وسط السماء فى خطّ الاستواء وقت القياس ، و يزاد عليها تسعون و ينقص من المبلغ مطالع نظير درجة الشمس فى البلد ، فيبقى الدائر من الأزمان من لدُن اول الليل فيحول حينئذ الى الساعات.



(٥٧)

باب

الباب الثالث والعشرون فى استخراج الأوتاد الاربعة للوقت المعلوم بالمطالع

ألاوتاد الأربعة هى ما وافى أفق البلد و فلك نصف نهاره من فلك البروج، فالموافى أفق المشرق هو وتد الطالع و الموافى أفق المغرب هو وتد الغارب و الموافى فلك نصف النهار هو وتد وسط السماء و الموافى فلك نصف الليل هو وتد الأرض، فاذا كانت درجة وسط السماء فى البرج العاشر من برج الطالع سمّوا[1] الاوتاد قائمة و إن كانت فى البرج التاسع منه سمّوها زائلة، و إن كانت فى البرج الحادى عشر منه سمّوها مائلة .

و اذا تقرّر هذا من الصفة و التسمية ثم فرضت لنا ساعات ماضية من النهار وكان موضع الشمس معلوما و أريد معرفة الطالع و باقى الأوتاد الثلاثة حوّل[1] الساعات أزمانا فيضرب مستويتها فى خمسة عشر و معوجتها فى أزمان ساعات درجة الشمس فيحصل الدائر فيها من الأزمان و نزيده على مطالع درجة الشمس فى البلد فيجتمع مطالع درجة الطالع[2] فيه، و نقوّسها فى مطالع البلد فيخرج من درج السواء درجة الطالع فى برجه و نظيرتها درجة الغارب، ثم نزيد على مطالع درجة الطالع فى البلد مائتين و سبعين زمانا، و نقوس المبلغ فى مطالع خط الاستواء فتخرج درجة وسط السماء فى برجها و نظيرتها درجة وتد الارض، فان لم تكن المطالع موضوعة الدرجات وكانت معمولة لبرج برج

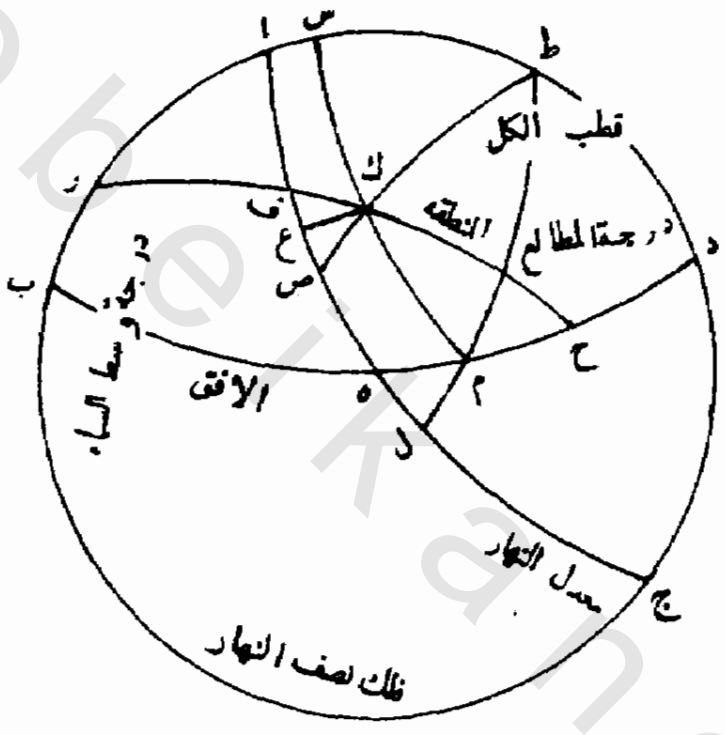
(١) ب ، ج : حولنا (٢) ب ، ج : الشمس .

حوّلنا ما سارت الشمس فى برجها الى مطالعه فى البلد، و زدنا الدائر عليها ثم نقصنا من الجملة مطالع برج الشمس ان و فت بها ثم مطالع البرج الذى يليه، ثم الثالث منه الى ان ينتهى الى ما لا يفى بمطالع البرج فيكون هو الطالع و نحوّل البقية الى درج السواء فتكون درجاته و إن كانت الساعات المعطاة للوقت ماضية من الليل ضربنا معوّجتها فى أزمان ساعات ليل درجة الشمس و هى أزمان ساعات نهار نظير درجة الشمس، ثم أقمنا هذا النظير مقام درجتها و فعلنا به ما كنا فعلنا بالنهار بها بعينه حتى تحصل المطالب .

(١) و ليكن الأفق : ب ه د ، و فلك نصف نهاره : ا ب ج د ، و معدل النهار : ا ه ج ، على قطب : ط ، و: ز ك ح ، من فلك البروج فيكون : ز، درجة و سط السماء و : ح ، درجة الطالع، و لتكن درجة الشمس : ك ، و ندير على قطب : ط ، و عليها مدار : م ك س ، فيكون الدائر من قوس نهارها : م ك ، و نخرج : ط م ل ، ط ك ص ، فيكون : ل ص ، الدائر فى معدل النهار لمشابهته : ك م ، فى المدار، و يخرج : ك ع ، على وضع الافق اعنى أن يكون زاوية : ك ع ص ، مساوية لزاوية : م ه ل ، فيتساوى : ع ص، ه ل ، و يصير الدائر لأجل ذلك : ع ه ، لكنّ : ف ع، مطالع درجة الشمس فى البلد لأن قوة : ك ع ، قوة : م ه، فاذا زدنا : ع ه ، الدائر عليها اجتمع : ف ه ، لكن : ه ، طالعة مع : ح ، فبازاء : ف ه ، فى الجدول و هى مطالع درجة الطالع : ع ، فى السواء، و إذا

(١) ابتداء شكل : ٥٨ .

نقصنا



(٥٨)

نقصنا من : ه ، ربع دور انتهينا الى : ا ، كما ينتهى اليها بزيادة ثلاثة أرباع الدور على : ه ، لكنّ فلك نصف النهار لمروره على القطب هو احد آفاق خط الاستواء فبازاء : ا ، فى جدول مطالعه درجة : ز ، وكل واحد من معدّل النهار و الافق و فلك نصف النهار دوائر عظمى ، فتقاطعها على الأنصاف و لذلك تكون الدرجة الموافية افق المغرب نظيره : ح ، و بينهما نصف دور ، وكذلك الموافية فلك نصف الليل نظيره : ز ، و انمّا سميت البيوت التى هى الدرجات أوايل لها اوتادا لمعنى صناعة احكام النجوم لأن اصحابها استدلّوا بها على الثبات و المقام فاشتهرت لذلك بهذا الاسم .

الباب الرابع والعشرون فى إستخراج الأوتاد بعرض اقليم الرؤية اذا عدمت مطالع البلد

متى لم يكن عندنا مطالع معمولة[1] لعرض بلدنا و أردنا معرفة درجات الأوتاد أخذنا فضل ما بين الماضى و بين نصف قوس النهار بالنهار و الليل بالليل و حوّلناه الى الأزمان ، فان كان الزمان الدائر للماضى أنقص من نصف قوس النهار اوالليل او نقصنا الدائر بالنهار من مطالع درجة الشمس فى خط الاستواء و بالليل من مطالع نظير درجتها فيه، و ان كان الدائر زيد زيادة عليها فيحصل مطالع درجة وسط السماء فى خط الاستواء، فاذا قوّسناها فيها خرجت الدرجة، و قد قلنا ان نظيرتها هى درجة وتد الارض ثم يحتسب بمطالع درجة وسط السماء فى خط الاستواء درج سواء و نزيد عليها تسعين درجة و نأخذ ميل المبلغ وسمى ميل الرؤية و نعرف جهته ثم نضرب جيب تمامه فى جيب تمام ارتفاع درجة وسط السماء على فلك نصف النهار فيخرج جيب عرض اقليم الرؤية ثم نقسم على جيب تمامه جيب ميل الرؤية و نضرب الخارج من القسمة فى جيب عرض اقليم الرؤية و نقسم المبلغ على جيب تمام ميل الرؤية فيخرج جيب القوس المحفوظة و ينظر فان كان ميل الرؤية شماليّا زدنا هذه القوس المحفوظة على درجة وسط السماء و ان كان ميل الرؤية جنوبيّا نقصنا القوس المحفوظة من درجة وسط السماء ثم زدنا على الحاصل بعد الزيادة او النقصان تسعين درجة فينتهى الى درجة

(١) ج: معلومة .

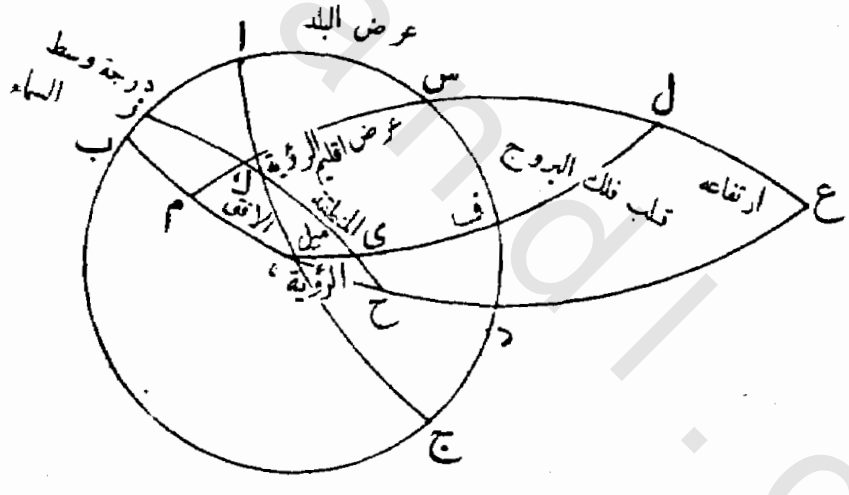
الطالع

الطالع و قتئذٍ فى بلدنا و نظيرتها هى درجة الغارب و قد حصلت الأوتاد الأربعة فنقدّم امام التعليل امر عرض اقليم الرؤية و معرفته على حدّه و : ا د ، هو قوس عظمى فيما بين سمت الرأس و بين فلك البروج قائمة عليه فانه نظير عرض البلد لأن هذه صفته مع معدل النهار و لذلك اشتركا فى الاسم، ثم تميزا بالرؤية الموصوف بها فان اكثر ما تعلق امره بفلك البروج موصوف بالرؤية بسبب اختلاف المنظر و اقتران زيادته و نقصانه بجانبى دائرة عرض اقليم الرؤية دون جانبى فلك نصف النهار .

(١) فليكن : س ، قطب : ب ه د ، و: ز ح ، من فلك البروج، و نذير على قطب : ح ، التى هى درجة الطالع و يبعد ضلع المربع دائرة: م س ع ، و لامحالة أنها تقاطع فلك البروج على زوايا قائمة ف: س ك[٢]، هو عرض اقليم الرؤية، و ذلك ان زاوية : ا ه ب ، هى بمقدار : ا ب تمام عرض البلد او الاقليم، و زاوية : ك ح م ، بمقدار : ك م ، تمام : س ك ، فشبه بعرض : س ا ، فى التسمية، و نصل[٣] ما بينهما بذكر الرؤية و انفصلا فى ذواتهما بتغير مقدار أحدهما و وضعه و ثبات الآخر و : س ك ، مساو لارتفاع قطب فلك البروج فى الوقت، و هذا ايضا من اسباب تسميته بالعرض تشبيها بارتفاع قطب الكل المساوى لعرض البلد، و ذلك ان من : ك ، الى قطب فلك البروج ربع دائرة و من: س، الى : ع ، مثله فيشترك بينهما تمام ارتفاع هذا القطب، فاذا ألقى بقى ارتفاعه مساويا لـ : س ك ، و نذير على قطب : ز ، و يبعد ضلع

(١) ابتدا. شكل : ٥٩ (٢) ج : س ل (٣) ب ج : نصل .

المربع : ه ف ل، فيكون : ل، قطب فلك البروج، وكل واحد من: ه ى، : ف ل، يسمى ميل الرؤية و : ى ف، تمامه، ومتى زيد على : ا مطالع : ز، ربع دائرة انتهى الى : ه، فاذا أخذ ميله كان : ه ى، القائم على : ز ح، وارتفاع نصف نهار درجة : ز، هو : ز ب، وتمامه : ز س، ونسبة جيبه الى جيب : س ك، المطلوب كنسبة جيب زاوية : ك، القائمة الذى يساويه جيب : ز ف، الربع الى جيب زاوية : ز، اعنى جيب : ى ف، تمام ميل الرؤية ف : س ك، عرض اقليم الرؤية معلوم.

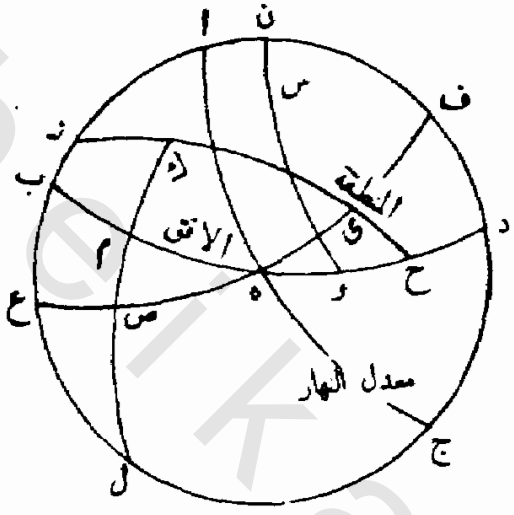


(٥٩)

(١) ثم لنعد من هـذه الصورة ما يحتاج اليه وليكن: و س، نصف قوس نهار الشمس وهى من مدارها على : س، فيكون: س ن، فضل ما بين : و ن، و س، الدائر وبه يعلم : ا، منتهى مطالع ز، فى خطّ الاستواء، ولأن كل واحد من : ز ى، ك ح، ربع فان :

(١) ابتداء شكل ٦٠.

ى ح ، يبقى مساويا لـ : ز ك ، وكل واحد منهما هى القوس المحفوظة، ويخرج : ى ه ، ك م ، على استدارتهما الى نقطتى : ع ل ، فنسبة جيب : ل ص ، المساوى لـ : ك م تمام عرض أقليم الرؤية الى جيب : ص ع ، المساوى لـ : ه ى ، ميل الرؤية كنسبة جيب : ل م ، الربع الى جيب : م ب ، فـ : م ب ، معلوم ، لكنه مساو لـ : ه ح ، ونسبة جيب : ه ح ، الى جيب : ح ى ، كنسبة جيب : ه ص ، تمام ميل الرؤية الى جيب : ص م ، عرض اقليم الرؤية : فـ : ح ى ، المحفوظة معلومة ، ومعلوم أن درجة : ح ، اذا كانت شمالية كان ميل : ه ى ، ايضا شماليا ، ووقعت نقطة : ك ، من وسط السماء الى جانب المشرق وانها اذا كانت جنوبية كانت سائر ما ذكرنا بالعكس .



(٦٠)

الباب الخامس و العشرون فى تحويل الوقت والطالع من أفق آخر

البلدان المطلوب نقل الوقت و الطالع من أفق احدهما الى أفق الآخر لايخلو أن فى عرضيهما و طوليهما من الاتفاق فى احدهما و الاختلاف فى الآخر و الاختلاف فى كليهما لأن الاتفاق فيهما معا ممتنع، فأخذ نوعى القسم الاول ان يتفق عرضا البلدين و يختلف طولاهما فان كان ما يعطاه فى غربيهما أخذنا أزمان ما بين الطولين و حصتها من الساعات، فاما الساعات فانها يزاد على ساعات الوقت فيتحوّل من الغربى الى الشرقى، و اما الأزمان فانها تزاد على مطالع درجة الطالع المعطى فى البلد و يقوس المبلغ فيها، فيخرج الطالع و قتئذٍ من أفق البلد الشرقى .

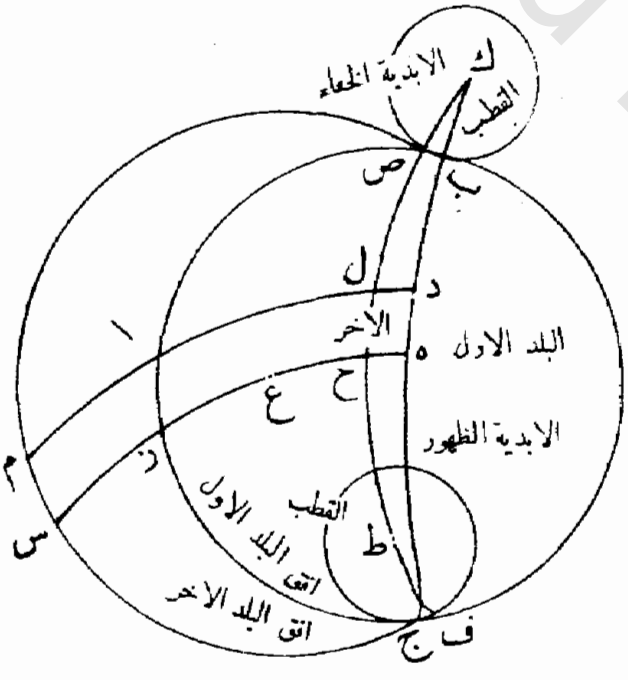
و ان كان ما يعطاه فى غربيّهما عكسنا الامر فنقصنا بدل الزيادة و النوع الآخر ان يتفق طولا البلدين و يختلف عرضاهما فيكون احدهما جنوبيا عن الآخر و الآخر شماليا عنه، فيجب ان يستخرج نصف قوس نهار ذلك اليوم فى كليهما، و نأخذ الفضل بينهما فان كان ما يعطاه فى جنوبيّهما و الشمس شمالية الميل زدنا ساعات بالفضل على الساعات و ان كان ما يعطاه فى شماليّهما عكسنا الامر فنقصنا ساعات الفضل من الساعات اذا كانت الشمس شمالية الميل و زدناها عليها اذا كانت جنوبية .

و أما نقل الطالع فهو بأن يؤخذ مطالع درجته فى أحدهما اعنى المعطى فيه و نقوّس فى مطالع الآخر المطلوب فيخرج درجة الطالع

فيه ، واما القسم الثانى وهو اختلافهما فى الطول والعرض معاً فيجب أن يستخرج فى البلد المعطى فيه الوقت درجة وسط السماء، فان كان غربيّا عن الآخر زيد على مطالعها فى خطّ الاستواء أزمان ما بين الطولين، وان كان شرقيّا نقصت منها فتحصل مطالع درجة وسط السماء فى الآخر بمطالع خطّ الاستواء، ثم يزاد عليها تسعون زمانا ونقوّس المبلغ فى مطالعه بعد حفظه فتخرج درجة الطالع من أفقه، ثم تنقص مطالع درجة الشمس فيه بالنهار او مطالع نظير درجتها فيه بالليل من المحفوظ فيبقى الدائر فى ذلك البلد الآخر وتحويله الى نوعى الساعات كما تقدّم .

ولتقرير ذلك بالتصور[1] نقول اما امتناع التساوى بين طولى البلدين مع تساوى عرضيهما فمن جهة أن ذلك يؤدّى فيهما الى موضع واحد من الارض وكون البلدين فيه بالتحقيق موجب التركيب .

(٢) واما العمل فى النوع الاول من القسم الأول فليكن فيه أفق البلد الغربىّ : ا ب ج ، وفلك نصف نهاره : ك ه ، ط ج ، و : د ل م ، من معدل النهار على قطبى : ط ك ، والدائرة الأبدية الظهور فيه : ج ف ،



(٦١)

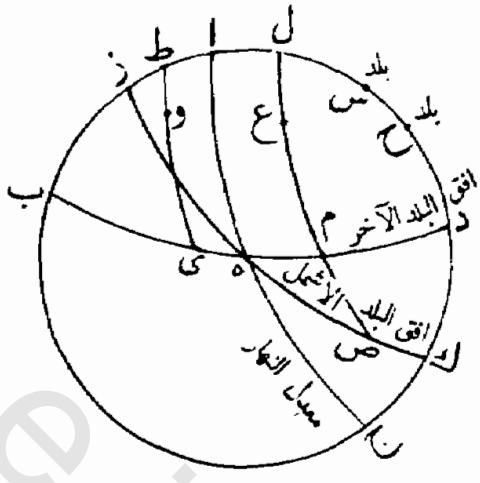
(١) ج : بالتصوير (٢) ابتداء شكل : ٦١ .

والأبدية الخفاء : ص ب ، والمدار المارّ على سمت الرأس فى البلدين : ه ز س ، وسمت الشرقى منهما : ح ، وفلك نصف نهاره : ك ح ، ط ف ، وأفقه : ص س ف ، ولاتفاق العرضين يتساوى : ه ز ، ح س ، فيبقى بعد القاء المشترك : ه ح ، مساويا لـ : ز س ، فما بين الطلوع فيهما مساو لما بين نصف النهار فيهما ، وليكن الدائر فى البلد الغربىّ : ز ع ، فيكون فى الشرقىّ : ع س ، بزيادة : ز س ، المساوى لما بين الطولين كما أن الدائر فى الشرقى اذ هو : ع س ، وهو فى الغربى : ع ز ، بنقصان : ز س ، ما بين الطولين ، فاما ما بين مطالعى الطالعين من أفقيهما فى وقت واحد فهو : ا م ، ويكتفى بمطالع احدهما فى الاستعمال فان العرض واحد ، وامّا المذكور فى النوع الثانى منه فان البلدين المتّفق الطول لامحالة تحت فلك نصف نهار واحد واكثرهما عرضا شماليّا عن الآخر وأقلّهما عرضا جنوبيّا عنه .

(١) فليكن فلك نصف النهار المارّ عليهما : ا ب ج د ، ومعدّل النهار : ا ه ج ، وأفق أقلهما عرضا : ب ه د ، على قطب : س ، وأفق أكثرهما عرضا : ز ه ك ، على قطب : ح ، فبلد : ح ، شمالىّ عن : س ، وبلد : س ، جنوبى عن : ح ، ونفرض : ل م ص ، مدارا شمالىّ الميل فنصف قوس نهاره فى بلد : س ، هو : ل م ، وفى بلد : ح ، ل م ص (٢) ، وفضل ما بينهما : م ص ، ولنفرض الدائر فى بلد : س ، الجنوبى : م ع ، فيكون بلد : ح ، الشمالى : ص ع ، بزيادة : م ص ، فضل ما بين نصفى

(١) ابتداء شكل : ٦٢ (٢) ب ، ج : ل ص .

قوس النهارين كما أن الدائر فى الشمالى اذا كان : ص ع ، فهو فى الجنوبى : م ع ، بنقصان ذلك الفضل ثم لنفرض : ط ى ، مدارا جنوبى الميل، فيكون فضل ما بين نصفى قوسى النهارين فيه لذينك البلدين : ى ، فاذا كان الدائر فى الجنوبى : ى ،

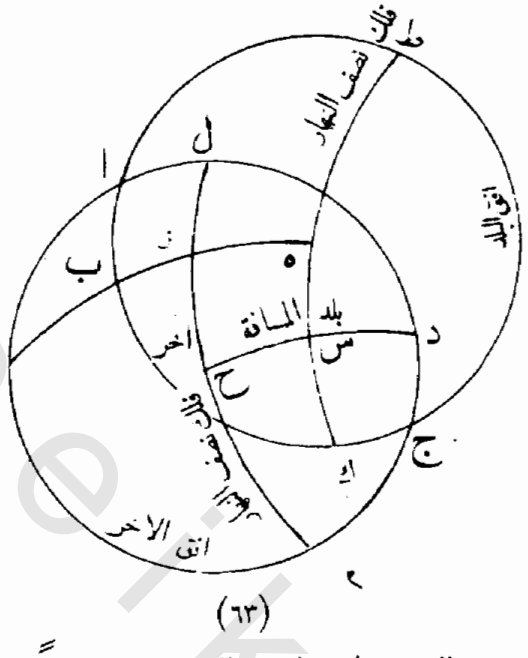


(٦٢)

و كان فى الشمالى فـ : و ، لنقصان الفضل عـلى عكس الحال فى المدار الشمالى الميل ، و جميع البلاد المتفقة الاطوال كم كانت فانّ آفاقها بأسرها تتقاطع على نقطة : ه ، فلايختلف فيها طلوع نقطتى الاعتدالين و غروبهما كاختلاف ما سواهما .

(١) و اما القسم الثانى فليكن له : ا ب ج ، أفق بلد : س ، و فلك نصف نهاره : ط س ك ، و بلد آخر على : ح ، يخالفه فى الطول و العرض وأفقه : ا ص م ج ، و فلك نصف نهاره : ل ح م ، و معدّل النهار : ه ص ، و كما أن : س ح ، المسافة بينهما مركبة من الطول و العرض كذلك اختلاف الطلوع فيهما، و الغروب مركب من المجردين اللذين وصفنا و يتعذر تحصيله، فلذلك نقصده من مأتىّ آخر و هو أن : ه ، فى بلد : س ، منتهى مطالع درجة وسط السماء فى خط الاستواء، و اذا زيد عليه ربع دور انتهى الى : ب ، الذى هو منتهى مطالع درجة الطالع من أفق هـذا البلد[٢]

(١) ابتداء شكل : ٦٣ (٢) ج : هذين البلدين.



(٦٣)

وكذلك : ز، منتهى مطالع درجة وسط السماء فى بلد: ح، و من مطالع خط الاستواء، و : ص، الذى على بعد ربع دور منه مطالع درجة الطالع من أفق بلد : ح ، فيما بين المطالعين البلديين : ص ب ، و هى التى بها يختلف الوقت ، و اذاً قوس كل واحد منهما فى مطالع بلده خرجت درجة الطالع فيه .

و يجب ان يعلم ان ما بين وسط السماء فى البلدين أبدا : ه ز ، بقدر الطولين، فاما الطالع فانه يختلف فيهما بالتقدم مرّة و التأخر اخرى الاّ عند نقطتى : اج ، اعنى تقاطعى الأفقين فاذا اتفق عليهما فلك البروج كان الطالع واحدا فى البلدين و ان بعدت بينهما الشقّة، و يخرج : ح س ، على استدارته الى : د ، فتكون نقطتا التقاطع على تربيع : د ، و نظيرتها.

و اما معرفة نقطة : د ، فهى بباب سمت القبلة اولى و تأخيرها اليه أصوب .

الباب السادس والعشرون فى صفة قبّة الارض واستخراج طالعها

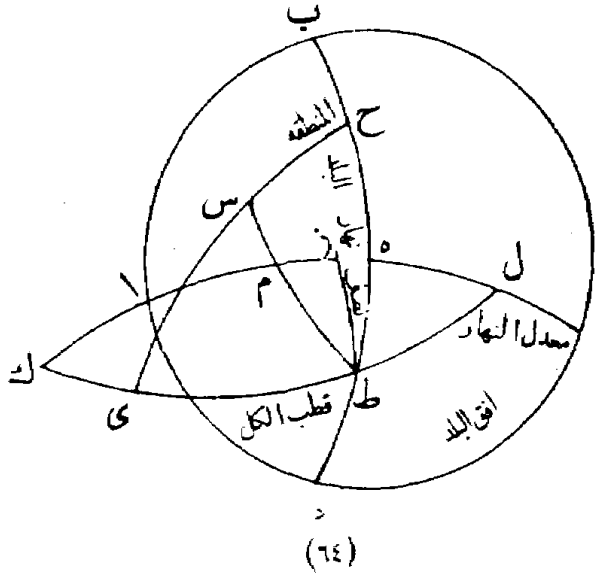
اذا أردنا معرفة الطالع بقبّة الارض من طالع بلد معلوم الطول والعرض أخذنا فضل ما بين طول البلد مأخوذا من المغرب وبين تسعين، فان كان طول البلد أقل من تسعين زدنا الفضل على مطالع درجة الطالع فيه وان كان اكثر من تسعين نقصنا الفضل منها، ثم قوّسنا الحاصل بعد ذلك فى مطالع خطّ الاستواء فيخرج من درج السواء درجة الطالع بالقبّة وفى عكسه اذا كان الطالع بالقبّة معلوما، واردناه لبلد نقصنا الفضل المذكور من مطالع درجة الطالع بالقبة فى خطّ الاستواء ان كان طول البلد أقل من تسعين وزدناه عليها[1] ان كان اكثر، ثم قوّسنا الحاصل فى مطالع ذلك البلد فتخرج درجة الطالع فيه، والقبّة اسم وضعى أوقع على منتصف ما يلاصق الربع المسكون من خطّ الاستواء.

(٢) فليكن لهذا الموضوع أفق البلد المفروض : ا ب ج د، ومعدّل النهار : ج ا ك، على قطب : ط، وفلك نصف النهار : ب ه د، وفلك البروج : ح ى، فيكون درجة الطالع : ط، و : ا، منتهى مطالعها فى البلد، وليكن[2] طوله اوّلا أقل من تسعين فنفرض الفضل بينهما : ه ز، ويخرج : ط ز، فيكون نصف نهار القبّة، ونقدّر : ز ك، ربعا ونجيز عليه : طى ك، من آفاق خط الاستواء فيكون : ى، درجة الطالع بالقبّة، و: ك،

(١) ج : عليها (٢) ابتداء شكل : ٦٤ (٣) من ج، ب وفى و : ولكن.

منتهى مطالعها فى خطّ الاستواء لكن كل واحد من : ه ا ، ز ك ، ربع دائرة فيبقى : ا ك ، مساويا لـ : ه ز ، الذى هو فضل ما بين الطول[1] و بين التسعين، فاذا زدناه على : ا ، انتهينا الى : ك ، و نقوّسه فى مطالع خطّ الاستواء يكون على أفق : ط ى ك ، و : ب ه ، يخرج : ى ، طالع القبّة، ثم ليكن طول البلد أكثر من تسعين فيكون نصف نهار القبّة بحسبه : ط ل ، و: ل م ، ربع كما أن : ه ا ، ربع فيبقى : ل ه ، مساويا لـ : م ا ، فاذا نقصنا الفضل من : ا ، منتهى مطالع الطالع فى البلد انتهينا الى : م ، مطالع طالع القبّة و تقويسها على أفق خطّ الاستواء يخرج : س ، درجة الطالع وعكس العمل من هذه ظاهر .

فاما هذه القبّة فيوهم اسمها أنها ارفع[2] موضع فى الارض و ان سائر المواضع منخفضة عنه الّا أن من تحقّق ان مركز العالم هو حقيقة السفل و ان الاثقال تنزع اليه يعلم ان كل مسكن على العرض وهو علو لساكنه حتى اذا تساوت ابعادوجه الارض عن المركز لم يكن فيه موضع بالعلو اولى من الآخر الّا ان يكون الاعتلاء بحال قسرى خارج عن الطبيعى كذُرَى الجبال بالقياس الى



(٦٤)

(١) ج : الطولين (٢) ج ، ب وفى و : اوقع

سفوحها

سفوحها او حضيضها او صناعى كرؤوس المنارات ، و الأهرام باعتبار اصولها ، فيجب ان يعلم من امر القبّة ان انبساط العمارة فى طول الربع المسكون وجد فى نصف دور بالتقريب و صار ذلك كالمتفق عليه، و لكن اليونانيين ابتدؤا فيه من ناحيتهم لأنهم مسحوا الاطوال من جانبهم ثم اختلفوا فى المبدأ فمنهم من ابتدأ بها من ساحل بحر أوقيانوس المحيط و به طول بابل المصاقب لبغداذ سبعون زمانا و بطليوس ابتدأ بها من الجزائر الخالدات[1] و هى موغلة فى البحر بعيدة عن الساحل بعشرة أزمان و بذلك يكون طول بابل ثمانين زمانا .

و اذا اختلفت المبدأ من جهة المغرب مع حصول الاجماع فى طول العمران على نصف الدور وجب منه اختلاف المنتهى و لم يحصل من ذلك عندنا ما يجلب الثقة و ليس من مذهب بطليوس و لا قومه ذكر القبّة و انماهى موجودة من جهة الفرس، و حساباتهم منقولة من كتب الهند و هى اولى بان تحكى ما فيها ، و الذى وجدنا فى كتبهم التى هى من هذه الصناعة فى الدرجة العليا عندهم هو ان على طرف العمارة فى الشرق موضعا يسمى جمكوت و على غربها الروم و فى وسطها على خط الاستواء قلعة لنك[2] فى جزيرة هى مستقر الشياطين ، و وصف من ارتفاعها فى الجو ما يجوّز ان يشبه بالقبة و هى التى تحصن فيها راون[2] من رام على ما هو مذكور فى اخبار رام و رامائن[2]، و زعموا ان تحت القطب الشمالى جبل يسمى ميرو[2] شامخ جدا فيه سكنى الملائكة ، و ان على الخط الواصل بين القلعة و بين الجبل مدينة اوزين[2] و قلعة روهيتك[2]

(١) راجع معجم البلدان لياقوت الحموى ج - ٣ ص - ٩٤ (٢) راجع كتاب الهند للبيرونى ص - ١٥٨ ، ١٥٩ وترجمته الانكليسية ج - ١ ص - ٣٠٦ الى ٣١٠ .

وبرية تانيشر[1]، والجبال المثلجة التى يتصل من كشمير بارض الترك،

فاما مدينة اوزين فهى التى يذكرونه فى حساب اوساط الكواكب من ادوارها والشمس يسامتها فى المنقلب الصيفى وهى جنوبيّة عن المولتان فى حدود ما اوا[2] التى قصبتها بلد دهار[2] وبينه وبين اوزين مرحلة، ومن المنصورة[3] الى اوزين اكثر من مائة فرسخ نحو المشرق، وليس يتصل امره باحد الرأيين المذكورين عن اليونانيين فى المبدأ، وذلك ان نهاية ربع الدور من عند الجزائر الخالدات يقع عن غرب نيسابور بقريب من ثلاثين فرسخا وليس فى جنوبها الّا مدن فارس والأهواز.

واما نهاية الربع من عند الساحل فانه يقع قريبا من سجستان ومن قصد ارض السند منها لم يلزم فى مسيره خطّ نصف النهار بل ينحرف عنه الى المشرق كثيرا الى ان يوا فى بلد المنصورة، ثم المسافة بعد ذلك الى مدينة اوزين شرقيّة فى اكثر الامر، والتسعون بكلا الرأيين بعيدة عن الخط الذى عليه اوزين، ويفضى الى القبة المسماة لنك وان كل الرأى المأخوذ من الساحل اليها اقرب.

تمّ الجزء الأوّل

المشتمل على المقالات الأربع الأُوَل من القانون المسعودى

لأبى الريحان البيرونى

ويتلوه الجزؤ الثانى أوّلُه المقالة الخامسة

(١) راجع كتاب الهند للبيرونى ص ٥٦ وترجمته الانكليسية ج ١ ص ١٧٧ (٢) راجع الاول ص - ٩٩، والثانى ج ١ ص - ٢٠٢ (٣) راجع معجم البلدان لياقوت الحموى ج - ٨ ص - ١٧٧.

obeikandl.com

CORRIGENDA

First page	l. 4	read سِيَاله
iv	l. 26	delete 'to' between the Buwaihids & semi-independent.
vi	l. 22	*had* set up
vii	l. 9	immediately
viii	l. 4	Mathematics
ix	l. 25	delete " ? "
xi	l. 9	Substitute al–Biruni's for 'his'
xii	l. 3	respecter
,,	l. 5	pointed
,,	l. 19	forms
xvii	l. 12	same
xviii	l. 7-9	I swear by my life.....to resolve or contradict.
xix	Last line	prevalent
xxi	Last line	delete و bet. القدما & من
xxii	l. 1	شكل السّماء
xxiii	l. 14	read so much, and in l. 23 substitute a full stop and capital P in perhaps
xxiv	l. 4	delete و bet. الصنعة & الاتقان
		انتظام & التقدير bet. الف &
xxvii	l. 8	19 to 23
xxix	l. 13	رسالة الفهرست للبيرونى طبع باريس (ص ٣٣)
xxxi	l. 16	the source of the Nile in the Mountains of the Moon
xli	l. 17	11. 30° (instead of 11. 35°.)
lxi	l. 8	المتّحدين

obeikandl.com

obeikandl.com

myself, I am further indebted to him for furnishing me with the instalments of the book in the course of its printing, suggesting some excellent formal and verbal modifications in the typed copy of my article and eventually relieving me to a large extent in correcting its proofs for the press.

And above all I thank God that I have been able to complete this work which I had undertaken as a labour of love in honour of an author whom I have always considered as one of the greatest and best that the world has produced or would produce in the future. For as we know more and more of his works we are bound with the passage of time to bestow on him still greater honours that are reserved only for the *elite* of our human race.

Hasan Manzil,
Bulandshahr, U.P.,
Friday, the 15th June, 1956

Syed Hasan Barani

and tackle similar difficulties in the manuscripts. And, moreover, even the best Mathematicians commit mistakes in their calculations and we know that al-Bīrūnī was no exception. See, for instance, the various corrections of this kind that the learned editor and translator of the *Indica* had to make in his English notes with the help of a great Mathematician of his times.

Some other valuable works of al-Bīrūnī exist in good manuscripts and deserve early publication. To one of these, I would particularly draw attention here. It is the autograph, or at least a contemporaneous copy of al-Bīrūnī's *Kitābu't-Tahdīd,* dated A.H. 416, which in my opinion should be published in photographs, for it would serve as a beautiful palaeographical souvenir of the early 5th century of the Muslim era. I am really very much indebted to the learned Director of the Daira and the Chief-Editor of *al-Qānūn* for procuring for me its microfilm from the Fateh Library in Istanbul. The work by itself constitutes one of the smaller masterpieces of al-Bīrūnī, written soon after his arrival at Ghaznah in A.H. 410, *i.e.*, after his release from detention in the fort of Nandna.

Another minor work of special interest is *al-Isti'āb* on Astrolabes, which exists in several good manuscripts in Iran and other countries.

These and all other available works of al-Bīrūnī may, one after the other, be taken up by the Daira under the care of its present Director, Dr. M. Nizāmu'd-Dīn, whose knowledge and experience are only equalled by his love of learning, specially where the East is concerned. As for

nothing came out of those labours, except the preparation of a transcript from the beautiful and precious [1]manuscript of A.H. 562, then belonging to the Imperial Library, Calcutta, and the careful comparison with the photostat of the oldest,[1] [Or. 516 Bodl.] but incomplete manuscript in Oxford, and a much more recent copy which originally belonged to Syed Maḥmūd, the illustrious scion of Sir Syed Aḥmed Khān, the founder of that famous institution. The transcript then prepared and some abortive attempts at its translation in Urdu, should still be in the keeping of the University Library.

The Dāiratu'l-Ma'ārif-il-Osmania at Hyderabad-Dn deserves to be congratulated for bringing out a standard edition of the whole text, which, I hope, should serve as a basis for all the future researches relating to this book.

A word of caution is, however, necessary to add here for the benefit of those who would like to undertake the study of the parts or the whole of *al-Qānūn* or even a single topic therefrom. They should as a rule compare the text of the printed parts of this edition with some of the best available [1] manuscripts, and go even a step further to check the results, for in a work like this where the author has generally resorted to the system of numeration by means of the Arabic letters, and very sparingly by the Indian numerals, no text of such a big magnitude, full of innumerable minutae, can, inspite of the care bestowed by its editors, remain totally immune from errors and misprints. In his times al-Bīrūnī himself had to face

1) See supra for descriptions "Conspectus of the Extant Mss of the Qānūn" p. 14

there is no doubt that in some parts, like the Solar and Lunar theories and the Eclipses, they had worked independently and even surpassed the Greek Astronomers. On the other hand it would be worth-while, although not so easy, except by indirect reasoning, to trace the influence that his own works in Sanskrit exerted on the contemporary or subsequent Indian Astronomy. For, while seeking enlightenment from the Indian sources, he on his part loved to pay back his debt by introducing the Indians to the principles of Muslim Astronomy at its best period.

If al-Bīrūnī was lucky in his life in having some enlightened and even learned patrons, he is no less lucky now after his death in having an illustrious patron of his works in Maulānā Abu'l-Kalām Azād, to whose worthy name the present edition of the book has been rightly dedicated. For I know from my personal experience the unlimited admiration he has got for al-Bīrūnī and his works and even found time during his busy life as the Education Minister of India to contribute some appreciative articles of his own on al-Bīrūnī.

The publication of this marvellous work would indeed be an event in the field of scientific studies. It was the ambition of many savants and learned bodies to bring out a complete edition of this book. More than 40 years ago, when I published the First edition of my "Life of al-Bīrūnī," in Urdu and some 12 years after, its Second edition, M.A.O. College, Aligarh was hoping to bring out the text and translation of *al-Qānūn*. But unfortunately

works and in his opinion, were indispensible to enable the scholars to judge and check the results. For in a growing science like Astronomy it is well nigh impossible to overlook the work done by the former scholars. So he gratefully benefited himself by the previous researches and theories, but freely and fearlessly criticised where he thought they had missed the mark or gone astray. The whole passage on pages 4 and 5 is a true exposition of his scientific method, consistently pursued in all his works. He had already written very extensively to furnish the missing proofs for the researches of the leading Astronomers like al-Khwārazmī, Ḥabash, al-Farghānī and Abū-Ma'shar, and the Indian compilers of the Siddhantas, Karana-Khand-Khandayaka etc. (cf. his *al-Fihrist*, pp. 30,32 & 43). His firm belief in the laws of nature, his insistence on continuous observations and collection of reliable data and the successful application of all these principles, mark him out as one of the greatest exponents of the true scientific method.

Another important aspect of this work needs emphasis. During the five or six years that had elapsed after the completion of his *Indica* in A.H. 422, al-Bīrūnī had gone further ahead with his Indian studies. His most exhaustive work of 1100 pages exclusively devoted to the Indian Astronomy :–

جوامع الموجود لخواطر الهنود، فى حساب التنجيم جاء ما تم منه فى ٥٥٠ ورقة

is apparently lost. It would, therefore, be necessary to elucidate his special debt to the Indian Astronomers, for

was passing through the press. I, therefore, earnestly beg my readers to overlook its imperfections and shortcomings. However, I hope, in the words of Ibn Sina in the preface of his *al-Qānūn* on Medicine:–

و ان اخّر الله فی الاجل و ساعد القدر انتصبت انتصابا ثانیا .

to renew in the near future my labour on a much larger scale, if God spares me life and good luck favours me to do so.

After its publication the most important thing in my opinion would be *al-Qānūn's* translation and annotation in some modern language of international status on the lines of the great Italian savant C. Nallino's unrivalled performance in the Latin language in connection with al-Battānī's work. In al-Bīrūnī's case a still wider knowledge of the sciences, languages and history would be necessary, besides the fact that he is rather a difficult writer who, while on his part does everything to furnish the required proofs, demands at the same time an extremely careful and exacting devotion to his work, specially in this one intended for the most advanced scholars.

This brings us to some of the most distinguishing and original features of this work mentioned by the author himself towards the end of his Preface, *i.e.*, the particular care he has taken to unravel the basic principles, to demonstrate the propositions enunciated in the book, to adduce the proofs of his deductions and to indicate his personal observations and researches. These features, says al-Bīrūnī, were very much lacking in his predecessor's

and even the *Qura'n* is silent on this particular point. The Indian system of periodic revolutions of the heavenly bodies is full of inconsistencies and rests merely on the ancient traditions. The same is true of the theory of conjunction of all the heavenly bodies in the beginning, and previous to all the subsequent events in the Universe.

He, therefore, rejects all such speculations one by one and contents himself in the end to narrate what the Iranians and Indians had to say on this subject :-

و على كلّ حال فساحكى فى هذا الفن ما عرفته من طرقهم ، و سمعته من اقاويلهم .

CONCLUDING REMARKS

In a work of such vast dimensions and rich contents it is not easy to pick and chose. I do not claim to have exhausted or even copiously utilised the inexhaustible store of materials in this work. My main idea has been to demonstrate the value of this book even to a layman. I have, therefore, avoided the more complicated or technical matters which I thought belong to the domain of a highly specialised scholar. I, however, believe that the best course for any one would be to select a limited theme at one time and work on it in a detailed and exhaustive manner, e.g., by taking up the Prolegomena dealing with the first principles, or anyone of the subsequent parts relating to Chronology and Calendar, Geography, the Solar, Lunar or Planetary theories, the stars and so forth. The space and time at my disposal have permitted me only a very brief treatment of the themes chosen for this study, which was being carried out the same time that the book

Ptolemy and the Indian Siddhantas.

"This," says al-Bīrūnī, "I mention to warn you against the ravings and patchings of these Astrologers on account of their love of the number '12' in respect of the conjunctions".

و انما ذكرت هذا ليكون للناظر مانعا عن الهذيانات و التلفيفات فلا يشتغل بالاثنى عشرية فى القران (ص ١٤٦٩) .

These Astrologers were, of course, extremely displeased by his criticism of their favourite theory, but, as rightly remarked by al-Bīrūnī, 'truth does not follow our wishes.'

و الحق لايتبع الهوى (ص ١٤٦٩)

The last chapter deals with the Millenia and other Astrological periods. Here he has offered some very pungent remarks, which are, perhaps, equally applicable to our times, in which there is no dearth of hypothesis relating to the beginning of our universe and its other component parts.

He makes no secret of his views that the Iranian and Indian systems of calculating the beginnings of the Universe, the Earth and the Human race and assigning them cycles of thousands or other specified periods, are all uncertain guesses, based on no demonstrable data. On the other hand he believes that such beginnings are altogether unknown and the human reason is incapable of precisely determining or describing such events.

و مبدأ العالم متى كان مجهول الوضع، جال العقل فى مبدئه، و لم يهتد الى تبيانه (ص ١٤٧١)

Traditional lore and religious books differ hopelessly

were too difficult and complicated to find place in the earlier and more elementry book, *at-Tafhīm*, which is very much suited for those who are interested in Astrology as a profession. But you could never know his greatness even as a perfect master of Astrology, unless you have studied his last Maqala, wherein he has undertaken to enunciate the universally admitted bases on which was raised the enormous structure of Astrological practices.

We sample out here two themes of general interest forming the subject-matter of the last chapters of the book.

The first deals with the theory of the Qirans (قرانات), the conjunction of the Planets, an idea which had originated in the land of ancient Iran. The Astrologers set a great store by this theory, which, they claimed, helped them in predicting important public events and careers of men born under such conjunctions. Of these, the conjunction of Saturn and Jupiter were considered as the most auspicious.

The Qirans were of three kinds, the smallest (الأصغر) the middle (الأوسط) and the largest (الأعظم); the first was supposed to take place at the end of twenty years, the second, more in use, 240 years and the third 960 years. al-Bīrūnī points out that even according to the works of the ancient Persian Astronomers, who carried out their calculations on the basis of 360 days for a year, the first should take place, not in 20 years, but in 19 years, 3 months and 26 days, and even much less, according to the solar year of more than 365 days, as calculated by

thinkers to connect the events of the world with the Astronomical propositions and thereby establish the influence of the heavenly bodies in a delusive manner, and thus devise the bases for the principles governing the forecast of the future occurences and persuade the people to accept Astrology as the very fruit (of Astronomical science). This those thinkers did to gain their following, knowing that the masses are greedy to learn the means whereby they can derive benefit, avoid harm, ward off disgrace and avert biting calamities".

From a personal anecdote in his *al-Fihrist* we learn that at the time of his serious illness in A.H. 422 he consulted the Astrologers to find out the remaining years of his life, but, to his utter disappointment, they hopelessly differed amongst themselves and produced altogether conflicting and even impossible results (p. 41).

It is, however, very curious that in subsequent times he was rated as the greatest Muslim Astrologer and some evidently false anecdotes, like those in the Persian work *Chahar Maqalah,* (written in the middle of the 6th. century), were invented to show his greatness as a most wonderful Astrologer.

I do not propose to enter here into further details of the various topics relating to the calculation of the 12 celestial domus (بيوت), the juxtaposition with reference to the signs of the Zodiac, the contiguity of the planets in their longitudes and latitudes, the casting of horoscopes, the ascension, and declension of the planets and the passage of one planet over the other etc. These matters

ignorance of the people. It also appears that he did not consider most of them as even fully informed in their difficult subject and warns the people to be on their guard against their sharp practices (p. 360).

اصل این حدیث و سستی مقدمات این صناعت و آشفتگی قیاسهایش، و اما حشویان منجمان که تمویه و زرق دوست تر دارند از راه راست.

He had a special book on this topic called

کتاب التنبیه علی صناعة التمویه.

In his *Kitābu't-Taḥdīd* (p. 324), he pronounces a similar verdict against the whole system itself.

فانّ صناعة الاحکام علی وهی اصولها و ضعف فروعها، و اختلاف قیاساتها، و غلبة الظنّ فیها علی الیقین.

"The system of predictions in Astrology rests on totally absurd principles, weak deductions, contradictory guesses and merest assumptions, opposed to certainties".

It is, therefore, certain that, like his illustrious contemporary and friend Ibn Sina, al-Bīrūnī was totally opposed to Alchemy and Astrology. The most eloquent testimony of the views on the latter is, however, available in the opening passage (p. 1354) of the last Maqala where al-Bīrūnī says:-

"This science (of Astronomy) to which this book is devoted is absolutely self-sufficient in its own excellent principles. But the heart of those people, who cannot conceive of any joy except in the things that can save them from bodily pain, and of any gain except in the wordly boons, are not attracted and are even inimical to it and its votaries. This was the reason that led the ancient

Astrology and wrote a number of times on it. The titles of his books in this particular line may be gleaned from his own list of A.H. 427. *Kitābu't-Tafhīm*, (extant both in the Arabic and Persian versions), is the best surviving work, the latter half of which is devoted to Astrology, while his *Tamhīdu'l-Mustaqarr*, published by the Daira, deals exclusively with a single topic of Astrological import called *mamarr*, *i.e.*, the passage of one Planet over the other, which also forms in a brief manner the subject matter of Chapter X of the last Maqala. In *al-Qānūn*, al-Bīrūnī confines himself to the methods of Spherical Trigonometry and Mathematics, deemed indispensible for determining the movements and relative positions of the heavenly bodies, on which are based all the results of Astrological import. In this limited range also he claims several new methods of his own.

Of all the Muslim Astronomers his attitude to Astrology is most clear and definite. He repeats his views again and again in his various books. The last section of *at-Tafhīm* pertaining to Astrology opens with the remark that for most people it is the highest product of the whole Mathematical science. He, however, ranges himself with the minority – *i.e.*, those who do not hold this opinion (p. 316).

و نزدیك بیشتر مردمان احکام نجوم ثمره علمهاے ریاضی است، هرچند که اعتقاد ما اندرین ثمره و اندرین صناعت مانند اعتقاد کمترین مردمان است .

In other places in the same book he is very hard upon those who practised Astrology and preyed on the

at least one of them, *al-Lam'āt*, was known and utilised in our country by the author of the Jāmī'-i-Bahādur Khānī, an Encyclopaedia of Mathematics, produced in the beginning of the last century.

AL-BĪRŪNĪ AND THE THEORY AND PRACTICE OF ASTROLOGY

In al-Bīrūnī's time Astrology, already a fully developed system, had a strong hold on people's mind. Muslim theologians and philosophers were generally opposed to its claims, but the Astronomers commonly supported its theory and adopted its practice as part and parcel of their profession. Many Muslim rulers believed in its efficiency and patronized their Astronomers equally for their knowledge of Astrology. So generally speaking both Astronomy and Astrology went hand in hand in those days.

The Mulims, however, enriched their system of Astrology by combining and harmonizing the various elements derived from the Iranian, Indian, Greek and other sources. This is not a place to write the interesting history of Astrology amongst the Muslims or in the Medieval Europe, which borrowed its entire system from the former. Only one point needs stressing. The Muslims appear to have taken Astrology rather seriously and almost in a scientific spirit and given it a respectable form, by pressing in its service their knowledge of Spherical Trigonometry and Mathematics. In their hands it thus became a highly complicated and technical system.

There is absolutely no doubt that al-Bīrūnī was thoroughly versed in the theoretical and practical aspects of

times come to be true. Ptolemy and other Astronomers did not concern themselves with any theory about the Moon's appearance. But the Muslim Astronomers like al-Fazārī, Ya'qūb b. Ṭāriq, and al-Khwārazmī on the one hand and Ḥabash-ul-Ḥāsib and al-Battānī on the other made it a subject of their special study and devised laws concerning the appearance of the New Moon. al-Bīrūrnī has relied on the researches of Ḥabash, which he says were the best on this subject.

DAWN AND SUNSET

This subject enjoyed sufficient importance with the Muslim scientists, as the two phenomena helped in determining the times for some prayers, and fasting. We know that the greatest Muslim writer on Optics, Ibn-ul-Ḥaitham, determined that the twilight begins or ceases when the sun is 19 degrees below the horizon, and attempted thereby also to measure the height of the atmosphere. In Chapter XIII of the VIII Maqala al-Bīrūnī deals with the subject, and it is remarkable that he was cognizant of still better results, for he informs us that both these phenomena occured when the Sun was 18 degrees below the horizon. He adds that some people determined it as 17 degrees. The former result corresponds exactly with the best modern researches. Evidently both the results, slightly different from Ibn-ul-Ḥaitham's, are based on independent researches. We know that Optics was one of al-Bīrūnī's favourite subjects in which he left some original researches of his own. It is a pity that none of his books on this subject are available now, although

except two topics, one relating to the appearance of the New Moon, and the other, in the last chapter, relating to the Indian theories of eclipses called Khayalai-ul-Kusufain, "the images of the eclipses" which pass on the faces of the Sun and the Moon and do not really affect their bodies. In his list dated A.H. 427 he mentions a treatise of his own specially devoted to this subject.

و عملت كتابا فى المدارين المحتدين و المتساوين وسمته بخيال الكسوفين عند الهند، و هو معنى مشتهر فيما بينهم، لايخلو منه زيج من ازياجهم؛ و ليس بمعلوم عند اصحابنا (الفهرست، ص ٣١)

"And I have prepared a book on the two united and equal axes and entitled it as the idea of the eclipses according to the Indians. It is a subject well-known to them and none of their Astronomical treatises is devoid of its treatment, but it is not known to our Muslim Astronomers."

He has summarized the theories and adduced the requisite proofs in their support, relying on Paulis, the Greek, and Brahma Gupta's Khandakhandayaka. As the English translations of the latter, with necessary notes and appendices by Mr. P. Gangoly, and of the Suryasiddhanta by Burges and edited and annotated by the former, and both published by the Calcutta University, are easily available, I refer the readers to the chapters five and six of the former and chapters fourth to seventh of the latter work for the Indian treatment of the Lunar and the Solar eclipses.

The appearance of the New Moon, says al-Bīrūnī,is an altogether uncertain affair and predictions do not some-

with having perfected the theory of planetary motions in the best possible manner (p. 1161). Herein al-Bīrūni lays claim to no original contributions of his own, except the modifications in the Eastern movements of their apogees to the same extent as that of the Sun's apogee-i.e., one degree in 70 $\frac{1}{3}$ instead of 100 years suggested by Ptolemy (p. 1166).

Al-Bīrūnī remarks that although the earlier Muslim Astronomers had not taken the trouble to explain the mathematical processes in their calculations, yet the positions of the Planets's apogees mentioned by al-Mamun's Astronomers, Yahya and Habash very much agreed with his own (p. 1197).

In chapter sixth of the maqala he strikes an original note, doubting the accepted order of the Planets that placed the Sun between the Moon and the two so called inferior Planets. Venus and Mercury, adding that it was quite possible that the Sun is below all the other Planets except the Moon, as it is equally possible that some Planets intervene between the Sun and the Moon (p. 1301).

Later on in Spain Jabir b. Aflah (c. 1140) held it more probable that Mercury and Venus were above the Sun.

THE ECLIPSES AND THE APPEARANCE OF THE NEW MOON

The Eighth Maqala deals with the Lunar and the Solar eclipses and the appearance of the New Moon. It is marked by a masterly exposition of their theory in all its aspects. I donot propose to enter into the details, as there is apparently nothing very much novel to mention,

Al-Bīrūnī then quotes the various values by the Indian and some other Astronomers. Those who are interested in his detailed exposition of Ptolemy's results are referred to the Persian edition of the *Kitabut Tafhim* wherein he has worked out complete figures in the Earth's radius as ascertained by al-Mamun's Astronomers. The learned editor claims to have taken pains to check the table. In the light of modern advances in Astronomy such figures have only antiquarian interest, as all the ancient and medievial Astronomers lacked the necessary equipment for the precise computations.

We now know that the Sun is nearly 300 times more distant than what those former scientists had thought. The nearest star is at least 300,000 times the distance of the Sun and for the purposes of measuring such vast distances not even the Earth's orbit is sufficiently large. And the nearest Nebula is supposed to be at a distance of 7 million light years! Words are wholly powerless to evoke even a remote idea of the scale of our Universe.

Undoubtedly our old Astronomers had a very limited notions of the dimensions of the world. Al-Bīrūnī,however, knew that they had not yet even satisfactorily ascertained the Sun's distance. He himself never ventured to hazard any theory of his own where he was not certain of his grounds.

THE PLANETS

The Tenth Maqala deals with the planetary movements.In this part of the book al-Bīrūnī follows Ptolemy implicitly and considers him almost inspired, crediting

borne out by the researches of our modern Astronomers. The ancients had hopelessly erred in determining the distances and the magnitudes of the heavenly bodies, except in the case of the nearest of them, the Moon, which was amenable to the operation of the instruments they possessed. "But the Sun," says al-Bīrūnī, "is still immeasureable by our instruments and remains an object for conjectures." (p- 857).

و اما الشمس فهو كالموهوم لا يضبط الآلات مقداره ... فلن يتمكن الحساب منه ..

THE DISTANCES AND MAGNITUDES OF THE STARS FROM THE EARTH

Al-Bīrūnī admits that it was not possible to ascertain their distances and magnitudes, as there was no real way known to detect the parallex of the fixed stars (p. 1303). The way suggested by the Greek Astronomers was to place the stellar sphere next to the most distant Planet, *i.e.*, according to Ptolemy 19, 666 times of the Earth's radius (p. 1310).

Similarly he calculated the diameter of the stars of the first magnitude and of Mars to be $^1/_2$ of thd Sun's diameter. A Muslim Astronomer Abu-Jafar al-Khazin in his book on the distances and sizes of the heavenly bodies' (الابعاد و الاجرام) had stated that the stars of the first magnitude had $^1/_7$ of the Sun's diameter, those of the second $^1/_4$, the third $^1/_{21}$, the fourth $^1/_{24}$, the fifth $^1/_{27}$ and the sixth $^1/_{36}$. He did not mention if he had himself determined them nor did he explain the method by which he had arrived at his results.

relation of 2 $^3/_5$ to 1. This corresponded equally with the results obtained by Ptolemy as well as al-Battani.

THE DISTANCE OF THE SUN FROM THE EARTH

Al-Bīrūnī had serious misgivings about Ptolemy's calculation of the Sun's distance from the Earth, as it was based on total eclipses and in complete disregard of the annular eclipses, which implied much larger distances. (pp. 868-870).

لكن بطليوس اخذ قطر القمر فى البعد الأبعد مساويا لقطر الشمس معتمدا فيه الوجود بثقبتى ذات الشعبتين و لم يجعل لقطر الشمس اختلافا باختلاف ابعادها فى فلك الاوج تهاونا بذلك و مخيلا اياه على الغيبة عن الخبر مع ايجاب الحال اياه ظاهرا له (ص ٨٦٨)

و قد اتضح ان القمر فى أبعد بعده عن الارض يقصر عن كسف الشمس بكليتها و هى عند اوجها و اما اقصره عن ذلك اذا كانت هى عند حضيضها و ما حكيناه عن الايرانشهرى فى كسوف الشمس يشهد بخلاف ما بنى عليه بطليوس و ان الكسوف التام لا يمكن الشمس الا فى بعد هو الى الوسط اقرب منه الى الأبعد (ص ٨٦٩ – ٨٧٠)

According to Ptolemy the Sun's distance amounted to 286 times of the Earth's radius (p. 874). Al-Bīrūnī confesses his inability to check or correct Ptolemy's calculations. Unfortunately he never happened to observe a total Solar eclipse nor possessed precise record about them to rely upon. (p. 874).

و لما لم يكن وقع الينا كسوف للشمس تام مرصود فى وقت معلوم و لا من الارصاد المحققة ما يمكن به الوصول الى هذا الباب من غير تسلم ما أسسه بطليوس . (ص ٨٧٣)

That al-Bīrūnī was perfectly justified in his doubt is

$10^{i}\,34^{ii}\,52^{iii}\,3^{iv}$. Equally improved are his other values.

In respect of the mean Obliquity of the Moon's Ecliptic he has accepted the more accurate value of 5 degrees, as determind by Ptolemy, against 4 ½ of the Indian Astronomers and al-Battani and 4 ⅔ of al-Mamuns' Astronomers, Yahya b. Abi Mansnr & Habash and later on the sons of Musa. In this particular matter he frankly admits that he did not know the way to ascertain and check it (p. 776).

ولم يقع على مقدار أعظم عروض القمر اتفاق الى الآن ... ولم يتفق لى فيه ادنى شيء يستعان به على تعرف الحال (ص ٧٧٦)

The Moon looks larger when nearer to the Earth and smaller when more distant. Its apparent diameter, therefore, varies relative to its distance from the Earth (p. 865).

Al-Birūni's researches established that its Longest distance was 63° 52′ 40″ times of the Earth's radius and the shortest 31° 55′ 5″ (p. 844). As to its diameter he rejected al-Battani's calculation of 33° 33′ 20″ of the Earth's diameter remarking that it was not noticeable at any one of the Moon's distances from the Earth. He points out that howsomuch the Moon's diameter may appear to differ at various distances its real diameter should be a constant value. He has preferred Ptolemy's value of 31′ 20″ as compared with the Earth's diameter, and this very much corresponds to the mean apparent diameter 31′ 7″ as determined by the modern researches. Similarly he prefers the ratio between the Earth's shadow on the surface of the Moon during the Lunar eclipse as bearing a

First of all, he has tried to determine the length of the ordinary Lunar month corresponding to the period of the Moon's movement from one phase to the same phase again, technically known as the Synodic month, (i.e.,referring to its position to the Sun), and, relying on previous accounts of anceint observations, he has computed it as a little more than 29 ½ days, (to be exact $29^{\circ}\,31^{i}\,50^{ii}\,8^{iii}\,9^{iv}\,20^{v}\,13^{vi}$). He has determined its daily average to be $13^{\circ}\,10^{i}\,35^{ii}\,2^{iii}\,6^{iv}$ (or in the alternative $7^{iv}\,10^{v}\,4^{vi}$) (p. 730).

In the next chapter he has undertaken to rectify the Mean and the Anamolistic daily movements of the Moon. The latter has reference to the nearest point of the Moon's approach to the Sun (perihelion) and back to the same, which takes a bit longer than its movement from one star and back to the same. The extreme pains that he has taken in fixing both may very well be judged from the minute results of his investigation. According to him the first is $13^{\circ}\,10^{i}\,34^{ii}\,2^{iii}\,7^{iv}\,17^{v}\,8^{vi}\,25^{vii}\,57^{viii}\,25^{ix}\,42^{x}$ and the second $13^{\circ}\,3^{i}\,13^{ii}\,54^{iii}\,8^{iv}\,5^{v}\,31^{vi}\,32^{vii}\,9^{viii}\,44^{ix}$. He had obtained these values after comparing the results of his own three consecutive Lunar observations in A.H. 393 & 394 (p. 746) carried out after the most careful precautions و بالغت فی تدقیقه و تحقیقه (p. 745).

Just to illustrate al-Bīrūnī's advance we may point out that according to al-Battani the mean daily motion amounted to $13^{\circ}\,10'\,35''$ and the Anamolistic to $13^{\circ}\,3'\,54''$. Now al-Birūni's mean motion is the closest approximation to the modern researches which compute it as 13°

Astronomers of Greece and India and believes that Ptolemy had missed some of its motions in the same way as he did in the case of the Sun.

و قد استبان للعيان تخلّف الحركات الـــتى عند الهند و القدماً و عند ابرخس و بطليوس عن الرؤية تخلفا كثيرا و اوقات الكسوفات مع ذلك مقاربة لاصولهم فدل ذلك على ان ما غشى حركة القمر منه مناسب لماغشى حركة الشمس (ص ٧٢٩)

He further remarks that it is not difficult to observe the Moon's return to its former place with refernce to the fixed stars, but over long periods it is always altering its path and eventually the minute differences accumulate and cause the difficulty. (p. 785). The solution suggested by him is to keep a constant watch over it and collect reliable data from generation to generation. "The Moon's movements," says al-Bīrūnī, nay, those of all the moving bodies in the heavens are not ascertainable in a single attempt, as they vary from time to time. So they are at first determined in a larger and more approximate manner. When we repeat our observations second time we come nearer to the true value, and as we keep comparing our later results with the previous ones we arrive at a greater precision. This method should go on ad infinitum and that is all that is required of an original worker in this field. (p. 776).

Even a bare outline of his discussions relating to the complicated motions of the Moon would land us into the very depths of Mathematics and we confine ourselves here only to a few of his important results of general interest.

The Moon does not revolve in a perfect circle and its maximum and minimum distances appreciably differ. Its mean distance is estimated between these two limits.

Moreover, the Moon is always changing its path and its motions are subject to variations. Astronomers and Mathematicians have always been much perplexed by its irregularities and their combined efforts have not yet been crowned with perfect success in computing and predicting its exact positions at different times. Thanks to continuous improvements in the Lunar theory these inequalities have been gradually reduced to the minimum. Exact records of the past observations, specially of the Lunar eclipses are, therefore, of immense value.

Hipparcus discovered a considerable inequality in the Moon's course and Ptolemy detected a second inequality and tried to cover it by means of an epicycle. When the Muslim Astronomers took up their observations they appear to have realized that even Ptolemy's theory did not fully account for the Moon's motions. It is, for instance, claimed that a third inequality was detected by Abul-Wafa, but his claim was disputed by some modern scholars in favour of Tycho Brahe's. But with reference to al-Bīrūnī the point is not so difficult to settle. As the matter has enjoyed some importance I would like to give al-Bīrūnī's views a little in detail to show that he certainly knew the inadequacy of Ptolemy's theory and tried to remove its defects.

al-Bīrūnī points out that the Moon's movements very much differ from those determined by the ancient

and moisture etc. which were supposed to be subject to the influence of the stars. Strictly speaking Nau initially concerned the rains.

The art of recognizing the Anwa formed a special science with the Arabs. They closely connected the Anwa with the Moon's mansions. The Indians had their own system of connecting the lunar mansions with their astrological system. The Muslims, who had inherited both the systems, combined them and compiled annual calendars forecasting the meteorological, agricultural and even medico-hygienic aspects for the various periods.

This information, based on long observations general experience and popular ideas, inherited from the past, could not be of a strictly scientific order and as pointed out by al-Bīrūnī varied from place to place. The seasons and the natural conditions produced by the former are really the result of the relative position of the Sun in the sky. All such forecasts were, therefore, of a tentative nature.

For instance, winter starts at various times in various places. He points out that the whole system reflects an analogy to the results arising out of the Sun's movements in the Zodiac.

فالاحوال الطبيعية الدايرة فى السنة منصرفـــة الى انتقال الشمس فى المنازل (ص ١١٢٦) ٠

AL-BĪRŪNĪ'S LUNAR THEORY

The theory of the Lunar motions has always formed an important part of Astronomy and al-Bīrūnī has devoted wholly the Seventh Maqala and parts of the next to this subject.

complete accord with the modern researches which makes it about 72 years for a single degree and 25,867 years for the complete circle.

All the subsequent leading Astronomers like Naṣīru'd-Din Tūsī, Qutbu'd-Din Shirazi and Ulugh Beg computed it as 70 years.

Thus al-Bīrūnī's result is the nearest approach to our modern calculations, next best being that of Ibn Yunus, who, however, had preceded him by many years and in point of time can claim priority for correct valuation.

I have discussed this subject a little more in detail to show that al-Bīrūnī's list of the stars' positions is not a mere copy of any one of his predecessor's catalogues. For this purpose, taking Ptolemy's catalogue for his basis, he worked out his own results and there is no doubt that judging from the value assigned by him to the precession of the stars in his times, his revised computation of their positions has to be taken on its own merit and should not be considered to be a mere second-hand affair. This, however, is not intended to belittle al-Battani or Ibnus Ṣūfī's valuable researches, as such matters, in the words of al-Bīrūnī, depend on many minute observations spread over long periods,

اما درستی أن از نادرستی نتوان دانستن مگر برصد های بسیار و باریك و مدتهای سخت دراز (کتاب التفهیم ص ۱۳۲) .

and, we may add, the exceptional genius of persons like al-Bīrūnī and Ibn Yunus.

THE ANWA

The Anwa (the plural of Nau, a star) mean certain atmospheric phenomena like the rains, winds, heat, cold

figures to their groupings and even assigned some traditions and stories suited to the early stages of civilization (p. 1010).

The Arabs, for instance, had their own system of nomenclature, but al-Bīrūnī had prefered the Greek system of 48 figures and 12 constellations arranged on a belt, remarking at the same time that these resemblances are seldom accurate enough to comprehend all the stars, and in fact leave a number of them outside their ranges.

Al-Bīrūnī has discarded all such descriptions as their tempers resting on colours and more or less other superstitious and Astrological notions. The scientific value of such descriptions is mainly the concern of Astrophysics, which enters into the question of their composition, age, evolution and even distances etc. But it would take us on a discursion hardly pertinent to our present study.

Ptolemy had calculated that the sphere of the stars moved in 100 years to the extent of a single degree out of a total of 360 degrees (p. 998). All the preceding Muslim Astronomers except Ibn Yunus were in agreement that it took only 66 years to make a complete revolution.

In *At-Tafhim* al-Bīrūnī, relying on al-Battani, had stated that each of the fixed stars as well as the apogees of the Planets moved at the rate of 66 years for a single degree (p. 135, Persian edition) and 23, 760 years for the complete belt. The ancients had made it 36,000 years (p. 132). al-Bīrūnī and Ibn Yunus, however, independently, calculated that it took more than 70 years to complete the revolution. They only differed in the additional fraction, $^1/_4$ according to Ibn Ynnus and 1/3 according to al-Bīrūnī. This is in

to be composed of the clusters of the stars".

He disagrees with Aristotle and his supporters' opinion about the position of the Milky Way being below the sphere of the planets and rightly believes them to belong to the highest sphere of the stars.

(فيعلم انها تعلوها علو الكواكب الثابتة اياها (ص ٩٩٢).

Similarly he has discarded the views held in Astrology and supported by Aristotle that they injured the sight and caused sorrow and misfortune.

THE EASTERN MOVEMENT OF THE FIXED STARS

Al-Bīrūnī holds that all these stars moved to the East on a central axis and parallel to the Zodiac line.

The nature and extent of this revolution could be ascertained by observations spread over long periods and al-Bīrūnī has tested the matter by comparing his own restricted observations with those in Ptolemy's catalogue.

His gauge year is 400 of Yezdgerd Era, which corresponded with Sultan Mas'ud's return to Ghaznah after his father's death in A.H. 422. He found that the stars had moved to the extent of 13 degrees as compared with Ptolemy's time.

قد اثبت فى هذه الجداول ما فى كتاب المجسطى من مواضع الكواكب بزياده ثلاث عشرة درجة على أطوالها (ص ١٠١٢).

He adopted the revised magnitudes of Ibnus Ṣūfī.

و الذى سنورده من اعظامها مع الذى فى المجسطى منها فهو بحسب اعتبار ابى الحسين (ص ٩٩١).

Every nation, he says, (p. 1020), had given the stars different names in their languages and ascribed imaginary

اكثر استغراقاً له و اصدق تتبعا لزواياه و دقايقه ممن شعب همته شعبا فلم يبلغ ذلك شيء من غايته الاّ اليسير (ص ٩٩٢).

al-Bīrūnī frankly admits that he himself never undertook a complete charting of the Heavens, except in a restricted manner, and has contented himself in *al-Qānūn* to rest his list of stars on Ptolemy's as revised by Ibnul-Ṣufi, resorting to such corrections as were necessary to bring their position up-to-date according to their apparent progress in Heavens to the further extent of some 13 degrees as computed by al-Bīrūnī himself (p. 1012). But for this purpose he claims to have compared all the available copies of Ptolemy's text and its Arabic translations available to him.

بعد العناية الصادقة بتصحيحها من عدة نسخ و تراجم مختلفة (ص ١٠١٢).

In his catalogue, however, he has dropped such descriptions as colours, considering the matter to be better suited for physics. He was not much impressed by the prevalent theories about the causes ascribed by the physicists about such matters. At best they were surmises of uncertain nature.

فاما سائر صفات الكواكب الثابتة من الالوان و الاشراق و الهدف و الرجرجة فانها بالاحوال الطبيعية اشبه و قلما يقضى البحث عن عللها الى ثلج اليقين (ص ٩٩١).

On the Nebulae and the milky-way he has some striking remarks in a small chapter (p. 992). I quote him in extenso.

"In the skies we have some objects not resembling the stars in their roundness and light. They are the white patches called the Nebulae. Some of these are considered

هذه الكواكب كثيرة جدا بحيث لوحددت من السماء بقعة و انعمت التأمل لما فيها من الكواكب وجدته كالفائت عن التحديد لأجل الكثرة (ص ١٠١٠) .

He admits that the instruments of his times were unable to help the eyes in ascertaining their numbers.

و يعجز البصر من الضبط و التحديد (ايضا) .

The ancient astronomers had tried to fix the positions of a number of the more brilliant ones visible to the bare eyes upto the sixth degree of their apparent magnitude.

The foundations of the science of placing the heavenly bodies on the celestial hemisphere were laid amongst the Greeks by Hipparchus, who is believed to have prepared a catalogue of more than 1000. Ptolemy's catalogue in his *al-Magest* rests a great deal on that of Hipparchus and al-Bīrūnī has rightly remarked that it is not at all certain if Ptolemy himself carried out his own observations or intentionally left them out considering the matter as a mere branch (p. 991).

During the Muslim period when the whole field of Astronomy was being checked afresh, Abdu'r-Raḥmān b. Ibnul-Ṣūfi, the court-astronomer of Azudu'd-Dawla of the Buwayhid dynasty, a great lover and patron of sciences, devoted his entire life to this single branch. al-Bīrūnī has rightly placed his confidence in Abdu'r-Raḥmān's unrivalled performance and considered him as a specialist to be the best informed of all the angles and minute of his subject.

و اما ابو الحسين فما كان يهمه من العلم ما كان يهمّ بطليوس و انما افنى عمره فى هذا الفن حتى عرف به و قاصر الهمة على شيء واحد

our modern times to develop the dynamical and physical aspects and make them necessary parts of Astronomy. Anyhow, it goes to al-Bīrūnī's credit that wherever he has rarely touched on such questions he has generally maintained sane views. For instance in the case of the Sun, against the prevalent metaphysical or rather mythological notions, inherited from the Greeks, making it a spiritual body destitute of any mundane elements, al-Bīrūnī uniformly held that it was a fiery body and the, solar prominances noticeable during the total eclipses were just like the flames arising in the atmosphere round some burning body (p. 646).

و اما ذوات الاذناب التی یقال لها ترى حول الشمس المنکسفة و قد اتضح من العلم الطبیعی انها دخانیات ترتقی الی حیث تلتهب فی الهواء الحار المجاور للنار.

THE FIXED STARS

In the total absence of any evidence of the proper motions of the stars, detected in a few cases by our modern Astronomers with the help of their new instruments and intricate methamatical computations and other physical phenomena, it was impossible for the Astronomer of the former times to imagine or treat them except as fixed points in the Heavens serving as useful background and points of reference for determining the movements of the Planets etc.

Al-Bīrūnī knew that the skies were full of innumerable bodies of various magnitudes and it was impossible to determine their number by sight even in a small part of the sky.

al-Bīrūni undertook to solve it for his own satisfaction. After complicated researches based on his own repeated observations as well as those of his predecessors, of which he has rendered a detailed account from the days of Hipparchus and Ptolemy, he found the length of the year as 365 days 5 hours, 46 minutes and between 46 and 47 seconds (or 47 seconds as he puts it in *At-Tafhim*).

In an article on the Jalali Calendar, based on the results of the Muslim Astronomers including Omar Khaiyyam, (published in Islamic Culture, Hyderabad Deccan, 1943, pp. 166-175) we have dealt with the researches of the Muslim Astronomer for determining the correct value, which soon after al-Bīrūnī eventually led to the best reformed solar calendar of Jalaluddin Malikshah Seljuqi. It appears that his Astronomers found the length of the year as 365 days 5 hours and 49 minutes, which most nearly approximates to the true length of the mean Tropical year according to the most modern researches, *i.e* 365 days 5 hours, 48 minutes and about 47 ½ seconds.

It is, however, still a moot question whether the length of the year has always been constant or has been gradually increasing progressively. But for the specialists al-Bīrūnī's careful researches and observations may yet serve as a useful record.

AL-BĪRUNI'S OPINION ABOUT THE PHYSICAL NATURE OF THE SUN

In *al-Qānūn* al-Bīrūnī did not as a principle enter into matters which he thought should belong to the domain of Physics rather than Astronomy, which had not yet emerged from its geometrical stage. It was reserved for

Continuous observations by the Muslim Astronomers from the days of Al-Mamūn had shown that the length of the year was really much less.

Observations at Damuscus found it as 365 days 5 hours and 46 minutes, and the same were confirmed by Yahya b. Abī Mānsūr in his observations at Baghdad, but his earlier observations had shown it as 365 days 5 hours and 54 minutes.

Al-Bīrūnī tells us that Al-Māmūn was very keen to measure the correct length of the Tropical year, and for that purpose set up an iron pillar at Dair Marwan in Damuscus, but after comparing its measurements was surprised to find out that the pillar had decreased to the extent of a barley's length during the intervening night.

Consequently he almost despaired of ascertaining the true length of the year with the help of the available instruments. Commenting on this episode al-Bīrūnī remarks that a single individual's life – nay, even the lives of several generations put together are not sufficiently long as compared with the requirements of such matters. This, on the other hand, should be a sufficient warning to an individual against constituting himself the sole authority on the basis of his own observations only. It is, therefore,necessary that the process of observation should continue over many generations, one passing the work to the other (p- 637).

al-Battani's reseaches had resulted in establishing the solar year as consisting of 365 days 5 hours, 46 minutes and 24 seconds. But the subject engaged the attention of other Muslim Astronomers also and eventually

Astronomers, Khalidul-Marwazi, Ali b. Isa-ul-Harrani and Sind b. Ali, and later on the sons of Mūsa and Abūl-Wāfa in Baghdad, al-Battani at Al-Raqqa and Sulaiman b. Asbah at Balkh and Abul Hamid al-Khojāndī at Raiy (pp.655-664). Subsequently he carried out his own observations in Jurjania and Ghaznah and was thoroughly convinced of the Muslim Astronomer's observations as against Ptolemy's observation. He rightly remarked that the new results obtained during the preceding two centuries and supported by his own could not be brushed aside.

Rejecting in Chapter seventh of the sixth Maqalah Ptolemy's view about the fixity of the Sun's Apogee he proceeded in the next chapter to determine the correct value of this movement. All his predecessors had determined it as amounting to one degree in 66 years, and, as it appears from his *Kitabut-Tafhim* he also depended on al-Battani's researches and accepted this value. But six years after further advance and careful studies of his own, all embodied in so much detail, in *al-Qānūn*, he at last discovered that the movement took more than 70 $^{1}/_{3}$ years to cover a single degree of Heavens' circle, and 0^{o} 0^{I} 7^{II} 44^{III} 54^{IV} in a single day (p. 677).

This result obtained by al-Bīrūnī is very much in accord with our modern researches,which make the movement as 52.2 every year and one degree during 72 years.

THE LENGTH OF THE SOLAR YEAR

Hipparchus and Ptolemy had fouud the length of the Tropical year to be 365 days 5 hours and about 56 minutes.

the prime meridian by which the Longitude according to the Indian system were calculated in their books.

PROJECTION AND CARTOGRAPHY

al-Bīrūnī was intensely interested in both and, as he mentioned in *al-Athār*, devised ways for Cylindrical and Conical Projections for the Geographical purposes. In his list of books he mentions

(١) تكميل صناعة التسطيح

(٢) تحديد معموره و تصحيحها فى الصورة

i.e. a full description of the inhabited world with illustrative maps. If he was ever able to complete these books, they should have served as valuable guides and models to the subsequent writers like Idrīsī of Sicily, who compiled his well-known Geography and Atlas for the Norman ruler RogerII. Unforunately none of such maps could be included in *al-Qānūn* which was treated by al-Bīrūnī as a mere summary of his vast knowledge of Astronomical subjects, each of which received his separate exposition in more elaborate treatises.

AL-BĪRŪNĪ'S DETERMINATION OF THE MOTION OF THE SUN'S APOGEE

From the Earth al-Bīrūnī passes to the Heavens and begins with the Sun. Ptolemy had held that the Sun's Apogee (the highest point from the Earth) was fixed, pointing to the same spot in the Heavens as was long before determined by Hypparchus. When the Muslim Astronomers commenced their observations they found that the Apogee had moved further east from tho point mentioned by the two Greek Astronomers. al-Berūnī mentions one by one the observations by Al-Mamun's

history written by 'Utbī tallies with Meerut and by the mistake in the manuscripts has been corrupted to Barana, as in the Arabic script the two names are easily liable to be confused. al-Bīrūnī, however, has mentioned another place in the neighbourhood of Bulandshahr named as Ahar, which occupies a very ancient site. The inference is equally clear, i.e., like Delhi the fort of Baran did not exist or was unknown by this name in those times.

As to Ujjain, the prime meridian of the Indian Astronomers, al-Bīrūnī's reckoning of the Latitude and the Longitude is most correct.

Longitude		Latitude	
al-Bīrūnī	Modern	al-Bīrūnī	Modern
105 50	79 58	26 25	27 3

Let us show how we have worked it out. According to al-Bīrūnī Ghaznah has a Longitude of 94.20. The difference between the two places is 11.35°. The modern Longitude of Ghaznah being 68.25 the difference is 11.35. Thus both the results are identical.

But al-Bīrūnī vehemently rejects the Indian Astronomers' theory of its being situated on the middle-line of the inhabited world, called the Cupola of the Earth, (قبة الارض) running from Lunka on the Equator to the Meru mountain on the top of the Northern Pole, and passing through Ujjain, Rohtak fort, Thaneshwar plains, the Jamuna region, and the Himalyas. (p. 504). The Persian Astronomers had also borrowed this idea from India and the tradition passed on to the earlier Muslim Astronomers, who corrupted the word Ujjain to Uzain and eventually to Arin, which persisted for long times to denote

Latitude errs by half a degree and Longitude by one. In the innermost places Dhar's Longitude is slightly wrong by more than a degree and Latitude by one and a half and Mhow's Latitude by one and a half and Longitude by three degrees.

In the Western Punjab Sialkot's Longitude is in excess by one and a half degrees and Latitude by $^1/_2$ of a degree, Jhelum's Longitude by less than $^1/_2$ and Latitude by less than $^3/_4$ of a degree, and Peshawar's Longitude short by less than a half and Latitude more than a degree only.

It may, however, be pointed out that al-Bīrūnī's tables do not mention either Delhi or Lahore, nor does his *Indica*. The inference is clear. Both did not exist or were unknown by these names in his times. As to Delhi my own researches have led me to conclude that it was founded some time after. Lahore, which is called Lohawar, is mentioned as a regional name and its capital as Mandkakaur (مندککور) in the best readings of the manuscripts of the *Indica* and *al-Qānūn*. This name should not, however, be confused with the name of a fort called Lauhaur in the mountains of Kashmir as the latter's Latitude is at least two degrees removed from modern Lahore. But some places near about Delhi like Sunnam, Meerut, Sursawa (now Sarawa) and Thaneshwar, the holy city of the Indians are mentioned. But my own place, Baran, (now Bulandshahr) which was supposed by modern historians to be one of the places conquered by Maḥmūd in the course of his famous campaign against Mathura and Qannauj in A.H. 409, is equally missing. I am, therefore, convinced that the place mentioned in the contemporary

hemisphere. The superiority of his notions can very easily be judged by comparing his world map with that of Ibn-Hauqal (c. A.D. 975) reproduced from a manuscript of the 11th century facing page 86 in the '*Legacy of Islam*'.

Proceeding Eastward and taking Ghaznah as our starting point, we discover that there is hardly a difference of a degree or so upto the place occupying the site of modern Lahore. By the time we reach Mathura the Latitude errs slightly by more than one and a half degree but the Longitude by one sixth only. Meerut's Longitude is wrong by $2\,^1/_4$ degrees and Gwalior's by less than a degree and their Latitudes are short by a single and a quarter degree respectively. Pryag (modern Allahabad) suffers by half a dergee in its Latitude and one and a half degree in the Longitude; Benaras by less than a degree (Latitude) and two and a half degrees (Longitude), Ajodhya by one and a half (Latitude) and two and a half (Longitude) Qannauj both by about one and a half degree, Patliputra by two and a half both ways and Mongair by four degrees (Longitude) and less than three (Latitude).

On India's West coast Somnath's Longitude is wrong by $^3/_4$ degree and Latitude by $4\,^1/_4$ degrees, Cambay by two degrees both ways and Bharoach by $^1/_2$ degree (Latitude) and $1\,^1/_4$ (Longitude). Maharashtra is placed considerably North and its Longitude is wrong by two degrees. Thanah's (Bombay) Latitude (19.20) corresponds with its correct position (19.12), but its Latitude (104) exceeds by more than four degrees and a half. In Sind Daibal on the mouth of the Indus river (called Mehran) nearly corresponds with the modern Karachi. Multan's

above nor learnt any Longitudes and Latitudes from the Indian books.God alone will help in achieving our objects".

By the time he worte *al-Qānūn* he had collected sufficient data to determine the positions of the Indian places. (*Kitābu'l-Hind*, p. 163 and English Translation Vol. I. pp. 317-318).

Extent of India from Peshawar (his Long. 970, 10 E) to the mouth of the Ganges (Long. 110, 40 E) would amount to 13 ½ degrees, while according to the modern calculations it should be 17 degrees, thus making al-Bīrūnī's estimation short by 3 ½ degrees only. His Southern-most Latitude for the Adam's Bridge (9 N) is most exact differing by 15' only while its Longitude 119 E exceeds by 3 degrees as compared with our 79, 30 E. Similarly the position assigned to Ceylon is nearly correct so far as the Latitude goes but exceeds by about 4 degrees towards the East. In the case of other inland places in the South like Tanjore and Rameshwaram the Longitudes are wrong by as many as 8 to 9 degrees and even the Latitudes by 4 to 4 ½ degrees.

Judging from the positions of the forts in the mountains of Kashmir's Southern boundary at 33 N, we find that estimation of India's length is amazingly close to the real dimension.

So was his idea of its Peninsular form. In an outline map of the inhabited world in the manuscripts of his *at-Tafhīm* reproduced in the Encyclopaedia of Islam under its article on Geography and also in the Persian edition of the book itself, he gives an almost correct representation of India's shape and place in the Eastern

in his times owing to the extension of Islam on the three continents all the barriers and impediments which existed in Ptolemy's times and forced him mainly to depend on hearsay in determining his geographical positions had been removed and facilities for travelling, trade and exploration greatly increased, resulting in a much better knowledge of the countries and the nations of the world.

MENTION OF INDIAN PLACES IN *AL-QĀNŪN*

A map of India based on the tables in *al-Qānūn* would not on the whole present a very distorted picture.Unfornately al-Bīrūnī had no opportunity to travel widely in this country. As explicitly mentioned by him in his *Indica* he visited only a few places in the Western Punjab and determined their Latitudes. "I have myself found the Latitude of the fortress of Lauhur as 34°, 10, 56 miles from the capital of Kashmir,half the way being rugged country and the other half plain. I enumerate in the below what other Latitudes I have been able to observe myself :—

Ghaznah ..... 33° 35′	Lamghan ..... 34° 43′
Kabul ..... 33° 47′	Purshavar ..... 34° 44′
Kandi, the guard-station	Waihand ..... 34° 30′
of the prince ..... 33° 55′	Jailam ..... 33° 20′
Dunpur.....34° 20′	The fortress Nandna 32° 0′

The distance between the last place and Multan is nearly 200 miles.

Sialkot.....32° 58′

Mandakkakor ..... 31° 50′

Multan..... 29° 40′

We have not travalled beyond the places mentioned

its sides by land. This unreal extension of land in the Far East was responsible in fostering a belief in the mind of Columbus that it was possible to reach Asia by direct navigation across the Atlantic. Leaving the dark Continent of Africa and most of the Western and Central Europe aside, al-Bīrūnī's knowledge of Asia and the Indian Ocean was vastly superior to that of any earlier Geographers. Africa too he does not extend much beyond the source of Nile in the Mountains of the Moon, *i.e.*, not very far from the Equator, and thereby joins the Atlantic Ocean with the Indian Ocean. He has a very accurate idea of the position and form of the Indian Peninsula. As to China, which to him meant the rest of the Far East land beyond India, including the Indo-Chinese and Malay Peninsulas lying between the fifth and the fortieth Latitudes and hundred sixteen and hundred sixty two of his Longitudes, *i.e.* some 46 degrees, his knowledge, thanks to the Muslim sailors and traders, had grown to some extent, but as compared with India it was still rather vague, and we find that in locating some of the identifiable places like Khanfu (Canton) the Latitude are much lower down than their exact positions. On the other hand of the Turkish lands, which also included the homelands of the Tartars and the Mongols, he has a better knowledge. During his stay at Mahmūd's court two embassies from the Far-Eastern part had visited Ghaznah and al-Bīrūnī may have collected information about those lands which he has utilised in *al-Qānūn*.

Of the Muslim countries in Asia his knowledge is full and most reliable. In his *Kitābu't-Taḥdīd* he remarks that

parison it may be pointed out that al-Bīrūnī has chosen the most distant place of the West African coast on the Atlantic Ocean near Susu'l-Aqsa as his prime meridian, according to which he calculates the Longitude of Cordova in Spain as 9, 40 E, and its Latitude as 35, 2 N. Now according to the Greenwitch Meridian its position is 4,48 W and 37, 52 N. al Bīrūnī's coastline should, therefore, be some 14, 28 W of Greenwitch line.

But as we proceed Eastward and reach Cairo the difference exceeds the right value by a considerable extent. Cairo's position is 31, 13 E, and 30, 1 N. In *al-Qānūn* it is 54, 40 E and 30, 20 N. Thus his Latitude corresponds quite closely. But according to his prime meridian it should be 45, 51 E *i.e.*, 8, 49 degrees less than the calculated position in *al-Qānūn*.

By the time we reach Baghdad the discrepancy has still further widened. According to Greenwitch line Baghdad is 44, 30 E and 33, 18 N. In *al-Qānūn* it is 70 E and 33, 25N. Here again the Latitnde corresponds, but the Longitude exceeds the correet position by about 11 degrees.

Let us stop here and consider the point. al-Bīrūnī had admittedly no personal knowledge or direct means to check the correctness of the true Longitudes and Latitudes in those distant regions. He had generally to depend on his predecessors and take their estimate more or less on credit. We know, e.g., that Ptolemy's Africa was too wide and vastly exaggerated particularly in the South and the East, virtually connecting itself with Asia and making the Indian Ocean a lake surrounded on all

70 degrees only. al-Bīrūnī determined that the difference between the Longitudes of Baghdad and Ghaznah amounted to 24°-20¹, wonderfully close to the actual difference of 23°-34¹, considering the fact that it was by indirect method of calculating from distances and directions that this result was obtained. He, however, admitted that inspite of his best efforts there might still be existing slight differences in his computation.

In order to ascertain the vast amount of altogether new information collected by him, one has to compare his list of more than 600 names with al-Battāni's 100 only and the contents of some contemporary geographical works like *Ḥududu'l-'Ālam*, compiled only half a century earlier. One will notice that extensive regions like India, little or altogether unknown to the outsiders, have come into full light. Of course, his knowledge of India is incomparably the finest for his times, and even later when we come to Abul-Fazl's *Aīn* of Akbar's time. It is, however, necessary that excepting a few, the Longitudes and Latitudes in *al-Qānūn* have been computed by the author by means of comparing their positions to one another and the distances ascertained from travellers or inhabitants of those countries or on the basis of other written and oral reports.

After a close scrutiny, I find that generally speaking the Latitudes are more approximately correct than the Longitudes, in respect of which he has erred to a much larger extent. But allowing for such inevitable deficiencies, some of the results are strikingly successful. For the benefit of the readers who want to make a detailed com-

happened sometime towards the end of A.H. 408 or towards the very beginning of 409, when soon after we find al-Bīrūnī in a very sore state of mind wandering in the neighbourhood of Kābul.

I may further mention, by the way, that subsequently al-Bīrūnī also measured the area of the Earth's surface, and its volume and weight in gold.

We should, however, remember that although his results came very close to those of al-Ma'mūn's Astronomers, al-Bīrūnī has preferred to use their measurements, as he says their instruments were more precise and their labours of extremely exacting and fastidious nature.

TABLES OF LONGITUDES AND LATITUDES

In *at-Taḥdīd* al-Bīrūnī tells us that as he had made Ghaznah his second home, he was anxious to carry out all his favourite scientific researches there, and determine for the first time the correct Longitude of Ghaznah by reference to Baghdad. He had fixed the former's Latitude as soon as he was there, but the establishment of the Longitude was a much more complicated affair. By the time he wrote the present work he had accomplished it successfully.

It is necessary to remember that in the matter of Longitude much confusion prevailed in those days. Some had taken the Canaries Islands as the starting point, according to which they calculated Baghdad lying 80 degrees to the East, while others treated the farthest point on the Atlantic coast as the primary Longitude, according to which Baghdad was supposed to lie at a distance of

attempted the measurement of the Earth, but the standards of their measurements were not precisely known to the Astronomers of al-Ma'mūn who was keen to know the actual dimensions. He, therefore, ordered two praties to measure separately two degrees of Longitude by operating from the same point in opposite directions in the plains of Sinjar near Mosul. After comparing their results they computed that a single degree consisted of 56 $^{2}/_{3}$ Arabian miles and the Earth's circumference 20, 400 miles, which according to my calculations come to 364, 106 $^{1}/_{4}$ feet, and 24, 825 $^{3}/_{4}$ English miles respectively and when compared with the modern calculations the former exceeds by $^{5}/_{11}$ mile and the latter by 171 miles only.

In order to satisfy himself, al-Bīrūnī tried without success to measure a degree by the same method in the plains of Dihistān (Jurjān). But later on, while in detention in the Fort of Nandna (in West Punjab), he resorted to a trigonometrical method as suggested by al-Ma'mūn's Astronomer Sind b. 'Alī. The whole operation is described in *at-Taḥdīd* without mentioning his actual values, al-Bīrūnī obtained his own by calculating the height of the peak of a mountain in the neighbourhood plain and ascertaining in the sight the declination of the horizon from the same point. He found the length of a degree to consist of a little more than 56 Arabian miles, which, according to my calculations, falls short by about 12 miles in the radius and 70 $^{1}/_{2}$ miles in the cricumference as compared with our modern scientists.

A slightly different account of this event is also given in *at-Taḥdīd*, from which I conclude that it must have

various oceans in the North, East, West and South all combine at different points. In the North, his limits are set by the habitations of the Suwars, Bulgars Russians, Sclavs and Azovs, in the West by the northern regions of Africa, Spain, France and some other parts and unknown lands, and then the coldest regions unsuited for habitation. In the South, except the groups of East-Indies Islands (الزابج و الزنجات و قمير و الوقواق و الزنج و مثله) and Ceylon and a few others, he admits nothing much is known of the lands or people from the sailors in those parts. In the East, China forms his terminus, although as mentioned above, he very much believed in the existence of the regions (*e.g.* Japan) lying in the Far Eastern ocean as in the West.

Except for the upper portions, he knows nothing much of Africa beyond the sources of the Moon across the Equator after which he thought the oceans coming from the West and the East combined. His detailed knowledge of the seas, gulfs and inland lakes like the Caspian is very precise.

MEASUREMENT OF THE EARTH BY AL-BĪRŪNĪ

In chapter seven of the fifth Maqala, al-Bīrūnī deals with the dimensions of the Earth's globe. As I have already treated this subject in full detail in my special study "Muslim Researches in Geodesy" in the Commemorative Volume published by the Iran Society in 1951 on the occasion of al-Bīrūnī's Millenary Celebrations, I propose to touch upon it here rather very briefly.

The ancient Greek and Indian Astronomers had

world on their side by the coast line of the Atlantic Ocean, as they had no reports except about those islands (Canaries and Madeira), not very far from there. Nor did the reports from the Far East exceed beyond the limit of a half circle, thus confining the known inhabitation mainly to the two northern quarters of the globe, not because, says our author, it is necessary by nature or climatic conditions but simply because of the lack of reliable reports about the remaining quarters. It is indeed most remarkable that he goes still further in his *at-Taḥdīd* by asserting that land must exist beyond the seas between the Western and Eastern coast lines of the known world, thus anticipating the discovery of the American Continents in the Western hemisphere:–

«اما امتناع العماره فى حصّتى الشرق و الغرب و ليس فيهما مانـــع من جهة افراط حرّ او برد .... و ذلك موجب ان يكون بقعة مفروضة دون البقية و يكون المياه محيطة بها»

(تحديد نهايات الاماكن لتصحيح مسافات المساكن ص ١٤٤)

"There is nothing to prohibit the existence of inhabited lands in the Eastern and Western parts. Neither extreme heat nor cold stand in the way ..... and therefore it is necessary that some supposed regions do exist beyond (the known) remaining regions of the world surrounded by waters on all the sides."

HIS GENERAL PICTURE OF THE WORLD

Even the general picture of the world as presented by al-Bīrūnī is remarkably accurate. He tells us that the length of the inhabited world is greater than its breadth. It is surrounded by the seas on all its sides, and the

know at least the following titles from his own list compiled in 427. A.H.

(١) كتاب تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن فى ١٠٠ ورقة

(٢) وكتاب تهذيب الاقوال فى تصحيح العروض و الاطوال فى ٢٠٠ ورقه

(٣) وكتاب تصحيف المنقول من العروض و الاطوال فى ٤٠ و رقة

(٤) و مقالة فى تصحيح الطول و العرض لمساكن المعمور من الارض

(٥) و أخرى فى تعيين البلد من العرض و الطول كلاهما فى ٢٠ ورقة

(٦) و مقالة فى استخراج قدر الارض برصد انحطاط الأفق عن قلل الجبال فى ٦٠ ورقه

(٧) فى غروب الشمس عند منارة اسكندرية فى ٤٠ و رقه

(٨) فى الاختلاف الواقع فى تقاسيم الاقاليم فى ٢٠ و رقه

(٩) فى اختلاف ذوى الفضل فى استخراج العرض و الميل

رسالة للبيرونى، (ص ٣٣) « الفهرست » طبع باريس سنة ١٩٣٦ م

and half a dozen treatises on the correct determination of the Muslim *Qibla*, a subject also briefly dealth with in *al-Qānūn*, and *at-Taḥdīd* where he rightly emphasises its importance for the correct performance of Muslim prayers. Besides the theoretical discussion, we know he actually took the trouble to fix such direction from Ghaznah and another place in Afghanistān called Bust.

HIS PREDICTION ON THE EXISTENCE OF THE AMERICAN CONTINENTS BEYOND THE WESTERN SEAS

In chapter nine of the fourth Maqalah, where al-Bīrūnī presents a short account of the inhabited world, he remarks that the Greeks had terminated the inhabited

ASTRONOMICAL GEOGRAPHY

In this and the next Maqala al-Bīrunī deals with the theories of Latitudes and Longitudes and their applications in determining times in day and night and fixing the positions on the Earth's globe. This was a very favourite subject of al-Bīrūnī and his *at-Tahdīd* mainly concerns with it. There he mentions that he had an idea of compiling a Geography, combining the features of the Sāmānid Minister al-Jaihāni's work (now lost), describing the various countries and illustrating them by maps, and other kind of books (like that of Ibn Khurdādbih) on the Routes and Distances of important places meant for the benefit of the state and the travellers. He tells us that he spared neither his influence nor money for collecting information and constructed a hemisphere of about 15 feet in diameter on which he marked the Longitudes and Latitudes ascertained by his own investigations or from other reliable sources. As we know the work was interrupted by Maḥmud's invasion of Khwārazm in A.H.408.

His researches in Geography constitute a very significant part of his original contribution to our knowledge. Dr. Zeki Validi Togon has already published some extracts from the *al-Qānūn*, *as-Saidana* and *al-Jamāhir* in the above mentioned Memoir entitled *Bīrūnī's Picture of the World*, particularly from the *at-Ṭahdīd*, which served as a middle stage between his researches in Khwarazm and the much more advanced knowledge amassed before undertaking *al-Qānūn*.

It is a pity that most of the other books he wrote on this subject are lost beyond much hope of recovery. We

al-Bīrūnī calls it the angle formed by the inter-section of the Celestial Equator and the Ecliptic.

(زاويه تقاطع معدل النهار مع البروج ، و هو الميل الأعظم)

The Indian, Chinese and earlier Greek Astronomers agreed that it amounted to 24 degrees. But the later Greek Astronomers like Eratosthenes, Hipparchos and Ptolemy found that the angle had declined to 23° 51' and some seconds ranging from 19' to 23' only. When the Muslim Astronomer renewed their observations in al-Ma'mūn's time they discovered that it had still further decreased in the meanwhile. They thought that it was due to the defect in the instruments, and the matter was pursued continously by their successors to establish the real value.

After many observations from time to time the results were found to vary from 35 to 32 minutes. al-Bīrūnī himself repeated the observations several times in Khwārazm and Ghaznah and found that his results, amounting to 23°-35' tallied with those obtained by his illustrious predecessors like Muḥammad and Aḥmad sons of Mūsa, al-Battāni, Ibnu's-Ṣūfī and Abu'l-Wafā. According to Nallino, al-Bīrūnī's value exceeds to a nominal extent of 0.57 only.

It did not, however, strike al-Bīrūnī that in reality the angle of the Obliquity itself had been declining progressively. It was reserved to some other subsequent Muslim Astronomers like al-Zarqalī and Naṣiru'd-Din aṭ-Ṭūsī to come to this conclusion, which corresponds with the view of our modern scientists, who compute that the change amounts to about a minute in 125 years.

to assign any exact dates for such remote events for which no reliable reports were available (p. 145). On the other hand like our modern Geologists, he believed that very long periods of time were needed to account for the past history of the Earth.

TRIGONOMETRY

The third Maqala dealing with Trigonometry has already been translated in German by Carl Schoy and subjected to critical study by Mr. M. A. Kazim of the Muslim University, Aligarh, in his article "Al-Bīrūnī and Trigonometry" in the "Al-Bīrūnī Commemoration Volume" which he concludes by paying a tribute to the mathematical genius of al-Bīrūnī:

"How astonishing it looks to modern mathematicians that a person existing thousand years back happens to produce so much original work inspite of very little resources of those times, at the same time plays a considerable part in diverse fields with astonishing accuracy and mathematical care.

The world still knows very little of al-Bīrūnī as a great mathematician and many of his original contributions to mathematics still lie hidden in the pages of his master-work the *Qānūn-i-Mās'ūdī* and many of his other books which perhaps may never come to light."

OBLIQUITY OF THE ECLIPTIC

The fourth Maqala opens with the detailed discussion of the Obliquity of the Ecliptic, a subject of much historical and scientific importance.

We know that in its path round the Sun the Earth's axis is keeping an inclined angle of about 23 ½ degrees.

and 1218 years before the last Persian Emperor Yezdgerd (p. 131). Similarly he points out that the era known after Alexander began from the tenth year of his death, and most important era Sakkala precedes by 587 years the other called Guptakala on which the Indian Astronomical treatise Khandakhandyaka is based.

He points out that the beginning of the Muslim era of *al-Hijra* corresponded with the first of Ramzān according to the pre-Islamic calendar. He calculates that exactly 3472 days had elapsed between *al-Hijrah* and Yezdgerd. He informs us that the ancient Arabs had learnt the system of inter-calation from the Jews of Yathrab some 200 years before the Prophet's migration to Medina, and the pilgrimage to Mecca as well as the marketing days and festivals fell in fixed seasons. In the year of the Prophet's migration, the pilgrimage fell in *Sha'bān*, and so the Prophet did not like to perform it and restored it to its ancient position after the conquest of Mecca. It is also noteworthy that according to al-Bīrūnī, the Prophet died on the 8th of *Rabi'u'l-Awwal*, and not on the 12th as it is generally believed now. He calculated that nine years, eleven months and twenty days had elapsed since the date of his migration.

Very valuable and curious information may he gleaned from this part of the book by those interested in the history of ancient Persians, Jews and Christians living in the Muslim lands in al-Bīrūnī's time. For instance, he points out that the Jews and Christians very much differed amongst themselves in reckoning the date of Adam's birth. He, on his part, thought that it was not possible

imperfect. The truth is difficult to reach and the ultimate or absolute truth is beyond the reach of science:—

ضعف جبلة البشر و ظاهر العجز و النقص فی الجبلة الاولی علی آثار الحکمة و الاتقان و الصنعة و حسن التقدیر او انتظام التدبیر -

(رسالة کریة السماء ص ۱۰ - ۱۱)

CALENDARS AND CHRONOLOGY

After discussing in an original manner Ptolemy's six basic propositions regarding the sphericity of the Heavens and the Earth and the latter's fixed and central, but extremely insignificant, position in the Universe, and the nature of the Eastern and Western motions in the Heavens, al-Bīrūnī proceeds to define those imaginary circles like the Poles, Equator, Longitudes, Latitudes, Obliquity, and the signs of Zodiac etc. which are used by the Astronomers as technical terms for their treatment of the Heavens and the Earth and which every student should know before entering the subject.

The next part from the fourth chapter of the first Maqala to the end of the next Maqala (pp. 63-270) relates to the discussion of Time as treated in Astronomy, and after defining the day-night and the various kinds of lunar and solar months and years, proceeds to render a detailed account of the calendars of the different peoples known to the author. In *al-Qānūn* he has supplied additional information about Indian systems and the mode of converting the most important Indian era Sakkala into the Hijrah, Yezdgerd and Alexanderian eras and vice-versa.

According to al-Bīrūnī's researches Zoroaster, the noble prophet of Iran, lived 267 years before Alexander, (p. 59)

and Epicycles to describe the zig-zag paths as recorded by the stars in the course of their apparent motions.

With the advance of science we are always wiser than our predecessors, but let us give them the credit that is their due. This theory, how-so-ever faulty, achieved its object to a very great extent, so far as the study of the apparent aspects of the Heavens was concerned. For ordinary purposes it hardly matters whether we consider the day and night due to the movements of the Earth or the Sun.

How some eminent Astronomers like Aristarchus, Aryyabhatta and al-Sijzī were able to advance the Helio-centric theory could only be described as lucky flashes of inspiration, not much based on the known demonstrable data as on more or less barest assumptions. The same is true of Copernicus, who was yet far from any precise theory of the Universe. He retained the system of circles and Epicycles. It was really an advance on many fronts, the invention of telescope, use of pendulum and the precise observations of Brahe and subsequent theorization of Kepler that eventually led to Newton, and in our times to Einstein. We, however, do not know if we have yet reached the Ultimate, perhaps we shall never reach the end in our scientific adventure.

It was only the labours of the great scientists like al-Bīrūnī that gradually led to extend our range of knowledge. Some of their observations are still valuable and probably of perennial interest. Others have lost their intrinsic value. As AbūNaṣrMansur rightly remarked: This only shows that human knowledge, like human nature is

المقصود معرفة شكل الشيء فى كريته او غير ذلك بل كان الغرض وجود السبيل فى كل حين الى....و معرفة موضع الكواكب و ابعاد بعضها من بعض (ص ٤) .

Similarly al-Bīrūnī remarks in *al-Qānūn*:—

و هذا الشكل يمكن ان يكون كريّا كما يمكن ان يكون بيضيّا او عدسيّا او اسطوانيّا او مخروطيّا او مضلعًا ، فليس استدلال بطلميوس بثبات اقدار الكواكب فى جميع نواحى السماء و جهاتها على حال واحدة بناف للتضليع عن الشكل ، انما هو نافية عن نفس الحركة و الرسوم التى ترسمها الاجرام بها (ص ٣٠) .

"It is equally conceivable that the shape of the Universe be spherical, or oval or elliptical or cylindrical or conical or consisting of several sides, Ptolemy's argument from the stars retaining the same magnitudes in all the parts of the Heavens and keeping the same direction is no sufficient reason by itself, but it precludes the other forms owing to the nature of the motion itself as well as the figures that the heavenly bodies describe in their movements."

It cannot, however, be denied that all these old masters were straining the evidence to bring it in line with the idea of describing the movements of the heavenly bodies in circles. For if it were true that the Earth is in the centre and the Heavens move round it, it should have served as its real centre and the very pivot of their Geocentric Heavens. But all those planets' centres never actually corresponded with the Earth's centre and they had to invent the cumbrous system of the Eccentrics

earth's surface. After very complicated modern observations and computations such shift (parallax) has been actually observed in the case of some nearer stars and even the distant Nebulae. But in the absence of the telescope and other modern instruments of precision, the ancients had no means to ascertain such displacements. In fact except a few philosophers like Ibn Sīnā and Fakhru'd-Dīn Rāzī, they thought that all the fixed stars belonged to the one and the same Heaven and calculated its distance from the Earth at a much shorter range than evenour nearest star. Each planet, they thought, had a separate Heaven for itself. And then they had another difficulty to face, *i.e.* the supposed movement in the circle, an idea originally based on Plato and Aristotle's metaphysical notions of perfection and beauty.

Even in his earlier days, in his controversy with Ibn Sīnā, al-Bīrūnī had questioned the soundness of this notion, asserting on his part the equal validity of the elliptical or oval form. The same is his view in *al-Qānūn*. It stands to his credit that he came so close to the very revolutionary idea of Kepler, who for the first time enunciated the planetary movements in the elliptical forms.

Even from his own teacher Abū Naṣr's treatise on the Sphericity of the Earth (فی کرۃ السماء) published by the Daira, it is evident that to him and his pupil, the circular movements of the Heavens always meant mere geometric representation of man's observations from the Earth's platform and nothing more real or sacrosant:—

و لکنّا نقول اولا ان القدماء و من اهل هذه الصناعة لم یکن غرضهم

demonstrated that it cannot be treated as eternal. On the other hand from the evidence of the rocks and the study of the natural forces like water and fire on the surface of the Earth, he concludes that in the long periods of its history it has been and is still under-going changes. But it is not easy to compute the precise time the Earth should have taken since its very beginning. He was very much interested in the various Cosmogonies known in his time and had even collected some of them in his book,

تكميل حكايات عبد الملك الطبيب البستى فى مبدأ العالم و انتهائه ،
(فى قريب من ١٠٠ ورقة)

which formed a supplement to another earlier collection by a physician, 'Abdu'l-Malik of Bust relating to the beginning and the end of the Earth. It would repay to persue this subject in Prof. Valīdī's extracts and more completely in the original text of the *Kitābu't-Tahdīd*.

THE GEO-CENTRIC THEORY OF AL-BĪRŪNĪ

In *al-Qānūn*, al-Bīrūnī has upheld the Geo-centric theory, not because he was unaware of or belittled the Helio-centric theory, In fact time was not yet ripe for deciding this problem with absolute certainty. The Astronomers were still busy in observing and collecting their data for checking as well as correcting the former observations. It goes very much to his credit that al-Bīrūnī, as we know, throughout kept an open mind in such matters. We have to remember the difficulty in supporting the Helio-centric theory. It was the absence of any apparent changes of the distant stars' places in the Heavens or of the objects falling from the height on the

bodies. Al-Bīrūnī did not believe in such a universal force. Nor did his illustrious contemporaries Ibnu'l-Haitham and Abū-Sahl-al-Qūhī. Like Einstein all these believed that gravitation is only the accelaration of the mass and is neither derived from outside nor parts the mass and would not deviate unless obstructed by some impediment. I take liberty to quote from al-Khāzinī who wrote some 75 years after al-Bīrūnī, borrowing from the two above-mentioned Muslim savants:—

(الف) الثقل هو القوة التى بها يتحرك الجسم الثقيل الى مركز العالم

(ب) و الجسم الثقيل هو الـــذى يتحرك بقوة ذاتية ابدا الى مركز العالم فقط اعنى ان الثقيل هو الذى له قوة تحركه الى نقطة المركز و فى الجهة ابدا الـــتى فيها المركز ، و لا تحركه تلك القوة فى جهة غـــير تلك الجهة .

و تلك القوة هى لذاته لا مكتسبه من خارج و غير مفارقة له ، دام على غير المركز ، و متحركا بها ابدا ، ما لم يعقه عائق الى ان يصير الى مركز العالم (كتاب ميزان الحكمة ص ١٦)

Some day we may perhaps discover some unpublished work of al-Bīrūnī where in he may have dealt with the subject in detail. but we have sufficient indications in *al-Qānūn* that like our modern scientist, he did not at all believe in the objectivity of such force in the Universe.

COSMOGONY

In *al-Qānūn*, al-Bīrūnī has not hazarded any scientific hypothesis about the origins of the Universe, but in *at-Tahdīd* we have a long discourse on this subject. Against the prevelent philosophical ideas of the Universe he has

"I saw a kind of simple Astrolabe, invented by Abū-Sa'īd-al Sijzī, not composed of the Northern and Southern sections of the Sky, and known as az-Zauraqī. I liked it immensely and praised him a great deal, as it rested on an independent foundation, the basis of its operation and construction lies in some people's belief that the motion lies in the Earth and not in the Sky. I swear that it is an uncertainty extremely difficult to resolve or by my life contradict. The Geometricians and Astronomers who depend merely on the lines resulting from measurements, have no means to contradict this theory. For in view of the fact that it is the same so far as the movement itself is concerned whether one ascribes it to the Earth or the Heavens. In both the cases it does not affect their science, but if it is possible to contradict this belief and resolve the uncertainty, then amongst all the philosophers it should be the concern of the physicists."

It may be pointed out here that the question of the Earth's movement was being very keenly debated amongst the Muslim Astronomers in the 10 th and 11 th centuries of the Christian era, and the echoes of their discussion are still discernible in *al-Qānūn*, where (pp. 50 & 51) al-Bīrūnī has tried to meet their objections. It is a pity that the works of az-Sijzī and others who held such views have not survived. It is certain that centuries before Copernicus, a few Muslim Astronomers had freely believed and worked on this hypothesis.

Similarly, regarding gravitation some of al-Bīrūnī's contemporaries, and Newton centuries after believed in a universal force residing in matter and attracting the

Newton's theory of Universal Gravitational pull remained undisputed for two centuries till it had to be modified in the light of better knowledge and substituted by Einstein's more advanced theories of Relativity, which have revolutionalized our ideas of Space, Time, Matter & Energy as conceived by former thinkers, so much so that in the present state of our knowledge we find Bertrand Russel remarking :—

"In fact because all motion is relative we cannot distinguish between the hypothesis that the Earth goes round the Sun and the hypothesis that the Sun goes round the Earth. The two are merely different ways of describing some occurence like saying that A marries B or B marries A..... To Kepler and Galileo and their opponents, however, since they did not recognize the relativity of motion the question in debate appeared to be not one of convenience of description but of objective truth. "(Religion & Science, pp. 30-31).

It should go to the everlasting credit of al-Bīrūnī that much in advance of his times he held an identical view and has expressed it in his *al-Istī'āb* :—

و قد رأيتُ لأبي سعيد السّجزى اصطرلابا من نوع واحد بسيط غير مركّب من شماليّ و جنوبيّ سمّاه الزّورقى ، فاستحسنتُه جدا لاختراعه إيّاه على اصل قائم بذاته ، مستخرج ممّا يعتقده بعض النّاس من انّ الحركة الكُلّيّة المرئيّة الشرقيّة هى للأرض دون الفلك .

و لعمرى هى شبهة عسرة التحليل صعبة المحق ، ليس للجوّلين على الخطوط المساحيّة من نقضها شيء ، اعنى بهم المهندسين و علماء الهيئة ، على أنّ الحركة الكُلّيّة سواء كانت للأرض أو كانت للسّماء ، فانّها فى كلتا الحالتين غير قادحة فى صناعتهم ، بل ان أمكن نقض هذا الاعتقاد و تحليل هذه الشُبهة فذلك موكولٌ إلى الطبيعيين من الفلاسفة .

ولم تشاهد ذلك قط لصخرة مثلا او مدرة ولم يشعر بقوة هذا الجذب انسان (ص٤٣)

Further al-Bīrūnī considered that when a part of a mass at rest moves from one part to the other, it moves in a straight line, but on the other hand its movement round another body at rest is of a circular nature and represents a movement round a fixed point like the Earth's centre.

واذا نقل جزؤ من نوع ساكن الى مكان نوع آخر منه تحرك على استقامة نحو حيزه حركة عرضية، وما حول هذه الساكنات فى اطرافه فهو متحرك بحركات مستديرة مكانية حول الوسط الذى هو حقيقه السفل ومركز الارض (ص ٢١)

Here too he is very much in agreement with Einstein, who held that curvature of the space-time in the neighbourhood of the Sun causes the planets to describe ellipses, whereas if all the masses were infinitely removed they would describe straight lines.

No doubt al-Bīrūnī's conception of the Universe was more static than that of our modern astronomers who hold it as an altogether restless body full of movements and even expanding and contracting. Of course some of these most advanced theories can in our present state of knowledge be considered as more or less of tentative nature only.

important matters to render a historical and comparative treatment and to disclose whatever he had personally observed or investigated as well as the complete processes by which the various results had been achieved.

He had a special skill for devising instruments and equipped under his own supervision two observatories in his native land and one at Ghaznah. He has left quite the best book on *Astrolabes* named *al-Isti'āb* still extant in manuscripts. He invented for the cathedral mosque of Ghaznah a time-machine based on the Roman calendar, but was much annoyed by its rejection by the Imam on account of its being based on a non-Muslim calendar system. He remarks that the measurement of time was a purely secular matter and convenience and utility were the only considerations which should prevail.

It would, however, be unjust to compare *al-Qānūn* with an Encyclopaedia of modern astronomy, as the former has a very limited range. It is only when we compare al-Bīrūnī's work with his predecessors and contemporaries, that we notice his advance on all sides.

AL-BĪRŪNĪ'S THEORY OF THE UNIVERSE

al-Bīrūnī had some ideas very strikingly similar to those of Einstein and other modern scientists regarding the Universe as a whole. Like them he considered it to be situated on the outermost surface of a limited sphere.

العالم بكليته جرم مستدير الشكل متناه فى حواشيه (ص ٢١)

Like Einstein he also rejected the idea of the universal gravitation as an actual force on the ground of its being altogether opposed to experience:

expresses his full sense of gratitude to all of them and takes equal care to indicate his own share and views where occasion arises. He intended *al-Qānūn* to be an up-to-date Encyclopaedia of Astronomy supplanting all previous works ranging from Ptolemy's *al Magest* to *al-Magestiu'sh-Shāhī* of his own teacher, Abū Naṣr. Almost a tradition had grown up of writing comprehensively, and there was another such work written by Abu'l-Wafā also.

For those who have not studied his life and works it is not easy to realize the pains he had taken to master the entire subject before putting his pen to this book.

He had already commented on all the outstanding works of his predecessors like Ḥabash, al-Khwārazmī, al-Farghānī, al-Battānī, Abū Ma'shar and the Siddhantas of the Indian Astronomers. He had himself compiled formerly some more restricted and moderate sized texts on Astronomy, and even Astrology, in which he was thoroughly versed but does not appear to have implicit faith, though in the people's mind and in the court he was treated as the greatest astrologer of the world. Some five years earlier he had compiled for an educated lady of his native land named Raiḥanā his *Kitābut-Ṭafhīm* both in Arabic and Persian versions, treating of the elementary Mathematics, Astronomy and Astrology. There he remarks that most people consider the last subject as the real fruit of the entire science, although on his part he prefers to range himself on the side of the minority. i.e. those who think otherwise.

In *al-Qānūn* al-Bīrūnī's method is to collect the best available information on every point and sometimes in

In the face of great achievements we are apt to forget the spade work and other preparatory labours leading to such astonishing results. In the case of al-Bīrūnī they had involved a tremendous effort. There is hardly any portion in this book which had not already received from him ampler treatment elsewhere. It appears that with that rare insight, which is part of his genius, he had directed his studies in a most ordered manner. He had, for example, started with the subject of Calendars and Chronology on which he had written elaborately some 35 years before. Then he took up Trignometry and Shadows and on these two subjects we have two of his earlier works published by the Daira. On the Longitudes and Latitudes he wrote several books including *al-Taḥdīd*, which deals much more in detail with topics like the Obliquity of the Ecliptic. On the measurements of the Earth, he has treated more fully in the same book and in a special treatise of 120 pages no longer available to us.

From his early age he had begun to collect an extensive library of his own on his favourite subjects, and apparently possessed all the well known books on Astronomy written within the area extending from the Mediterranean Sea to the Bay of Bengal. These included all the extant Greek, Indian, and Muslim authors, except probably those belonging to the Western Muslim lands of Spain and Egypt.

He is not one of those who are reluctant to acknowledge the debt of his predecessors. In the preface he

what a balanced and mature mental critique he had developed, is not easy to imagine. He is a most independent scholar and no respector of personalities where truth is concerned. He was always very critical of Aristotle's scientific theories, and no less of Ptolemy's and pointd out boldy wherever he found that they had swerved from the right path. Thus *al-Qānūn* bears ample testimony to his independence of judgement.

As soon as we open the book, we find him disputing and censuring some of Ptolemy's arguments in support of the very first propositions of this science. And if he accepts the rotundity of the Earth or the Heavens it is not for the reasons given by Ptolemy, which he rejects one after another, as being mere assumptions of an unscientific nature. Ptolemy thought that the sun and the moon and other heavenly bodies were of divine nature uncreated, everlasting, incorruptible and spherical in form and moving in circles, as the sphere and the circle were the most perfect form and more becoming for those bodies and their movements. For such fantastic views al-Bīrūnī had no patience, he ruled them out as altogether beyond science's sphere. He even contends the idea that the circle is better suited than the other forms like the elliptic. If al-Bīrūnī thinks that the Earth is not in motion and stands at the centre, he accepts and expounds the view for strictly natural and scientific reasons of his own. He is almost free from the theological or even metaphysical bias and works with an entirely independent mind rejecting all the supernatural or superstitious notions about Astronomy.

Treatise *Kitābu's-Ṣaīdana* dealing with simple drugs, some extracts from which have been published by Prof. Zekī Valīdī Togān of Istanbul in the Memoirs of the Archaeological Survey of India. No. 53 pp. 108–142. An imperfect translation of this work was made in India in the times of Iltutmish, the slave-king of Delhi, and the late Dr. Meyerhof left an incomplete edition of it which is now lying in the Institute Francaise, Cairo.

We do not know the exact date of his death, but the traditional date, Friday, the 2nd. of Rajab, 440 A.H. (11 th. Sept. 1048 A.D.), after he was seventy-seven, is altogether fictitious. Unfortunately we have no precise knowledge in regard to the last 15 or 16 years of his life. From a contemporary jurist we have a report showing al-Bīrūnī's anxiety to learn something new even in the very throes of death.

In *"al-Taḥdīd"*, al-Bīrūnī has remarked that a scholar should try to learn at least the basic principles of every science, even though it might not be impossible to master all the details of a science. He wanted everybody to be a philosopher *i.e.* a true lover of wisdom in the real sense of the word.

His method of study was to concentrate on one particular branch of science at one time and after exhausting all its contents to take up fresh studies, never losing sight of his main concern as a specialist while trying to make his own, what ever else he chose to deal with. Thus every book that he has written bears the distinct impress of his genius and in every science that he has undertaken to deal, he has left original contributions of his own. What a vast range of studies he commanded and

paragingly of his Indian exploits.

All this attitude of al-Bīrūnī changed with the great conqueror's death. The first thing he did was to take stock of all that he had learnt of India, while writing *Indica*.

With Mas'ūd's accession to the throne the atmosphere became distinctly favourable for al-Bīrūnī. We know there was not much love lost between the father and the son. In the last days Mas'ūd had been actually labouring under Maḥmūd's displeasure. Mas'ūd was temperamentally a very different man from his father. Never so much successful in the affairs of state, he was quite a learned person and an enlightened patron of the sciences.

In this very book we have al-Bīrūnī's own testimony that the Sultan was very good to him and it was only as a mark of sincere gratitude that he dedicated *al-Qānūn* to that ruler. From the internal evidences in the book, it appears that it was begun some time before 421 A.H. / 1030 A.D. and completed sometime after 427 A.H. / 1035 A.D.

HIS SUBSEQUENT LIFE

He wrote some other minor works for the Sultan, but during Mas'ūd's reign his main occupation must have been the completion of the *Qānūn*. It appaers that as soon as he had finished it, he took up other works. For his successor Mawdūd, he wrote his famous "*al-Jamāhir*" on Gems and Precious Stones, which has also been published by the Dāira. This is reputed to be the best book written on the subject during the whole Muslim period. He wrote another book on Ethics for the same ruler. His best known work compiled after he was eighty, is a Medical

others of his, are lost. We have his own list upto 427 A.H. (1035-36 A.D.), when he was already 65 but still full of zest for life and work in the future. He tells us that at the age of 60 he had fallen ill severely and recovered after much difficulty. No doubt all these Indian studies must have taxed him a great deal.

Something of his method in pursuing the Indian studies is mentioned in the *Indica*, but not very explicitly. Some references in other works throw further light on the subject. At first he relied entirely on the interpreters, whom he tried to check by sheer tact. Later on he made appreciable progress in testing them by the texts themselves. By this time he must have gained sufficient knowledge of Sanskrit for his purpose. Further on, he advanced far enough to translate by himself from Sanskrit into Arabic and vice-versa. But of this later stage we have not much left to form our final judgement. He had collected a whole library of Indian books from far and wide. It is a matter of great regret for us also that on account of political strife and warfare between his own people and the Indians, he was precluded from visiting the real centres of Indian learning like Benares and Kashmir.

What interest Maḥmūd himself had in these studies is not quite clear? Evidently through al-Bīrūnī's influence Maḥmūd got some of his coins struck in Sanskrit legends. But al-Bīrūnī was never in sympathy with Mahmūd's ways in India, and we do not know as yet of a single work which he dedicated to the conqueror. On the other hand a well known passage in the *Indica* actually speaks dis-

But by far the most notable event of his life in those days was his study of Sanskrit and extensive researches on India, its people, literatures, and sciences, specially mathematicas and astronomy. Out of a number of his profound studies in this particular line, including a very exhaustive work dealing with Indian Astronomy, which are all lost, we are still left the most valuable *Kitābu'l-Hind*, the unique testimony of his arduous labours on India so well known throughout the world.

By his vast Indian studies the later generations were so much impressed that they believed that he had travelled in India for forty years. But after a long study of the subject, I am fully convinced that most of his studies were carried out in Ghaznah with the help of the Indian scholars living there. There is no doubt that he travelled in some parts of the Western Punjab up to Multan. But beyond that he never went and knew of Sindh, like other parts of India, only from the account of other people who had travelled in or, belonged to those regions.

How many years did he actually devote to these Indian studies ? It may surprise many, but it is another proof of his great genius, that before writing his *Indica* he does not appear to have given more than four or five years of his time to these exacting Indian studies. But he never ceased to continue his work in this special field along with his other studies, for some five years after we still find him keen on finishing his books and translations on Indian subjects. What other books he was actually able to write on India even after this we do not know; for no records are available and such books, like so many

dimensions. Next year we find him wandering in the vicinities of Kābul and Qandhār carrying out his researches for latitudes in those parts. He met Maḥmūd somewhere on the way, while the latter was returning after his famous expedition to Mathura and Qannauj and showed to al-Bīrūnī the unique precious stone weighing some 450 *Mithqals* taken from a temple in Mathura. al-Bīrūnī, who has described it in his *al-Jamāhir* was not much impressed by its quality and Maḥmūd discerning the fact immediately withdrew it from al-Bīrūnī's view just to keep up the much exaggerated notions of its value in the people's minds. This curious incident very well illustrates the relations that subsisted between these two great men. al-Bīrūnī was forgiven and allowed to continue his work and establish an observatory in Ghaznah. He was even consulted now and then on scientific matters, and probably highly valued as an astrologer, but he was never totally reconciled to his fate at that court.

In his *"al-Tahdīd"*, an autograph Ms, or at least contemporaneous copy of which exists in Istanbul (dated 416 A.H. 1025 A.D.), we find him most disconsolate, but not altogether despairing of resuming his scientific work which he had left incomplete at home and regaining all the materials including a hemisphere on which he had been marking all the longitudes and latitudes of the various places ascertained by his own exertions. Of the several works he wrote at Ghaznah, we have fortunately recovered two mathematical treatises *Istikhrāju'l-Autār* and *Ifrādu'l-Miqāl* written in 413 A.H. (1022 A.D.), both published by the Dāiratu'l-Ma'ārif, like several other tracts connected with al-Bīrūnī.

major work *al-Āthāru'l-Bāqiyya*, which deals with the calendars and chronology of all the peoples known to him. Qābūs held al-Bīrūnī in very high esteem and desired him to share the ruling power. But al-Bīrūnī left Qābūs as he did not like his patron's tyrannical nature. Previous to his visit to this court al-Bīrūnī had stayed for a short time in Raiy and met al-Khujandī, an eminent astronomer of those parts and the inventor of the sextant known as *sudsu'l-Fākhir*, for which al-Bīrūnī has expressed much admiration. Some time in 394 A.H. (1003-4 A.D.) he returned home at the invitation of 'Alī b. Ma'mūn who had succeded his father in 388A.H.(998A.D.). Time had healed the old wounds and al Bīrūnī found in 'Alī and his Vazir Abu'l-Ḥusain Muḥammad b. Aḥmad al-Suhaīlī more humane and enlightened patrons at home, where later on, the third of the line, M'amūn, proved to be a great lover of learning and in later days appears to have appointed al-Bīrūnī his Minister, till after that king's murder by the rebels in the army and the fall of his short lived dynasty in 407 A.H. (1016 A.D.). Maḥmūd invaded and annexed Khwarazm in 408 A.H.(1017A.D.). al-Bīrūnī set up an observatory in the royal palace and was particularly busy in those days in his studies in astronomical geography. This was probably the most unhappy moment in his life. Not only was his scientific work once again disturbed and his most loving patron dead, but he was also himself carried away by the conqueror to Ghaznah and for a short period even kept as a political detenue in the fort of Nandna, where, however he was able to carry out his measurements of the Earth's

HIS LIFE

He was born in the fore-noon of Thursday, the 3rd of Zilhij, 362 A.H. (4th September, 973 A.D.) of an unknown family, in the outskirts of Kath, the old capital of Khwarazm, and most probably was left an orphan at a very early age. He was brought up and educated by Abū Naṣr Manṣūr b. 'Alī b. 'Irāq, a distinguished member of the ruling family of Khwarazm and a leading mathematician and astronomer of his time, who by oral and written instruction instilled in al-Bīrūnī an insatiable love for scientific studies. It was Abū Naṣr who put al-Bīrūnī in contact with the former's own veteran teacher, the famous astronomer, Abu'l-Wafā al-Būzjānī, then living in Baghdad, for simultaneous observations of solar eclipses, for determining the longitudes in Khwarazm. In his unpublished *"al-Taḥdīd"*, al-Bīrūnī says that he almost lost his eyesight by repeated solar observations in the observatory he had set up for himself in a small village near Kath. He began his literary career very early. His activity was unfortunately disturbed towards the end of 385 A.H. (995 A.D.) by the war between the two rival chiefs of his country, M'amūn of Jurjānia and Abū'Abdillah Khwārazmshāh of Kath, resulting in the latter's murder and the fall of his ancient dynasty. al-Bīrūnī did not stay there for long after the event and shortly after 387 A.H. (997 A.D.) left home in search of some suitable patron and for a time found one in Shamsu'l-Ma'ālī Qābūs b. Washmgīr, the Ziyārid ruler of the neighbouring country of Jurjān, and himself a distinguished poet, literateur and lover of learning, to whom al-Bīrūnī dedicated his first

of observations or opinions existed. As we proceed further al-Bīrūnī's efforts in this direction by carrying out his own independent researches on such points will be noticed markedly.

The fourth and fifth centuries of the Hijrah (X & XI centuries of the Christian era) were marked by conflicting political divisions in the Muslim world. The cultural contacts, however, did not altogether cease amongst the various parts and what was written in one part was often after a short while available in the other parts, except perhaps the extreme East or the West. From al-Bīrūnī's books it appears that he was not cognizant of the researches in the Fatimid land of Egypt, and the Umayyad land of Spain. No references to his contemporaries, Ibn Yūnus and Ibnu'l-Haitham in Egypt, or Maslamah and Ibnu'l-Samḥ in Spain are found. By this time these countries had also improved in their scientific studies, but the Eastern lands had a much earlier start in this respect.

By reading *al-Qānūnu'l-Mas'ūdī* one can have a glimpse of that spirit of scientific adventure that had been infused in these countries and the rivalry that existed amongst the several states. One finds, references to some of these distinguished astronomers and their chain of observations from the metropolis of the Eastern Caliphate, Baghdad, and the headquarters of the Buwaihids to semi-independent states at Isfahan, Hamdan and Raiy to Khwarazm and Ghaznah and other important places. al-Bīrūnī had a knowledge of the results achieved in all these centres in the East and kept himself in touch with the chief organisers of those establishments.

would reveal a very fascinating story of the achievements of al-Ma'mūn's scientists, particularly the astronomers of the age. We know that he had set up at least two well-equipped centres for astronomical observations and researches in Baghdad and Damascus under a band of distinguished astronomers. He had almost a passion for this science and sought verifications and necessary corrections on every particular point. Let us take one instance. He wanted to ascertain the actual dimensions of the earth and got a single degree measured more than once at several places. But his insatiable zeal for research is vividly illustrated by a curious anecdote mentioned in an unpublished work of al-Bīrūnī, where he relates that towards the end of his life in the course of his invasion of the Byzantine territory, while al-Ma'mūn happened to pass by a mountain adjacent to the sea, he ordered one of his astronomers, Sind b. 'Alī, to ascertain the earth's dimensions by a trignometrical method, which was later successfully repeated by al-Bīrūnī at Nandna in India. A glance at the chapter of this book dealing with the Obliquity of the Ecliptic (الميل الأعظم) will be sufficient to show that a large number of independent observations, as against a couple only of the times of Greek astronomers, were carried out in the lands of the Eastern Caliphate to verify the actual degree. al-Bīrūnī himself carried out at least three of his own, two in his homeland and the last at Ghaznah.

The Muslim astronomers tried to reinvestigate almost the entire field of astronomy and, it appears, specially directed their attention to those parts where differences

This is hardly the place to give a fuller account of all his achievements. Something to that effect has already been attempted by the present writer in his Life of al-Bīrūnī and some other writings including a lecture on "al-Bīrūnī's Scientific Achievements" delivered in 1952 in the Iran Society of Calcutta. Here I would like to confine myself to a brief account of al-Bīrūnī's life and contributions in relation to the work in hand.

Like all great men al-Bīrūnī was a product of his age and his greatness lies in his being much ahead of his own times. His age was particularly marked for its keen interest in astronomy. Its history, of which, at present, we have some glimpses only, has got to be written completely.

That history goes back to the beginning of the 'Abbāsid Caliphate in the first half of the second century of the Hijrah and received its greatest impetus at the hands of the most enlightened Muslim sovereign, al-Ma'mūn. The Muslims started with some translations of the Indian and Persian works on astronomy and then with the translations of the Greek astronomers, including Ptolemy, whose *magnum opus* Syntaxis, better known as *Al-Magest*, occupied a special position in their minds. Most of those translations and original works of al-Ma'mūn's times are lost. We know what happened to the scores of books in Baghdad at the hands of the Mongol hordes of Hūlākū, and much of what was left, was eventually destroyed later by the ravages of time and subsequent wars in the Muslim countries. Some glimpses of these we have in the works of authors like al-Bīrūnī. A searching study

THE MILIEU

A very early tradition tells us that when al-Bīrūnī dedicated his *magnum opus* to Sulṭān Mas'ūd of Ghaznah, after whom the work is named, the Sulṭān in his turn rewarded him with a camel's load of silver, but the savant thankfully returned it, saying that he did not need the money, nor loved money for its own sake. Truly no amount of riches could match the wealth of knowledge that this really great work contains. With the publication of *al-Qānūnu'l-Mas'ūdī*, the historians of astronomy would, as never before, be in a position to appreciate the actual achievements of the Muslim astronomers, as well as al-Bīrūnī's theoretical and practical contributions to his favourite subject.

His times, talents and experience were all perfectly suited for the work in which he undertook to render a complete and up-to-date account of astronomy, when it had reached its climax amongst the Muslims.

He had, at his disposal, about half a century's incessant personal labours as well as more than two centuries of continuous labours of other Muslim astronomers. In the *Preface* to this book, he says that from the very outset he had devoted himself exclusively to this department of knowledge, and did not count his achievement in so many other fields of learning, almost encyclopaedic in its range. For no other scholar ever before or after him has combined the study of all that was available in his times from the Indian, Greek and Muslim sources and at the same time left behind him so many original contributions of his own in numerous spheres of learning.

obeikandl.com

AL-BĪRŪNĪ AND HIS MAGNUM OPUS
Al-QĀNŪN U'L-MAS'UDĪ

والله اسئل ان يوفّق للصواب و يعين على درك الحقّ ،
و يسهّل سبيله و ينير طرقه ، و يرفع الموانع عن نيل المطالب المحمودة ،
بمنّه و سعة جوده ، انّه على ما يشاء قدير .
(كتاب التحديد ص ٤٥)

"And I pray for God's favour and spacious bounty to make me fit for adopting the right course and help me in perceiving and realizing the truth, and facilitate its pursuit and enlighten its courses, and remove all impediments in achieving noble objects. He is all powerful to do as He pleases."

(From the autograph Ms. dated A.H. 416, of al-Bīrūnī's *Kitābu't-Taḥdid* p. 45)

فانّنى لا آبى قبول الحق من ايّ معدن وجدته .
(كتاب التحديد ص ١٠٤)

"I do not scorn to accept truth from whatever source I can find it." (Idem p. 104)

We end with a quotation from E. Sachau's preface to the English edition of *Ta'rīkh u'l-Hind* published in 1910 :—

"As far as the present state of research allows one to judge, the work of Albiruni has not been continued. In astronomy he seems by his *Canon Masudicus* to represent the height, and at the same time the end, of the independent development of this science among the Arabs. But numerous scholars toiled on in his wake, whilst in the study of India, and for the translation of the standard works of Sanskrit literature, he never had a successor before the days of the Emperor Akbar."[1]

Whilst joining Sachau in his general commendation of the eminent medieval scholar, we have to modify somewhat his opinion regarding al-Bīrūnī's achievements in astronomy, without however detracting appreciably from the high excellence of al-Bīrūnī's learning as a whole.

Dated 9th January 1956,
University of Exeter,
England

H.J.J. WINTER

(1) E. Sachau. "Albīrūnī's India" I, XLIII. London, 1910.

obeikandi.com

theory is almost complete. But in other directions, as for instance, in the manner of recording astronomical data, in certain problems of spherical trigonometry, and in the knowledge of the calendars of the ancient peoples of the East, he advances the cause of science. It is true that sines occur as early as *c.* 1007 in the Hakemite Tables of Ibn Yūnus, but al-Bīrūnī, with his unique knowledge of Hindu sources, both explained their value and extended their use. Though the scope of his work relating to the sphere is not comparable with that in the treatise *Shakl u'l-qatta* of Nāṣir al-Dīn at-Ṭūsī, it is by no means insignificant, for he exhibits versatility in his application of the sine relationship for spherical triangles. Moreover, he was able to use the method of orthographic projection. As for chronology, al-Bīrūnī's *al-Āthāru'l-Bāqiya* [1] (*c.*1000 A.D., 390/1 A.H.), with all its technical and historical detail of the various methods for computation of time, is a primary source; and since *al-Qānūn u'l-Mas'ūdī* draws upon it in certain respect we must attach considerable importance also to the latter. Al-Bīrūnī is always liable to introduce some new fact. Thus his list of names of the months of the Sogdians is the scanty remnant of a lost Iranian dialect and therefore of considerable interest to philologists. Upon the author's accuracy we can generally rely. In spite of occasional lapses, e.g. in the interpretation of experimental results or in poornees of expression, he had great faith in his own instruments and methods, and originality was seldom lacking..

1. E. Sachau Chronologie Orientalischer Volker, Leipzig, 1878. English edition, London, 1879.

cated mathematical section using Euclid, VI, aud ending with tables of anomalies for the five planets and the calculation of their longitudes. Jupiter and Saturn were investigated, with tables of anomalies, in Book XI. General planetary theory, an attempt to account for the apparent irregularities of motion,based largely upon the pure geometry of circles and chords (Euclid III, VI), occupies the whole of the last two Books. Ptolemy investigates the extent of recession, or slowing down in a part of the orbit, for each planet in turn also the greatest elongation of Mercury and Venus, obliquity conditions and the path in latitude, and helical rising and setting. Difficulties which could only be met by more corrections and an increase in the number of circles, as in Ptolemy's general theory, are the result of the adherence to a geocentric theory and reveal at once both the ingenuity and the limitation of the Greek mathematical mind.

In conclusion, we summarise briefly the real significance of *al-Qānūn u'l-Mas'ūdi*. Encyclopaedic in character, it is representative of those great medieval treatises, written by such scholars as al-Bīrūnī and Ibn Sīnā, which by the power of synthesis and zeal for completeness in their authors, remain for historians of science a mirror of all the knowledge of their day. In the nature of their vastness, compilation overshadows originality, and one has to search, as in *al-Qānūn u'l-Mas'ūdī*, amongst the accumulated achievements of past generations and earlier races to find whether the author has himself contributed any new knowledge. With al-Bīrūnī the debt to Ptolemy, and in turn Hipparchus, within the field of general planetary

cannot occur, deduces the diameters of luminous and illuminated bodies and of the shadows of the latter, and has several chapters devoted to such subject as the times of rising and setting, twilight, the "mansions" of the moon, and the lunar calendar.

The last three Books of *al-Qānūn u'l-Mas'ūdī* are concerned almost entirely with the motions of the spheres of the five known planets, their rising and setting, periods and conjunctions, and their positions with respect to the "mansions" of the moon according to the Arabs and Hindus; and especially with the way in which Ptolemy accounted for their motions in the final five Books (IX-XIII) of *Almagest*. al-Bīrūnī, with his leanings towards astrology, was clearly interested in knowing the time of arrival of a particular planet at a given position in the zodiac; so we find him, in sections 7 and 8 of his last Book, writing about the fortunes of children in terms of the years and months and days of their birth. Owing to the tremendous influence and the extensive mathematical investigation of Ptolemy's planetary theory it is worth re-stating some of those major features which could scarcely fail to determine al-Bīrūnī's approach. In *Almagest* Book IX, the Greek astronomer, after setting up tables for the mean path of the five planets in longitude and anomaly, discussed the orbit of Mercury, proved that whilst in its circular path the planet could twice attain its greatest elongation, and calculated the numerical values for the epicycle of the planet. A similar treatment followed in Book X for the apogee, epicycle, period, and excentricity of the planets Venus and Mars:- a compli-

conceptions.

The earlier part of Book VI deals with the latitude of Ghaznah, and of Alexandria according to Hipparchus; whilst there is a discourse on intersecting orbits with reference to the zodiac. Later, this discourse leads on to a study of the orbit of the sun. Ptolemy in *Almagest* Book III, had explained the excentric and epicyclic theories, the epoch and mean path of the sun the anomaly of the sun (with a table), solar days and the solar year. This investigation had been well conducted by Ptolemy, and we find that al-Bīrūnī has closely followed him.

Motion of the moon is the subject which occupies almost the whole of the next Book. Here the author deals with the path of the moon in the zodiac, its phases, the discrepancies between its observed and calculated positions, and the first and second anomalies. Again, the elaborate treatment of Ptolemy in Books IV and V of *Almagest*, in which he not only applies corrections to the moon's motion for longitude and anomaly, latitude and epoch, but compiles a table for the complete double anomaly, and adds further chapters on parallax and on the moon in syzygy:— this is indeed so full that al-Bīrūnī could hardly hope, whilst retaining a geocentric system of the universe, to give a better account.

Following once more the general plan of Ptolemy's Book VI, al-Bīrūnī proceeds in his own Book VIII to deal fully with the characteristics of lunar and solar eclipses both from the standpoint of orbital motion and the optical questions of light intensity and shadow. He discusses the limiting conditions beyond which eclipses

of the sun as observed from Ghaznah was also compiled; a similar one had been recorded for Baghdad by Ḥabash al-Ḥāsib (*c.* 870). If the *sun's* latitude reckoned from Aries is *Lambda*, and in relation to Cancer is *Lambda* -90°, the corresponding sun's declination is *Delta*, and the obliquity of the ecliptic is *Epsilon*, then

Sin Delta - Sin Epsilon. Sin Lambda

Also since *Delta* and *h* are related by the equation

h 90°–Phi Plus Delta

the approximate meridian height *h* for any day may be calculated and compared with the direct measurement made by quadrant or octant. In addition, al-Bīrūnī discussed in this fourth book the nature of the obliquity of the ecliptic, and the method suggested by Muḥammad ibn Ṣabbāḥ for its determination in which the assumption of the sun's passage through equal distances in equal times al-Bīrūnī shows to be false. He also describes the principal types of alidade, and here he reveals his dependence upon Ptolemy.

In book V al-Bīrūnī extends his mathematical discussion to the problems of longitude. He writes especially of the longitudes of cities in terms of the distances between them and in relation to the occurrence of solar eclipses, and effects trigonometrical calculations such as the determination of the distance between two cities of known longitude *and* latitude. There is also an important chapter on the direction of the *qibla*. In concluding this book, the author deals with tables of latitude and longitude for the location of cities on the earth, and describes the regions of the spherical universe as a whole in terms of these two

and vertical shadows, m and n, cast by a gnomon of length q are given as

$$m \quad q \cot h \quad , \quad n \quad q \tan h \quad ,$$

where h is the angle of elevation, or (when the shadow is along the mid-day line) the meridian height, of the sun.

This next book IV is a long treatise of 26 sections in which (1) this basic theory of the gnomon is fully elaborated and applied by al-Bīrūnī and in which (2) trigonometrical relationships are developed for the sphere. Thus problems of geographical latitude are particularly prominent since they involve both (1) and (2). By considering a meridian section of the celestial sphere in which the horizon, zenith, celestial equator, and N pole of the heavens are shewn, al-Bīrūnī was able, through the maximum and minimum heights, h_1 and h_2, of the path of a circumpolar star around the celestial axis (or through the "Zenith heights" of the Sun when in positions known with respect to certain constellations), to determine the latitude *of the place of observation* in the form

$$Phi \quad \frac{h_1 \; Plus \; h_2}{2}$$

This expression, written as $Phi \quad h^1 \; Plus \; 1/2 \; (h_2 - h_1)$, actually occurs as early as al-Battanī (*c.* 929 A.D.); and again, $h_1 - 1/2 \; (h_1 - h_2)$ is to be found in the work entitled *On the Use of the Astrolabe* by 'Alī ibn 'Isa (Māhān), who flourished still earlier, *c.* 850 A.D. What is especially significant about al-Bīrūnī's treatise in his interpretation of the implications of this equation and his good result ($33^\circ\ 35^1$) for the latitude of Ghaznah. A table of meridian heights

the whole chord (*jība*). The main treatment is that of the sides of circumscribed polygons, al-Bīrūnī establishing these sides as the fundamental units from which other chords might be evaluated; thus, he derived the chord of a particular arc in the case where the chord of the supplementary arc is known; the chord of the double arc given the chord of the single arc and vice versa; so, by a process of halving, the chord of the quarter arc, etc.; also, the chord corresponding to the sum and difference of two known arcs. This investigation was extended to include the determination of the chord of 1^{0}, the properties of the nonagon, and the relation between the circumference and diameter of the circle by successive approximation. al-Bīrūnī's value of *pi* was slightly greater than the accepted 3.1466 from Greek and Hindu sources. Superseding now the Greek method of reckoning by chords, al-Bīrūnī calculated the sine (*al-jaib*) of an angle from the corresponding arc, and vice versa, and treated similarly the sinus versus (*jaib mankūs*); his sine table was based on intervals of 15^{1} whereas that of the *Surya Siddhānta* had been in intervals of $3^{0}45^{1}$. An important application of plane trigonometry to the gnomon (miqyās) enabled al-Bīrūnī to measure the shadow in terms of the length of the gnomon, to define the tangent and co-tangent and angular elevation, and to investigate elevation by movement of shadow. Tables of shadows (*Zill-i-ma'kūs*), corresponding to tangent tables, could then be constructed. Such tables are to be found later in the *Zīj-i-Ilkhānī* of Nāṣir al-Dīn al-Ṭūsī and the Samarqand Tables, *Zīj-i-Ulugh Beg*. The basic relationships for the horizontal

of the Arabs, Jews, Hindus, Romans, Nestorians, Copts Persians, and Sogdians in respect of the division of the year, al-Bīrūnī now deals in detail with the three systems of chronology adopted by Muslims, Greeks, and Persians, their similarities and the conversion of dates between them, obscurities and errors, and the comparison of these three with Hindu chronology. Next the periods of fasting and the great days of the feasts are considered in respect of Judaism, Christianity, Islam, and the ancient Persian religion. Finally, a chronological survey is made through Chaldaean, Assyrian, Babylonian, Medean, Persian, Alexandrian, Ptolemaic, Roman and Byzantine times to Muḥammad, *al-hijra*, and the Caliphs. This work is similar to that in *al-Kitāb al-Athār*, and on the question of Hindu eras it reveals no progress beyond what is also mentioned in *Ta'rikh al-Hind*. In fact, al-Bīrūnī mixes up the era of the astronomers, as in the *Khandakhādyka* of Brahmagupta, with the Guptakāla.

Book three is of an entirely different character. It provides the fundamental plane geometry and trigonometry required for subsequent chapters and deals principally with the reckoning of angles. Its importance rests in (1) the use of the sine and (2) the trigonometrical treatment of the shadow of the gnomon. There is also an interesting reference to terminology in which al-Bīrūnī says that the word *zījāt* (tables) derives from *al-ziq* (the measure of a chord), which may be traced to a Persian word which he writes « ﻭﺟ » again, *jīvabā* (half-chord) is called in India *jībārd*, but since the half-chord is widely used there instead of the chord it has taken the name of

made the customary assumption of the influence of the planets and the zodiacal signs upon the destinies of men. An Arabic translation with commentary of Plato's *Timaeos* found an honoured place in his library.

In the introductory Book al-Bīrūnī deals with the nature of the universe and with the system of planetary spheres, the division of night and day and of the year into months and days by different races, and the solar and Lunar years. These general conceptions are essentially those of Ptolemy. However, on the possibility of a motion of translation of the earth, al-Bīrūnī's objective outlook, with its realization of the relativity of astronomical motions, seems to have led him to a position of reserve, for in the *Ta'rikh al-Hind* there are to be found these words:- "Besides, the rotation of the earth does in no way impair the value of astronomy, as all appearances of an astronomic character can quite as well be explained according to this theory as to the other [with the earth immovable]. There are, however, other reasons which make it impossible. This question is most difficult to solve. The most prominent of both modern and ancient astronomers have deeply studied the question of the moving of the earth, and tried to refute it. We, too, have composed a book on the subject called *Miftāh 'Ilm-al-Hai'a (Key to the Science of Astronomy)*, in which we think we have surpassed our predecessors, if not in the words, at all events in the matter."[1]

Calendaric problems occupy the whole of the second book. Following upon his earlier reference to the practices

(1) Ibid 1, 267-277. this requires further research.

travels had taught him; indeed, as with most Islamic astronomers, he shows overwhelming support for Greek methods, preferring the lucid deductive argument and the geometrical representation. Of critical independent outlook, he did not merely follow tradition in this, being in fact anti-Arab in disposition and for his times, extremely tolerant of the intellectual outlook of other nations. It was simply that he preferred the directness of Greek methods to the subtler analytical ideas of the Hindus, which usually had philosophical and religious implications. Thus we find his work lucid and orderly, with each section usually divided into three parts – a short general introduction, a statement of the problem under discussion, and an elaboration of his own. In this last he attempts to get a better understanding and to arrive at a conclusion, often by comparison with Greek and Hindu evidence on the subject. He uses the manuscripts of earlier writers with the utmost discretion, exposing errors of both authors and scribes. We find a special regard for the astronomical investigations of Ptolemy. As for al-Bīrūnī's knowledge of the geometry of the sphere, whilst it reveals a thorough acquaintance with the Greek contribution, it is in no way a complete anticipation of the great treatise on spherical trigonometry which was to appear some two hundred years later from the hand of Naṣīr al-Dīn at-Ṭūsī. Finally, one should not ignore the medieval mind in al-Bīrūnī when praising the objectivity of his outlook in regard to scientific problems. He undertook a lengthy study of Hindu and Greek astrology, being especially influenced by the latter, and undoubtedly

bygone better times;"[1] but in the preface to *al-Qānūn u'l-Mas'ūdī* where high-sounding phrases extol the virtues of the new ruler, a feeling of gratitude permeates his words—" Is it not he who has enabled me for the rest of my life to devote myself entirely to the service of science,.....".

The eleven books of this encyclopaedia deal respectively with fundamental definitions, calendars of different races, properties of the circle, the mathematical astronomy of the sun and constellations and its use in the study of night and day and of the latitudes of cities, the further mathematical treatment of latitude and longitude, motion of the sun in the zodiac, motion of the moon, eclipses of the sun and moon, the fixed stars, the motions of the five planets in their spheres, and finally, motion of a planet in the zodiac and its astrological significance. Embracing as it does the whole field of observational astronomy and the measurement of time, together with the mathematics of the Ptolemaic system, a work of these dimensions cannot be discussed fully within a short space for it raises many interesting questions, but it is hoped in this notice to indicate its main features and to emphasize its significant place in the history of science.

To realise the personal background of the author in this connection is important. He had studied and mastered both Greek and Hindu astronomy, though after he had returned and settled in Ghaznah he does not seem to have made any progress beyond what his Indian

(1) E. Sachau. Alberuni's India, I, 152. London, 1910.

and Mas'ūd. It was during their invasions of India that al-Bīrūnī was able by accompanying them to gain at first hand his deep understanding of Hindu thought. He died at Ghaznah on 2nd Rajab, 440 A.H. (1048 A.D.).

Amongst the many important writings of al-Bīrūnī are *al-Qānūn-u'l-Mas'ūdī*, the subject of the present notice, and three others which inevitably enter into our discussion of it, namely, *al-Kitāb al-Athār al-Bāqiyya* (Vestiges of the Past, or Chronology of Ancient Nations), *Tā'rīkh al-Hind* (History of India,) C. 1030 A.D. and *al-Tafhīm li-Awā'il Sinā'ati't-Tanjīm*.

Al-Qānūn u'l-Mas'ūdī is a lengthy and important encyclopaedia of astronomy dedicated to the Sultan Mas'ūd. The preface relates how Mas'ūd overcame his opponents in the struggle for succession, and the work itself consists of eleven books, subdivided into chapters which are still further sectionized. It was written in Ghaznah between 421 A.H., when Mas'ūd came to power, and 427 A.H., when it appears in the list of completed works set down by the author himself. After the stormy reign of Maḥmūd, al-Bīrūnī was sincerely thankful to be able to settle quietly to the writing of what is probably his greatest work, for Mas'ūd, despite his other failings, gave the astronomer-astrologer the much-needed respite from material cares. There is no doubt that al-Bīrūnī had an uneasy time during the reign of Mahmūd and had little to admire this sovereign, for he says of this period, ".... it is quite impossible that a new science or any new kind of research should arise in our days. What we have of sciences is nothing but the scanty remains of

THE PLACE OF THE *QĀNŪN-I-MAS'ŪDĪ* IN THE HISTORY OF SCIENCE

The second half of the eleventh century A.D. is highly significant in the history of mankind as period of great intellectual activity in Persia. Amidst this flowering of the Persian genius the achievements of Abū Raiḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī (973 – 1048 A.D.) bear witness to a profound erudition and a generous humanity. The spirit of this age may be said to dwell in the critical al-Bīrūnī, the philosophical Ibn Sīnā, and the poet Firdausī; whilst of the first-named Professor Sarton has written :

"Traveller, philosopher, mathematician, astronomer, geographer, encyclopaedist. One of the very greatest scientists of Islam, and all considered, one of the greatest of all times. His critical spirit, toleration, love of truth, and intellectual courage were almost without parallel in medieval times".

Born in Khwārazm in 362 A.H. our celebrated author passed his adult life first at the courts of Qābūs b. Washmagīr, Prince of Jurjān, and of Abu'l-'Abbās Ma'mūn b. Ma'mūn; but soon after the assassination of the latter in 407 A.H. 1016 A.D, he went to Ghaznah, where he came under the patronage of the Ghaznavi Sultans Maḥmud

1. G. Sarton, Introduction to the History of Science I, 707. Baltimore, 1927.

VII. *Mīqāt* 866, Dāru'l-Kutubu'l-Miṣriyyah, Cairo, is the Seventh dated de-luxe copy of the work written evidently for a great Eastern potentate whose name has purposely been obeliterated, but from the date and other indications, it is obvious that it has been prepared for the treasury of one of the rulers of Ḥisn Kīfa and 'Āmid during the rule of the Ayyūbids in Sinjar and Naṣībīn. It once belonged to the Ṭal'at Pasha Library and has since been transferred in 1918 to the National Library of Egypt, where the Chief-editor had the good fortune of examining it in detail and adding it to the list of manuscripts utilised by him during the preparation of the monumental edition of the *Qānūn-i-Mas'ūdī*.

It is transcribed by one astronomer-calligrapher Muḥammad bin Mas'ūd as-Sinjārī al-Munajjim in JumadaII 673 A.H./ December 1274 A.D., sixteen years after the fall the 'Abbasid Caliphate. It contains 268 folios, its size is 11″ × 14½″, 19 lines per page, written in beautiful bold *Naskh* with rubrications golden frontispiece and highly decorated semi-kufic headings and titles, and profusely vocalised. The tables and diagrams have also been carefully and neatly drawn and preserved. The Chief-editor has availed this Ms. through the kindness of the authorities of the Egyptian National Library, Cairo in 1951 during his second visit to Egypt.

This is the Seventh dated Ms. of this work existing in the world. It is designated as M Misr and ؾ in our edtion and foot-notes.

Thus seven de-luxe royal copies transcribed by famous scribes have been utilised in the standardisation of this text.

* * * * *

This Ms. stands fifth in the chronological order of our survey, and has proved very valuable during our collation of the text and for verification of Max Krause's transcript. For the sake of reference, we have denoted it with the letter B Berlin and ب in our edition and footnofes.

VI. Or. 1997, British Museum, bearing Sir Henry Miers Elliot's Library seal and number 440, is also a de-luxe Codex which once belonged to the Mughal Emperors, 'Ālamgīr and Farrukh-Siyar. It contains the seals of several officials of the Mughal Emperors, inspection notes and Imperial endorsements, one of them bears the date: 25 *Urdī-bihist* 1064 Faṣlī. So then this Ms. may have entered into the Royal Library in the days of the Emperor Shāh-jahān (ruled 1621-58 A.D).

This Ms. has been described in full detail by Rieu in his *Supplement to the Catalogue of the Arabic Mss. in the British Museum*, No. 756. on p. 513. It is a complete text, transcribed at Baghdad in 570 A.H./1174 A.D. *i.e.*, eight years after the copying of the previous Ms. (No.V) described above. It has been collated carefully in 571 A.H./1175 A.D. Hence it is the Sixth dated Manuscript of this work that is known to exist in the world. It contains 262 folios. Its size is 13½" × 9" red morocco leather-binding with gold medallions in the centre and sides; 31 lines per page of 7" long, on brownish Khan-Baligh paper, in bold *Naskh* semi-cursive, but very legible style dark tan ink, parlty, or sparing vocalised sometimes without dots, but in a masterly hand with scholarly mannerism of writing e.g the projection of the letter *Alif* to the bottom to give it a tail shape. This Ms. has been designated by us as "L" for London, and ل in our foot-notes.

borne by the circular seal of "Fāzil Khān, the servant of the Emperor Shāhjahān dated 1059 A.H."/1649 A.D. Since then, it had remained in India as a prized possession of the Mughal Emperors in their special archives and later belonged to the Imperial Library, Calcutta. Thence lent to the Lytton Library, Muslim University, Aligarh from where it was stolen and taken to State Library, Berlin, about 1927. After the Second World War, this Ms. along with others has been deposited in the custody of Tubingen University Library. In 1951 the Chief-editor had the good fortune of examining it thoroughly for the first time, and to acquire its photostats and check it again with the transcript of Dr. Max Krause, before finally editing the text and printing it at the Dāira.

The frontispiece and title of the work are in Kūfic ornamental letters, in gold and rubrications. It contains 239 folios of large folio size, 33 lines per page, written on brownish Khan-Baligh paper, in beautiful Naskh, vocalised in parts, in tan-coloured ink still bright and legible. The tables and diagrams have also been carefully drawn and the whole text is excellently preserved, except for a few folios 121-130 which have been replaced in a later hand to complete the missing folios of the original transcript. The Ms. appears to have been collated with another original copy by the scribe himself. Hence the authenticity of the text is all the more confirmed. It has not been catalogued any where as yet.

After the author's "Introduction" to the book comes the list of contents of the 11 *Maqālas*, then the actual text. At the end of each *Maqāla*, a short colophon is given by the scribe, showing the progress of his trascription till he reaches the end of 11th *Maqāla* or the end of the book.

The identity of this Ms. can be easily ascertained from the internal evidence found in the Ms. and from the external features described by persons who have used it in Aligarh. The date of colophon *i.e.* Rabi'II, 562 A.H.=February 1167 A.D. is a conclusive proof, as there is no other Ms. of this work known to scholars so far bearing this date. The description given by Mr. S. H. Baranī in his article on "Muslim Researches in Geodesy" in the Al-Bīrūnī Commemoration Volume on page 19 also confirms this fact.

This Ms. is transcribed carefully by Abu'l-Fatḥ Naṣr b. Muḥammad b. Ḥibatu'llah b. Manṣūr, an Iranian scribe who mentions the date of transcript in two places: on folio 120 b at the end of the first-half of the text and also on f. 239 b in the colophon, where he gives the corresponding Iranian date, month and era: Isfandār Mudh 565 A.H. *Shamsī*.

This is a historical Ms. as it contains several endorsements of great owners, the earlier ones being erased purposely. On the fly-leaf, underneath the title, in Kūfic gold letters in a quadrangular space of 4″ × 3″ with gold borders and rubrication, the history of the entry of this Ms. into the library of a high Iranian revenue official is recorded. The owner mentions his name as Awḥad b. As'ad b. Bahrām al-Mustawfī al-Baihaqī who takes great pride in possessing this unique manuscript and calls it a "precious diadem with which he has been crowned in the month of *Sha'bān* 818 A.H."/October 1415 A.D.

It appears that this Ms. had been transferred in the earlier days from Iran and other countries to India and entered into the Library of the Mughal Emperors, as is

has been made to standardize the text, particularly the variation of figures in the tables has been a very difficult feature. While retaining or admitting Veliuddin Ms. as a basic-text, minor variants have been noted in the foot-notes.

This Ms. contains 313 folios of 23 lines per page. It is in broken Nashk and is vocalised in part s and written on Khān-Bāligh paper with bronze coloured ink. Frontispiece and Unvans of chapters are in ornamental Kufic characters with endorsments of various imporant owners :

(1) An owner whose name is obliterated and who perhaps purchased the Ms. in Baghdad in 536 A.H.

(2) Muḥammad b. Muḥammad at-Turbati? temporary resident of the Great Mosque at Damascus, dated 774A.H.

(3) Another endorsment of Muḥammad b. Aḥmad al-Khaṭīb, an inheritor of the book, dated 823 A.H.

Then it was acquired by Shaikhu'l-Islām Veliu'd-Din for his own Library, as it bears his seal and autograph signature. It is now preserved in the Bayazid Library, Istanbul and is one of the most valuable Mss. of the *Qanūn* existing in the world. It is denoted by the letter "V" for Veliuddin or ی in the foot-notes.

V. [Orient Quart 1213,] now in the University Library Tubingen, Ex. Preussische Staatsbibliothek, Berlin, bearing old acc. No.213, acquired by that Library in 1927, is the fifth almost complete Ms. dated 562 A.H. / 1166 A.D. which once belonged to the Imperial Library, Calcutta, now the Indian National Library, Belvedere, Calcutta,

tion is given here for the first time.

IV. [Veliuddin 2277] Bayazid Library, Istanbul, the base of our text. The scribe of this Ms. has left out the year of transcript in the Colophon on *f* 313 *b*; but after mentioning his own name as Abū Ya'lā Muḥammad b. al-Ḥusayn bin Fātik? or Qātik? (without dots) al-Qāshānī or Kāshānī has recorded: "Wednesday 14th Ramazān" as the date of transcript without giving the year. This according to calculation coincides with one of these years, 487, 495, 503, 511, 519, 527 and 535 A.H. There is an endorsement of an owner on the fly-leaf dated 536 A.H., so then, this Ms. according to the indications of the character of the hand-writing and antiquity appears to have been written much earlier than that 536, probably in the beginning of the 6th century, about 503 A.H. or so. This is practically the fourth dated Ms. of the *Qānūn* that has been utilised for our edition of the text.

This Ms. has been selected rightly as the base of the transcript by Dr. Max Krause and variants have been recorded from the other three Mss. utilised by him as mentioned above on pp 10-11. As regards the accuracy of the text and the variants it gives with the other six Mss., it may be said that it offers a very reliable text and the tables and diagrams are also neatly and carefully drawn, although figures in the tables of almost of all Mss. differ slightly. Again this Ms. probably belong to a cognate family. Every attempt at standardisation of the text has been made and intelligent readings from all the above Mss. have been given in the foot-notes to our printed edition. These show the extent to which attempt

materially with the printed text. This again enhances the value of the printed edition and leads to the standardisation of the text and adds to its athenticity. It has cursorily been mentioned by Prof. Vajda in his List, but has not been catalogued and is not known to scholars at all. It is denoted by the letter "F" for France or ف.

III. [Jārullah 1498] Millat Library, Istanbul dated 531 A.H./1136 A.D. is the Third complete important, correct vocalised and dated Ms. of the *Qānūn*. It was especially prepared for the library of a noble or ruler entitled *Makinu'd-Dawlataīn* Abī 'Alī Aḥmad b. Ismā'īl whose native place or kingdom is not recorded. It is no doubt transcibed by an anonymous scholar in round bold cursive but legible clear Naskh with archaic script. It contains 401 folios; 20 lines per page, rubrications, tables and diagrams very carefully drawn and the text is highly vocalised and offers finest readings.

It has been extensively utilised by Dr. Max Krause for collation and variants. In fact this may be considered as a second base for our printed text, and has been the prized possession of several astronomers and bibliophiles in the past ages, one of them being Abu'l-Ḥasan 'Alī b. Muḥammad ash-shahrābādī in 639 A.H. It is a unique phenomena in the history of editing of such a highly technical text, that the Daira has been fortunate in utilising the oldest and the most correct Mss. of the work known to the world as yet. This positively adds to the authenticity of the printed text of this work. This Ms. is denoted by the letter "J" for Jārullah, or ج in the foot-notes to the text. It has not been catalogued as yet, hence its descrip-

as the variants are negligible. It is denoted by the letter "O" for Oxford or "١" and the variants are given accordingly in the footnotes to the printed edition.

II. [Arabe 6840] Bibliotheque Nationale Paris, France, dated 501 A.H. / 1108, A.D., is the second oldest known Ms. recently acquired by authorities. This Ms. was kindly shown to me by Prof. Georges Vajda, Cataloguer of the recent acquistions as one of the priceless possessions of the Bibilotheque Nationale, and is a complete copy of the text, perhaps the oldest complete dated text known so far. It bears the title in ornamental Kufic letters on *f* 3 *a* on the frontispiece and several important endorsements on the fly-leaf showing the authenticity and preciousness of this copy.

The scribe is Abu Ghālib b. abi'alī who transcribed it in Iṣfahan at the end of Ramazan 501 a.H. Apart from endorsements of other owners, this Ms. has been in possession of the Astronomer-Royal of Bābu'l-'alī, Muḥammad known as *Munajjimak* the little-astronomer.

This is a historical Ms. bears several seals and endorsements of Royal Libraries, one in Yamanite handwriting, recording that this Ms. belongd to'Abdu'llah b. Amīru'l Muminīn al-Manṣūr-bill'āh-i-Rabbi-'Alamin'Alī b. Amīri'l Mu'minīn al-Mahdī al-'Abbās, dated 4th Muharram 1226 A.H. It contains 204 Folios; its size is 38 x 27 cm; 36 lines per page; cursive Naskh, but very clearly and carefully written; rubrications; tables and diagrams neatly drawn. All headings in Kufic ornaments. The chief feature of this Ms. is that it closely resembles with the oldest copies and probably belongs to the same family, and corresponds

A CONSPECTUS OF THE EXTANT MSS. OF THE *QĀNŪN-I-MAS'ŪDĪ*

I [Or. 516] Bodleian Library, Oxford dated 475/1082, the oldest known Ms. and transcribed only 35 years after the death of al-Bīrūnī and collated with an original evidently a contemporary copy, contains only first-half and ends with the VI Maqala.It retains all archaic features and is written in a close cursive Naskh in maghribi script in a scholarly hand. This Ms. has also been utilised for recording of variants and correction of the printed text, and gives very intelligent readings, and approximates the printed text; hence much nearer the authors own version. For want of the second-half, it could not be made as a base of the text. It appears that the author originally intended to divide the Book into two volumes and this being the first volume, ends on the VI Maqala.

Its fuller description is found in the Latin Catalogue of the Bodleian by Nicolli on *p.* 360, Codex CCCLXX. Folios 160; size 8 1/2" x 7 1/2" ; 24 lines per page, 5" length;without diacritical marks but with dots on د as usual in the 5th Cenury A.H. Defective in the beginning: Folio 1 a, begins with القطعان ثلثان تسمى و الجنوبية فى عنها and corresponds with the printed text *p.* 62. *l.* 6 which is the end of the 3rd Bab of 1st Maqala and ends on the VI Maqala with a colophon and a note of collation on folio 160 b, but the name of the scribe is not mentioned.

The text of this Ms. corresponds materially with the Veliuddin Ms. used as a base for this edition and enhances incidentally the value and anthenticity of both the Mss.

University College, now Vice-President of the Islamic Culture Board, always helped the Daira by his counsels on scientific and mathematical subjects. Prof. H. J. J. Winter of the University of Exeter, England, and Mr. Syed Hasan Burney, the famous author of "*al-Bīrūnī*" in Urdū, deserve the highest praise for their voluntary contributions.

Prof. Winter's article on "The Place of the *Qānūn-i-Masūdī* in the History of Science." is a masterly analysis of the contents of the *Qānūn-i-Mas'ūdī* in which he has also traced its influence on later astronomers.

Mr. Burney has very generously contributed his latest researches on al-Bīrūnī under the title "Al-Bīrūnī and His Magnum opus, *al-Qānūnu'l-Mas'ūdī*" and has discussed in detail the achievements of al-Bīrūnī in various branches of knowledge; particularly portions relating to the theory of the Universe, Cosmogony, the Geo-centric theory, Calendars and Chronology, Trigonometry, Obliquity of the Ecliptic, Astronomical Geography, Prediction about America, General Picture of the World, Measurement of the Earth, Tables of Longitudes and Latitudes, Names of Indian Places in the *Qānūn*, Projection of Cartography, Determination of the Motion of the Apogee of the Sun, the Length of the Solar Year, Physical Nature of the Sun, the Fixed Stars, and his reliance on 'Abdu'r-Raḥmān aṣ-Ṣūfī's observations in the *Ṣuwaru'l-Kawākib*, on the Eastern Movement of the Fixed Stars, the Anwā (or Meteorology), Lunar Theory, Distance of the Sun from the Earth, Distance and Magnitudes of the Stars from the Earth, Planets, Eclipses, Appearance of the New Moon and other interesting problems which serve as eye opener to modern astronomers.

All these efforts would have been of no avail, if the discerning eye of the great scholar and statesman Maulana Abu'l-Kalām Āzād, Minister of Education, Govt. of India had not perceived the real importance of this work in the field of Medieval Sciences and enabled the Dāiratu'l-Ma'ārif to take up this difficult task by sanctioning a specific grant for the publication of this work and the works mentioned above in the General Introduction.

His interest in the monumental works connected with the past glory of India is so deeply grounded in him that during the time of his visit to the Daira on the 24th of September 1952, he gave his masterly instructions about the editing, printing and publishing of this work and thereby laid the Daira and the future generations under a deep debt of gratitude by his trenchant advice, scholarly guidance and generous support. It was he who fulfilled the ambitions of the admirers of al-Bīrūnī from XI century A.D. down to our own times.

In fact, the dedication of this work to him is but a meagre acknowledgment of his genuine interest in the publication of this work. In the real sense of the term, he is the motive-force behind all such cultural activities that go to enhance the prestige and name of India in foreign countries.

In this connection two or three other scholars who have taken genuine interest and have helped the Daira by their advice and contributions also merit recognition. Prof. 'Abdu'r-Rahmān Khān, a former Principal, Osmania

(2) The second best of the oldest Mss. Jarullah No 1498, in the Millat Library, Istanbul, dated 531 A.H./1136 A.D.

(3) The third one, the so called Berlin Ms. No 213 acquired in 1927, once belonged to the Imperial Library of Calcutta, is now preserved in the University Library, Tubingen (Orient Quart 1613) dated 562 A.H./1166 A.D.

(4) The British Museum London, (Or. No.1997) Ms. dated 570 A.H./1174 A.D.

The technical subject-matter, enormous astronomical tables, diagrams, figures, mathematical calculations, geometrical and trigonometrical problems and their solutions were a Herculian task which would have bewildered any other scholar except Max Krause. Only those who have worked on such undertakings can realise the amount of scholarship and the labour of love bestowed on such highly technical works. In fact our printed text may be considered as a posthumous edition of Dr. Max Krause.

But when the transcript arrived in Hyderabad, the key to the manuscripts was missing and the results of the researches of Dr. Max Krause had not been completed. Therefore this edition had to be revised and collated in the light of the new material acquired by the present writer. There was no one scholar who combined in himself the knowledge of medieval mathematics and Arabic language. The Daira with the help of one of its workers, Maulavi Sayyid Zainu'l-'Abidīn and another scholar of mathematics, Prof. Khwājā Mohīu'd-Dīn of the Dept. of Mathematics, Osmania University has attempted to complete this task under trying circumstances.

That very day, a letter was addressed to her to release the transcript as a posthumous bequest of her late son to the Dāiratu'l-Ma'ārif and Professor Otto Spies of Bonn and Dr. Roemer, Director of the German Oriental Society at Mainz, were approached to use their good offices.

In the meanwhile, the present writer was deeply engaged with the work of collecting fresh information and microfilms of the existing manuscripts of the *Qānūn-i-Mās'ūdī* in the known libraries of the world and had collected the requisite data for a standard edition of the text, when in November 1952 through the kindness of Prof. Otto Spies of the Orientalisches Seminar, Bonn, the much longed for transcript of Dr. Max Kaurse arrived in Hyderabad. It was a great gift and legacy of a very serious nature. It would be in the fitness of things if the real debt of the late Dr. Max Krause is acknowledged at this point. It is his labours in the solution of the technical side of the work, and in his contribution to medieval astronomy that the Daira is reaping great benefit. His transcript of 1229 pages of foolscap size in his neat, clear, beautiful hand is a marvel of European scholarship on scientific subjects.

He had taken meticulous care in transcribing the Arabic text from the Veliuddin (No. 2277) Bayazit Library Istanbul Manuscript written certainly before 536 A.H. / 1141 A.D. and in giving variants and difficult readings and emendations from the other four oldest manuscripts known to him at that time:

(1) The Bodleian Library, Oxford, No. 516 dated 475 A.H. written almost 35 years after the death of the author.

scheme did not materialise and scholars all over the world were anxious to see its text published.

In 1951 when, the Dāiratu'l-Ma'ārif was making a fresh inquiry into its assets, and re-orientating its policy of publications, it included the *Qānūn-i-Mas'ūdī* in its new programme of publications,little knowing the difficulties that it will have to surmount in the implementation of this project.

The present writer on whom the burden of the management of the Daira had fallen recently announced in 1951 at the XXII Session of the International Congress of Orientalists at Istanbul the intention of the Dāiratu'l-Ma'ārif to publish the *Qānūn-i-Mās'ūdī* in its New Series. This idea was welcomed by several Orientalists, particularly by Prof. Dr. Zeki Velidi Togan, Head of the Dept. of Islamic Studies in the University of Istanbul, Turkey. He had made definite contributions to Birunica by the publication of *"Bīrūnī's Picture of the World"* in the Memoirs of the Archaelogical Survey of India. No 53.

Another great scholar, the Doyen of German Orientalists, Prof. Dr. Helmut Ritter, Director of the Orientalisches Seminar of the University of Frankfürt who had made his researches in Istanbul Libraries for more than 20 years revealed that Dr. Max Krause, one of the leading German Orientalists and Mathematicians, had perpared an edition of this work from the earliest known manuscript which had remained incomplete owing to his calamitous death in the bombardment of Hamburg in 1943 and was in possession of the mother of the late Dr. Max Krause.

books, History of India and Chronology of Ancient Nations,have been edited and published by Sachau, the Director of Oriental Seminar, Berlin. Nallino, who has made special study of Arabic, says of him: he is the most original, the deepest thinker that Islam has produced in the field of physical and mathematical research. The most important work of his life, on which his reputation chiefly rests,i.e, *Qānūn-i-Mās'ūdī* has not yet been published. It is the most complete and the most authentic work of the Arab Astronomers, and it contains certain theories which are commonly supposed to have been discovered in Europe in XVII century.

Both the Oriental scholars and the Astronomers have been demanding its complete publication since 1868, when Sir Henry Elliot published the tenth chapter of the fifth book of *Qānūn-i-Mās'ūdī*.

The Royal Asiatic Society of England and the Academies of Science of Paris and Berlin have passed resolutions expressing very great desirability of the publication of *Qānūn-i-Mas'ūdī* ".

In the following years, Dr.Ziauddin Ahmed, during his own researches on higher Mathematics, contributed two articles in the journal of *Islamic Culture* of Hyderabad in 1931 and 1934, emphasising the necessity of the publication and translation of the *Qānūn-i-Mas'ūdī*.Later another Indian mathematician and physicist, the late Sir Shah Sulaiman, once the Vice-Chancellor of the Muslim University, Aligarh, had collected lot of material and got it translated into Urdu with the idea of publishing it, but the

STANDARDISATION OF THE TEXT AND A BRIEF SURVEY OF THE EXTANT MANUSCRIPTS OF THE *QĀNŪN-I-MAS'ŪDĪ* OF AL-BĪRŪNĪ

The *Qānūn-i-Mas'ūdī*, the magnum opus of al-Bīrūnī, which was compiled in 421/1030 is one of those monumental works that had remained unpublished for the past nine hundred years inspite of the efforts of old and new schools of Arabists and Mathematicians.

It was Nicholas de Khanekoff, Russian Orientalist, who first drew the attention of European scholars in 1866 to the scientific achievements of al-Bīrūnī and the necessity of a complete translation of his works. Edward Sachau laid the scholars under a deep debt of gratitude by editing and translating two of the important works of al-Bīrūnī, the *Athāru'l-Bāqiya* and the *Kitābu'l-Hind* in 1878 and 1887 respectively, but the *Qānūn* had remained a sealed book .

A proposal dated 30th April 1913 which emanated from the portals of the Muslim University, Aligarh, by Dr. Ziauddin Ahmed and Dr. Horovitz is found in the files of the Dāiratu'l-Ma'ārif and it runs as follows:

> "Abu Raihan Muhammed Ibn Ahmed El-Biruni lived in the time of Mahmud of Ghazni, with whom he came to India on several occasions. He studied Sanskrit and he acquired the reputation of a chronologist and an astronomer. Two of his important

Besides these the Dāira has planned its fresh Programme of Publications for the next triennium after due consultation and collaboration with famous scholars of various countries. It is earnestly hoped that the Dāira will be enabled to complete the monumental works it has already started to edit and publish, and to provide richer and more original material in future through its later publications also.

In conclusion, the Chief Editor solicits that his appeal will meet with greater response in the coming years and that with the help of distinguished collaborators and with the financial subsidy of generous patrons, particularly the Ministry of Education, Government of India, it will be possible for the Dāira to implement these great literary projects in the near future, to maintain its past reputation, to justify its position among the premier institutions of Eastern research in India, to render greater service to the cause of humanities and to promote cultural unity amongst kindred nations.

D/ 31st March 1956,
Dāiratu'l-Mā'arif-il-Osmania,
Hyderabad-Dn. 7

M: Nizāmu'd-Dīn
(Editor-in-Chief)

(VI) *TADHKIRATU'L-ḤUFFĀZ* of Shamsu'd-Dīn adh-Dhahabī (d. 1347 A.D.). Standard work on the Biographies of Traditionists). Vol.I. (Revised Edition) *(to be continued)*.

(VII) *KANZU'L-'UMMĀL* of 'Alī al-Muttaqī al-Hindī (d. 1567 A.D.) (An authentic Compendium of the Corpus of Hadīth literature). Revised Edition. (Vols. IV&V) *(to be continued in 16 Vols.)*.

HISTORICAL & BIOGRAPHICAL WORKS

(VIII) *DHAIL-I-MIRĀTU'Z-ZAMĀN* of Quṭbu'd-Dīn al-Yūnīnī (d. 1326 A.D.). A contemporary record of Post-Crusade Kingdoms of Syria, Egypt and other European Principalities). Vols. I-II. *(to be continued)*.

(XI) *AD-DURARU'L-KĀMINA* of Ibn Ḥajar al-Asqalānī (d. 1448 A.D.) Biographies of the Eminent Personalities of VIII century A.H. (Vol. III).

(X) *NUZHATU'L-KHWĀṬIR* of 'Abdu'l Ḥayy of Nadwatu'l-'Ulamā, Lucknow. Biographies of Eminent Indians from the I-XIV century Hijra) (Vols.IV&V) *(to be continued)*.

The New Series

SCIENTIFIC WORKS

(I) The *ṢUWARU'L-KAWĀKIB* of Abu'l-Ḥusayn 'Abdu'r-Rahmān aṣ-Ṣūfī (d.986 A.D.). (Description of the 48 Constellations and revision of Ptolemy's *Almagest* or Syntax .

(II) The *QĀNŪN-I-MAS'ŪDĪ* or *Canon Masudicus* by Abū Rayḥān al-Bīrūnī (d. 1040 A.D.). Encyclopaedia of Astronomical Sciences and Chronology of Ancient Nations *etc.* (Vols I-III) .

(III) The *KITĀBU'L-ANWĀ'* of Ibn Qutayba (d.879 A.D.) Meteorology of the Arabs, and exposition of technical terms lexicographically.

(IV) The *ḤĀWĪ FIṬ-ṬIBB* of Abū Bakr Muḥammad b. Zakariyya ar-Rāzī (d. 925 A.D.). Compendium of the Greek Medical Lore with Rāzī's clinical Observations and Treatment of Diseases (Vol.I-III).
(to be continued in 7 vols.)

TRADITON & TRADITIONISTS

(V) AL-JARḤ WA'T-TA'DĪL of Ibn Abī Ḥātim ar-Rāzi (d. 938 A.D.) · (Criticism of the Sciences of Tradition and Traditionists) . Vol. IV, pts. i-ii . (Whole work completed in 9 vols) .

valued highly for the sake of liberal knowledge and for preserving the cultural unity of the South-East Asian nations.

In spite of the magnitude of the task and the variety of subjects and technical difficulties of editing such highly specialised works, the Dāira has, to an appreciable extent, attempted to bring out these works in the original Arabic text with as much accuracy as possible and with as few drawbacks as are inherent in all human undertakings and with as little equipment and resources as are necessary for publishing such highly learned texts.

Details of all these efforts, the position of the author in a particular branch of knowledge, the place of a particular work in the literature of that subject, the introduction, essays, notes and indices as are necessary for modern research publications, have all been appended to each and every work. The interested reader will thus know the part played by a particular author in advancing human knowledge in his own days and the importance of that particular book in the present times.

The Dāira owes a deep debt of gratitude to all those who have helped it to produce the works in the present form. Due acknowledgment has been made of all such benefactors in the right place. It further wishes to seek the indulgence of all scholars for any shortcomings they may come across and requests them to help it by their advice in future also.

The New Programme of these Publications was first announced in 1951 at the XXII Session of the International Congress of Orientalists at Istanbul andwas finalised at the Colloquium on Islamic Culture at Princeton in 1953. It was highly welcomed by the great Orientalists that had assembled there from the four quarters of the globe.

The visit of the Hon'ble Maulana Abu'l-Kalām Azād, Minister of Education, Government of India, to the city of Hyderabad, the Osmania University and the Dāiratu'l-Ma'ārif on 24th September 1952 and his survey of the activities of the Dāira and its future plans put a new life into the work of the Dāira and enabled it to render greater service by reviving the glorious past of the East and presenting to the world a few masterpieces of the Medieval times which have been the coveted goal of the Western nations during this and the past centuries. This was but a consummation of the patronage that had been extended to Oriental Studies by India in the past ages.

The New Series of which a list is given below, (this work forms one of its components) would not have seen the light of day, had it not been for the continued financial subsidy from the Government of Hyderabad and the Osmania University, as well as for the specific grant of the Ministry of Education, Government of India. Thus the Dāira has been fortunate in opening fresh fountains of knowledge for new workers in free India and has been able to depute a few silent ambassadors of our own country to foreign lands where Arabic is studied seriously and where Eastern thought and learning are

GENERAL INTRODUCTION

Since the achievements of Eastern authors in the fields of humanities and sciences are of basic importance and since modern historians of literature, religion, philosophy and science are deeply interested in the evolution of thought and are making great researches into the regions of knowledge covered by the geniuses of the past centuries, the Executive and Literary Committees of the Dāiratu'l-Ma'ārif, realising the great need of our times, have planned a New Programme of Publications and included in it several literary, scientific and historical works which had remained unpublished and beyond the reach of students, scholars and even experts for centuries.

During the past seven decades, the Dāiratu'l-Ma'ārif, keeping in view its aims and objects and its resources, has contributed its share to the advancement of Eastern knowledge in various branches of studies and has published nearly 150 independent works in 350 volumes of which a cursory mention has been made in the *Glimpses of the Dāiratu'l-Ma'ārif* (1888 - 1956), published recently.

The year 1951 marks a great extension in the activities of the Dāiratu'l-Ma'ārif and it may well be claimed as one of the lasting fruits of Independence and a symbol of our national re-emergence.

GENERAL INTRODUCTION
TO
THE NEW SERIES
OF
THE DĀIRATU'L-MA'ĀRIF-IL-OSMANIA,
PUBLISHED UNDER THE AUSPICES
OF THE MINISTRY OF EDUCATION,
GOVERNMENT OF INDIA

obeikandl.com

THIS WORK IS DEDICATED
TO
THE HON'BLE MAULANA ABUL-KALAM AZAD,

Minister for Education, Natural Resources and Scientific Research, Government of India, in grateful acknowledgment of the part played by him in the achievement of our Independence, in the advancement of education, in the promotion of scientific research, in the enhancement of the cultural prestige of India abroad, and as a tribute to his profound scholarship and creative genius, placing the Dāiratu'l-Ma'ārif-i'l-'Oṣmania in a unique position to publish one of the masterpieces of Eastern science, the *Qānūn-i-Mas'ūdī* (*The Canon Masudicus*) of the great philosopher, mathematician, astronomer and scientist, Abū Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī (d. 1048 A.D.), that had remained unpublished for the past ten centuries in spite of the serious efforts of distinguished scholars and learned institutions of the East and West.

✿ ✿ ✿ ✿ ✿

(5) The fifth Ms. is the old Berlin one, now bearing the shelf-mark (Orient Quart 1613) dated 562 A.H./1166. A.D. and preserved in the University Library of Tubingen. (Abbr "B").

(6) The sixth Ms. is in the British Museum, London (Or. No. 1997) which has been transcribed in 570 A.H./ 1174 A. D. (Abbr. "L").

(7) The seventh Ms. is the one that has been transferred from the Tal'at Pāsha collection to the Egyptian Nationl Library, Cairo (Miqat No. 866) dated 673 A. H./1274 A. D. (Abbr. "M").

Detailed description of all these and other Mss. will appear in the General Introduction of the Chief Editor

* * * * *

M. N.

obeikandl.com

Manuscripts of *al-Qānūnu'l-Mas'ūdī* of al-Bīrūnī arranged in chronological order and utilised for a standard edition of the text

* * * * * * * *

The Director of the Dairatul Ma'arif il-Osmania has been fortunate in obtaining information about the earliest known Mss. of this work in the great libraries of the world and also Microfilms of the most important ones which are as follows :–

(1) The earliest known Ms. which is first half of the text is in the Bodleian Library, Oxford, (Or.No. 516) dated 475 A.H. / 1082 A.D. (Abbreviation adopted "O").

(2) The second oldest Ms. which has recently been acquired by the authorities of the Bibliotheque Nationale, Paris, France, is (Arabe No. 6840) dated 501 A.H./1108 A.D. (Abbr. "F").

(3) The third Ms. is in the Library of Millat, (Jārullah No. 1498) Istanbul, dated 531 A.H./1136 A.D. Abbr. "J").

(4) The fourth Ms. is also in Istanbul in the Library of Bāyazīd (Valiuddin No. 2277). This Ms. has been transcribed sometime before 536 A.H./1141 A.D. and has been the base of the late Dr. Max Krause who copied it carefully, verified the diagrams and collated it with three other Mss. for nearly ten years, but could not finish it owing to his untimely death in the bombarding of Hamburg in 1943 in the World War II. We have followed Max Krause's transcript closely, but compared and corrected it from other better Mss. (Abbr. "V").

ABŪ RAYḤĀN MUḤAMMAD B. AḤMAD AL-BĪRŪNĪ

(d. 440 A.H. = 1048 A.D.)

AL-QĀNŪNU'L-MAS'ŪDĪ

(Canon Masudicus)

Vol. I

(AN ENCYCLOPAEDIA
OF
ASTRONOMICAL SCIENCES)

Edited by the Bureau

om the oldest extant Mss.

Under the auspices of the Ministry of Education,

Government of India

Published
by
The Dāiratu'l-Ma'ārif-il-Oṣmānia
(Osmania Oriental Publications Bureau)
Hyderabad-Dn.
INDIA

obeikandl.com