

(و ١٣٦ ألف، ج ٢٥١ ب، ب ١٤٣ ب، ل ١٥٩ ألف)

اول المقالة الثامنة

الواجب عند الفراغ من ذكر حالات كل واحد من الشمس والقمر بانفرادهما ان تذكر ما يشتركان فيه من كسوفيهما ورؤية الأهلة وما اشبه ذلك، وهذه المقالة مقصورة منها على ما فيه كفاية هداية للتأمل الى الاحاطة بما خاض فيه اهل الصناعة من ذلك، وبالله التوفيق [والتسديد] .

الباب الاول

فى بهت الشمس والقمر ومعرفة السبق^٢ والتراجع .

- ١٠ مسير الكوكب فى يوم بليلته يسمى بهتاً له وهى لفظه هندية فى الاصل بهكتى^٢ الا انها خففت فاما هم فانهم يفصلونه بالاوسط والمقوم واما اصحابنا فانهم يطلقونه اذ لا يستعملون منه غير المقوم المرئى الذى يتردد بين نهايتى الابطاء والسرعة ويتوسطهما ذلك الاوسط، ومن اجل تباين حركات الكواكب فى مقاديرها يلزم ان يتفاوت ويقترب ويتباعد فيتصل فى المنظر ويفصل وكل متحركين نحو جهة واحدة فان ما يحصل بينهما من البعد يكون حاصلًا من فضل ما بين مسيريهما اذا كان الاسرع متقدماً ما الابطأ نحو توالى البروج، وذلك ان الابطاء لو كان ساكناً يحصل ذلك البعد من مسير الاسرع فقط ولكنه اذ ليس ساكناً فانه يتحرك فى مدة حركة الاسرع مقداراً ما يكون نقصاناً عن ذلك البعد ولهذا

(١) من ج، ب (٢) ج : انتر (٣) راجع كتاب الهند للبيرونى ص ٢٩٥ .

ينطوى هذا التباعد الى الايام والساعات بهذا التفاضل سواء كان متزايدا يسبق الاسرع او متناقصا يتخلفه، ومعلوم ان حركتهما اذا كانتا في جهتين مختلفتين سمي احدهما مستقيما والآخر راجعا فان كان الراجع عن المستقيم نحو توالى البروج تناقص ما بينهما من البعد وان كان عنه نحو خلاف التوالى تزايد ذلك البعد ويكون ذلك التزايد والتناقص لمجموع مسيريهما وانطوى به الى الايام والساعات، وقد سمي فضل ما بين البهتين سبقا للاسرع ومجموعهما تراجعا الا ان لفظه السابق استعملت في فضل ما بين المسيرين لساعة دون يوم طلبا للتدقيق ولو استعمل لدقيقة من دقائق الايام لكان ادق، ومن أجل مقصودنا في هذا الموضوع هو النيران دون الكواكب وحركتهما عرية عن الرجعة فان السابق هو المستعمل فيها دون التراجع وعمله للوقت المفروض ان ينقص منه نصف ساعة ويستخرج للشمس حصتها ووجهها وللقمر وسطه وخاصته ثم يعومان كما تقدم ويزداد على كل واحد منهما استخرج حصة الساعة الواحدة منها وهى من دقائق الايام اثنتان ونصف ويعاد تقويمهما على تلك المبالغ ويلقى المقوم الاول من المقوم الثانى فى كل واحد من الشمس والقمر النظير من النظير فيبقى مسيرهما للساعة فى الوقت المفروض ويبقى ما للشمس من ذلك مما للقمر فيبقى سبق القمر وان اقيم اليوم بدل الساعة حصل بهت كل واحد منها وفضل ما بين البهتين وربما سمي بهتا معدلا وربما سمي حصة المسير، وهكذا الحال فى كل كوكبين مستقيمي السير معا او راجعين معا اذا احتذى فيه ما تقدم

خرج

خرج سبق اسرعهما، فان كان احدهما مستقيماً والآخر راجعاً واحمل مسيرهما اجتمع التراجع ولان الخاصة تكثر الى مسير ساعة النيرين لاستخراج سبق القمر وقطره وقطرى الشمس والظل، فانا وضعنا مسيريهما المختلفين فى جدول بازاء حصة الشمس وخاصة القمر المعدلتين، فاذا ادخل كل واحد منهما فى سطر العدد وجد بازائها مسير المطلوب^٥ لدقيقة واحدة من دقائق الايام، ومتى وضع فى مكانين وزيد نصف ما فى احدهما على ضعف الآخر اجتمع مسيره لساعة وان ضرب المسير لدقيقة فى ستين او المسير لساعة فى اربع وعشرين اجتمع البهت، وهذا هو الجدول :

جدول

| مسير الشمس لدقيقة يوم | | | سطر العدد | مسير القمر لدقيقة يوم | | | مسير الشمس لدقيقة يوم | | | سطر العدد | |
|--------------------------|------|------|--------------|--------------------------|------|------|--------------------------|------|------|--------------|-------|
| دقائق | ثوان | ثوان | | دقائق | ثوان | ثوان | دقائق | ثوان | ثوان | سطر | العدد |
| ٠ | ن | ك | لا | ٠ | ن | ه | ٠ | ن | ن | ا | شظ |
| * | ز | ك | لب | * | ز | ه | * | ن | ن | ب | شخ |
| ٠ | ن | كا | لج | ٠ | ن | ه | ٠ | ن | ن | ج | شز |
| ٠ | ن | كب | لد | ٠ | ن | و | ٠ | ن | ن | د | شنو |
| ٠ | ن | كج | له | ٠ | ن | و | ٠ | ن | ن | ه | شنه |
| ٠ | ن | كج | لو | ٠ | ن | و | ٠ | ن | ن | و | شند |
| ٠ | ن | كد | لز | ٠ | ن | ز | ٠ | ن | ن | ز | شنج |
| ٠ | ن | كه | لح | ٠ | ن | ز | ٠ | ن | ن | ح | شنب |
| ٠ | ن | كو | لظ | ٠ | ن | ح | ٠ | ن | ن | ط | شنا |
| ٠ | ن | كز | م | ٠ | ن | ح | ٠ | ن | ن | ي | شن |
| ٠ | ن | كح | ما | ٠ | ن | ط | ٠ | ن | ن | يا | شخط |
| ٠ | ن | ل | مب | ٠ | ن | ط | ٠ | ن | ن | يب | شبح |
| ٠ | ن | لا | مج | ٠ | ن | ط | ٠ | ن | ن | يج | شيز |
| ٠ | ن | لج | مد | ٠ | ن | ي | ٠ | ن | ن | يد | شيو |
| ٠ | ن | لد | مه | ٠ | ن | ي | ٠ | ن | ن | ه | شيه |
| ٠ | ن | له | مو | ٠ | ن | ي | ٠ | ن | ن | يو | شيد |
| ٠ | ن | لن | من | ٠ | ن | يا | ٠ | ن | ن | ين | شيج |
| * | ن | لح | مخ | * | ن | يا | * | ن | ن | يج | شيب |

(* - *) راجع الحاشية للمرة ص ٨١٢ من هذا المطبع (١) ب : كز (٢) ب : ن

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|----|-----|----|----|-----|-----|-------|-----|-----|----|-----|
| يط | شما | * نز | ح | يب* | يب | و | مط | شيا | * نز* | م | يب* | ل | مه |
| ك | شم | نز | ط | يب | يب | لز | ن | شى | نز | ما | يب | لا | كد |
| كا | شلط | نز | ى | يب | يج | ز | نا | شط | نز | مج | يب | لب | ج |
| كب | شلهج | نز | يا | يب | يج | لط | نب | شع | نز | مد | يب | لب | مب |
| كج | شلز | نز | يب | يب | يد | يج | نج | شز | نز | مو | يب | لج | كا |
| كد | شلو | نز | يج | يب | يد | مه | ندا | شو | نز | مح | يب | لا | ٠ |
| كه | شله | نز | يد | يب | يه | يب | نه | شه | نز | ن | يب | لا | لح |
| كو | شلد | نز | يه | يب | يه | نو | نو | شد | نز | نبا | يب | له | بدا |
| كز | شلهج | نز | يو | يب | يو | لا | نز | شج | نز* | ندا | يب | له | نه |
| كح | شلب | نز | يز | يب | يز | و | نح | شب | نز | نو | يب | لو | لك |
| كط | شلا | * نز | يج | يب | يز | مب | نط | شا | * نز | نح | يب* | لن | يب |
| ل | شل | نز* | يط | يب* | يج | يط | س | ش | نح | ا | يب | لن | نا |

(١) ب : م ب (٢) ب : يز .

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|-----|----|----|------|-----|---|----|-----|-----|----|-----|
| عظ | رعا | * نـ | مد | يب* | نو | ح | قط | نا | . | ظ | مط | حج* | ل | لح |
| ف | رفا | . | عز | يب | ز | لا | قي | رن | . | ظ | يب* | حج | لا | لا |
| قا | رعط | . | مط | يب* | نـ | مط | قبا | رمط | . | ظ* | هـ | حج | ب | نو |
| فب | رعح | . | نا | حج | . | ز | قريب | رع | . | ظ | نـ | حج | لح | لز |
| فح | رعز | . | ح | حج* | ا | كو | قبيح | رعز | ا | . | ا | حج | لح | حج |
| فد | رعو | . | هـ | حج | ب | مد | قيد | رعو | ا | * | د | حج | لد | . |
| فه | رعه | . | نـ | حج | ج | د | قيه | رعه | ا | * | و | حج | له | يب* |
| فو | رعط | . | ظ | حج | هـ | كا | قيو | رمد | ا | . | ح | حج | لو | مه |
| فز | رعج | . | ب | حج | و | م | قز | رعج | ا | * | با | حج | لز | لا |
| فح | رعب | . | ظ | حج | ز | حج | قبيح | رعب | ا | . | يد | حج | لح | ل |
| فظ | رعا | * | ظ | حج* | ط | يز | قبط | رعا | ا | * | يو | حج* | لح | ج |
| ص | رع | . | ظ | حج | ي | لح | فك | رم | ا | . | حج | حج | لح | يو |

(١) ب : ب .

| مسير الشمس لدقيقة يوم | | | مسير الشمس لدقيقة يوم | | | سطر العدد | مسير القمر لدقيقة يوم | | | مسير الشمس لدقيقة يوم | | | سطر العدد | |
|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|--------------|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|--------------|-----|
| دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | | |
| ح | ى | يد | يح | ا | ا | رط | قنا | لطا | يد | ك | ا | ا | رلظ | فقا |
| ح | ى | يد* | يد | ا* | ا* | رح | قنب | لما | لب | كب | ا* | ا* | رلح | قكب |
| كح | يا | يد | يو | ا | ا | رز | قنج | لح | ى | كح | ا | ا | رلز | قكج |
| ح | يب | يد | يز | ا | ا | رو | قند | لمد | ح | كز | ا | ا | رلو | قكد |
| ح | يب | يد | يط | ا | ا | ره | قنه | لمو | كه | كط | ا | ا | رله | قكه |
| كح | يح | يد | ك | ا | ا | رد | قنو | لح | ب | لا | ا | ا | رلد | قكو |
| و | يد | يد | كا | ا | ا | رج | قنز | لمط | له | لج | ا | ا | رلج | قكز |
| مد | يد | يد | كب | ا | ا | رب | قنح | لنا | د | له | ا | ا | رلب | قكح |
| كب | يه | يد | كب | ا | ا | را | قنط | لنب | كط | لو | ا | ا | رلا | قكط |
| و | يو | يد | كج | ا | ا | ر | قس | لنج | مط | لظ | ا | ا | رل | قل |
| لح | يو | يد | كج | ا | ا | قسط | قسا | لنه | ز | مب | ا | ا | ركظ | قلا |
| يز | يز | يد | كج | ا | ا | قصح | قسب | لنو | يو | مد | ا | ا | ركح | قلب |
| نج | يز | يد | كد | ا | ا | قصر | قسج | لنز | ح | مه | ا | ا | ركز | قلج |
| لا | ح | يد | كد | ا | ا | قصو | قسد | لنظ | ا | مز | ا | ا | ركو | قلد |
| ح | يط | يد | كه | ا | ا | قصه | قسه | لنج* | مط | ح | ا | ا | ركه | قله |
| مو | يط | يد | كه | ا | ا | قصد | قسو | لنظ | لز | ن | ا | ا | ركد | قلو |
| كد | ك | يد | كو | ا | ا | قصح | قسز | لنو | كج | نب | ا | ا | ركج | قلز |
| ب | كا | يد* | كو | ا* | ا* | قصب | قسح | لنو | ح | نج* | ا* | ا* | ركب | قلح |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|--------------|--------|----|-------|-------|--------------|---------|-----|
| قَلَط | رَكَآ | * ا * ا * نه | يد * ا | نا | قسط | قَصَا | * ا * ا * كز | يد * كا | ما |
| قَم | رَك | ا ا نو | يد ب | لد | قَع | قَص | ا ا كز | يد كب | كا |
| قَمَا | رِيط | ا ا نخ | يد ج | يد | قَمَا | قَفَط | ا ا كح | يد كج | ٠ |
| قَمِب | رِيج | ا ا لطا | يد د | ٠ | قَمِب | قَفَح | ا ا كح | يد كج | لطا |
| قَمِج | رِيز | ا ا ٠ | يد د | مح | قَمِج | قَفَز | ا ا كط | يد كد | يط |
| قَمَد | رِيو | ا ا ا | يد ه | كو | قَمَد | قَفُو | ا ا كط | يد كد | نظ |
| قَمِه | رِيه | ا ا ج | يد و | ز | قَمِه | قَفِه | ا ا كط | يد كه | لح |
| قَمُو | رِيد | ا ا د | يد و | مز | قَمُو | قَفَد | ا ا ل | يد كو | مح |
| قَمَز | رِيج | ا ا و | يد ز | كح | قَمَز | قَفَج | ا ا ل | يد كو | نخ |
| قَمَح | رِيب | ا ا ح | يد ح | ح | قَمَح | قَفَب | ا ا لا | يد كز | لح |
| قَمَط | رِيا | * ا * ا * ط | يد * ح | مح | قَمَط | قَفَا | * ا * ا * لا | يد * كح | مح |
| قَمَن | رِى | ا ا ط | يد ط | كح | قَمَن | قَفَا | ا ا لا | يد كح | نخ |

(١) ب : نظ (٢) ب : لب .

الباب الثانى

فى اجتماع الشمس والقمر واستقبالها وسائر الاوضاع الحاصلة
من بعد ما بينهما .

الاجتماع يطلق على الكوكبين اذا كانا على دائرة واحدة من
دوائر العروض ولم يتوسطها احد قطبي فلك البروج لانه ان توسطها
كان فى الاستقبال والكواكب والثيران فى ذلك شرع واحد
والاجتماع ينقسم لثلاثة اقسام :

احدها الكائن بالمسير الاوسط، والثانى الكائن بالمسير المقوم
المقيس الى مركز الارض، والثالث المرئى المقيس الى ظهرها، وذلك بما
يختص باجتماع النيرين لاختصاص القمر بظهور اختلاف المنظر فى
مواضعه وقد يكون الاجتماع الاوسط للنيرين مقوما بأحد وجهين :
اولها بعدم تعديلها اذا كانت الشمس فى اوجها او حضيضها والقمر
فى ذروة التدوير او سفله فيكون موضعها الاوسط هو المقوم بعينه .
والثانى بتساوى تعديلها مع تشابه صورتها فى الزيادة معا
: او النقصان معا ثم يخالف الاجتماع الاوسط الاجتماع المقوم بأحد
ثلاثة أوجه :

اولها عدم التعديل فى أحد النيرين وكونه للآخر، والثانى كون
تعديلها على صورتين غير متشابهتين حتى يكون تعديل أحدهما بالزيادة
والآخر بالنقصان ، والثالث اختلاف التعديلين بالكمية وان اتفقا فى
٢٠ الصورة وعلى مثله حال الاستقبال .

واما

واما الاجتماع المرئى اذا خالف المقوم فانه معتبر بوضعه من دائرة عرض اقليم الرؤية وذلك انه متى اتفق الاجتماع المقوم عنها نحو المشرق رؤى القمر مع الشمس قبل الاجتماع المقوم لكون اختلاف منظره الى التوالى، واذا كان عنها الى ناحية المغرب رؤى معها بعد الاجتماع المقوم لكون اختلاف منظره الى اختلاف التوالى والحال هـ فى الاستقبال وان كان على مثله فليس يحتاج الى المرئى منه، ومتى كان الاجتماع المقوم على دائرة عرض اقليم الرؤية نفسها كان هو المرئى لبطلان اختلاف المنظر فى الطول عليها ويفرد الذى فى العرض منه بها الا ان يتفق القمر على سمت الرأس فيطلان حينئذ معا .

واذا تقرّر هذا من صورة حال الاجتماع والاستقبال قلنا ١٠ لمعرفة اوسطها انما متى استخرجنا لوسطى الشمس والقمر لوقت مفروض معدل فكانا متساويين كان ذلك وقت الاجتماع او متفاضلين بنصف دور سواء كان ذلك وقت الاستقبال، فان لم يكونا كذلك و اردنا وقت الكائن منها فى المستقبل اما للاجتماع فانا نلقى وسط الشمس من وسط القمر واما للاستقبال فبعد زيادة مائة وثمانين درجة على وسط الشمس فيبقى البعدين، النيرين ونقسمه على فضل ما بين بهتيمها الاوسطين فتخرج ايام ودقائقها وهى من الوقت المفروض الى الاجتماع او الاستقبال الأقرب من المستأنف، فلنعدل بتعديل الزمان و يعاد استخراج الاوساط والعمل عليها كالعادة حتى يصح ويحصل النيران فى موضع

واحد للاجتماع او فى موضعين متقاطرين للاستقبال، وان اريد الكائن
منهما فى الماضى التى وسط القمر من وسط الشمس ان كان المطلوب
اجتماعا او من مجموعهما الى نصف دور ان كان استقبالا، وامثل فى البعد
الذى يبقى ما تقدم حتى يحصل الزمان الذى منه الى الوقت المفروض
٥ وليس ينماز المقوم على الاوسط الا باستعمال [مقوى النيرين فيه بدل
وسطيهما فى الاوسط و استعمال فضل] ما بين بهتية المقومين
دون الأوسطين وسبق القمر فيه افضل لافضائه الى التدقيق ثم
اعادة العمل وامتحانه مرات هى عمدة الامر وصحته فليعول عليه
دون غيره .

١٠ واما معرفة الجزء الذى يكون فيه الاجتماع او الاستقبال فان بعد
ما بين النيرين او ما بين الشمس وما بين المقابلة ان كان وسطا متى قسم
على بهتها الأوسط خرج ما اذا زيد على موضعها الوسط للاستئناف
او نقص منه للضى حصل موضعها لذلك الاجتماع او الاستقبال، وان كان
البعد مقوما قسم على بهتها المقوم ومسير الساعة المختلف ادنى فى هذا
١٥ المعنى الا ان يكون البهت مستخرجا من الساعة او الدقيقة ولا يختلفان
وان فعل بهت القمر وموضعه ما فعل بهت الشمس وموضعها حصل
به ذلك الجزء المطلوب وكان معيارا على ما اخرجته الشمس منه، وقبل
ذكر الاجتماع المرئى نقول ان أعظم ما يختلف به الاوسط والمقوم
هو مجموع تعديل الشمس والقمر الأعظمين اذا كان احدهما للزيادة

والآخر للنقصان ولكن هذا المقدار اذا كان بينهما وقت كون الأوسط فانه يكون أصغر منه اذا كان وقت كون المتقدم ايضا قبله واما بعده فما يلزم النيرين من التعديل هو انقص من اعظمه فلننزل ان المقوم كان وكل واحد من النيرين استوفى تعديله الأعظم باختلاف الصورة بينهما في الزيادة والنقصان والبعد الأوسط وقت الاجتماع المقوم هو بعد ما بين مركز التدوير وبين موضع الشمس الأوسط وهو نصف بعد مركز التدوير عن الأوج .

(١) وليكن فلكه : ا ب ج ، على مركز : د ، ومركز العالم : ه ، ونقطة

الانحراف : ز ، والتدوير : ط ل م ك ، على مركز : ب ، وخط : ه ح ،

يماسه وعليه الاجتماع المقوم ، ونصل : ب ح ، ه ب ، ز ب ، وبعد كل ١٠

واحد من : ه ب ، ز ب ، على استقامته الى نقطتي : ل ، ط ، فيكون : ط ،

الذروة الوسطى و : ل ، الذروة المرئية ، وقد استبان ان حركة التدوير

الوسطى هي على مركز : ه ، دون : د ، و : ا ، اوج القمر ، فان زاوية : ا ه ب ،

بمقدار ضعف البعد الأوسط وهي كما فرضناه بقدر مجموع التعديل

الأعظم لكل واحد من النيرين و : ه ب ، اصغر من : ا ه ، ف : ب ح ، العمود ١٥

على : ه ح ، أعظم نسبة الى : ه ب ، منه الى : ا ه ، فزاوية : ب ه ح ، في هذا

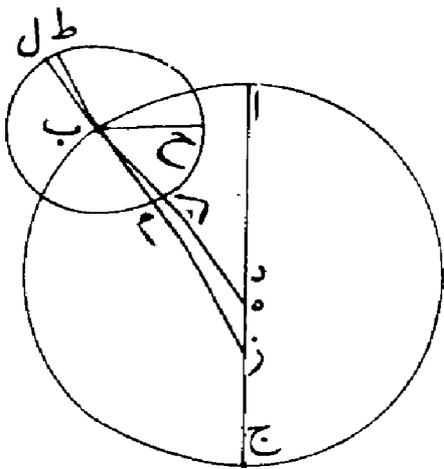
الموضع أعظم منها لو كان مركز التدوير على : ا ، ومتى حسبت في كل

واحد من الموضعين حام مقدار الاختلاف بينهما حول دقيقتين وهو

أعظم ما يكون بسبب فلك الأوج ، وربما سبق الى الوهم ان ل : ط ، تعديل

الخاصة ربما كان زائدا فيوجب للقمر من نفسه مجموعا الى الخاصة
تعديله الأعظم و الخاصة غير المعدلة وحدها لا يوجبه ، وهذا و ان كان
كذلك فالفاضل في التعاديل عن جنبتي موضع أعظمها غير ظاهر فيما
يستعمل من الاجزاء فليس لهذا المظنون اذاً قدر محسوس .

٥ ثم ليكن الاجتماع المقوم على : ه ل ، والقمر على احدا نقطتي :
م ، ط ، اللتين هما السفلى والذروة الوسطيين ، فاذا وصلنا : ه م ، كان
الاختلاف بمقدار زاوية : م ب ه ، وهو أعظم ما يكون من هذه الجهة
لأن القمر اذا كان عند : ح ، [و : ل ط ، المساوي ل : م ك ، فما يوجبه



(١٤٤)

هذا التعديل عند نقطة : ح ، [سواء كانت
الخاصة من : ط ، و من : م ، وهو مقدار
واحد لا يختلف حسا و لما حسب بطليموس
ما يوجبه اختلاف التعديل اللازم من
نقطة المحاذاة وجدده اربع دقائق و اقتصر
لذلك في الاجتماعات والاستقبالات على

١٥ التعديل اللازم من التدوير .

و نعود بعد ما ذكرنا هو من نوعي الاجتماع الاوسط المقوم الى
نوعه الثالث وهو المرئي و نقول ان بطليموس و من بعده من اهل
الصناعة لما وقفوا على نزارة عرض القمر في الاجتماعات الممكن فيها
الكسوف و ان ما يلزم منه في اختلاف المنظر يسير القدر عملوا فيها

(١-١) زيد من ب ، ج .

على

- على ان القمر على نطاق البروج عديم العرض على ان من رام التحقيق وقد تقدمت له المعرفة فى وقت الاجتماع المقوم بعد القمر عن الارض من جهة تقويمه وبعده عن سمت الرأس بمعرفة الارتفاع من قبل الماضى من النهار فانه يتمكن بما تقدم من معرفة اختلاف المنظر على دائرة الارتفاع المسمى كلبا تقسمه الى الطول و العرض ، ومتى وضعنا القمر على منتهى ارتفاعه المرئى وقت الاجتماع المقوم نظرنا الى وضعه من دائرة عرض اقليم الرؤية ، فان كان عليها نحو المشرق وكان جزؤه المرئى الذى ادى اليه اختلاف المنظر فى الطول الى توالى البروج فرؤى سابقا للشمس ، وان كان بالحقيقة جزؤه جزؤهما فمعلوم ان اجتماع المرئى كائن قبل المقوم ، ومتى قسم فضل ما بين النيرين بالرؤية أعنى فضل ما بين موضع الشمس وهو جزؤ الاجتماع المقوم وبين موضع القمر بالرؤية وهو الذى اوجبه اختلاف منظر الطول على سبق القمر للدقيقة خرج دقائق ايام تقدم الاجتماع المرئى على المقوم ، فاذا نقصت من وقت المقوم حصل وقت المرئى ولكن اختلاف المنظر لوقت اجتماع المقوم لا يكون مساويا لوقت المرئى بل يفضل عليه .
- ١٥ ولذلك يجب ان يستخرج موضع القمر من اختلاف منظره وقت الاجتماع المرئى و يعاد العمل مرات حتى لا يختلف الآ باجزاء غير مستعملة فلا يحس بها ، وان كان الاجتماع المقوم عن دائرة عرض اقليم الرؤية الى ناحية المغرب كان جزؤه الذى ادى اليه اختلاف المنظر فى الطول الى خلاف التوالى فرؤى متخلفا عن الشمس وكان
- ٢٠

الاجتماع المرئى بعد المقوم، فاذا قسم فضل ما بين النيرين بالرؤية على سبق القمر لدقيقة خرج دقائق ايام تأخر الاجتماع المرئى عن المقوم و اذا زيدت على وقت الاجتماع المقوم انتهى الى المرئى، فاما جزؤه على قياس ما تقدم فى الاوسط وفى المقوم يقسم فضل ما بين النيرين على مسير الشمس لدقيقة وينقص من موضع المقوم ان كان شرقياً ٥ عن دائرة عرض اقليم الرؤية ويزاد على موضع المقوم ان كان غربياً عنها فيحصل جزؤ الاجتماع المرئى، وذلك بعد تصحيح بعد ما بين النيرين للرؤية بتكرير العمل الذى لا بد منه فى استعمال حركة المتحركين، وكل واحد من الاجتماع والاستقبال هو الشكل الذى عليه مدار امر البحار والبحار اعنى فى المياه والاهوية، ويشاركهما التربيع اذا صار ما بين النيرين تسعين جزؤاً من فلك البروج والشمس اذا صار ما بين القمر وبين الشمس او مقابلتها خمسة واربعين جزؤاً او بين الشمس وبين القمر او مقابلته، ويظهر آثار ذلك فى مدود البحار وفى بحارين الامراض من صناعة الطب، ومتى عرف عمل الاستقبال على بعد نصف دور لم يخف عمل التربيع على بعد ربع دور والشمس على يمينه، ليس فيها شىء ١٥ يحتاج الى ما احتاج اليه الاجتماع من القسم الثالث الذى هو المرئى ولا يعدوا الاوسط والمقوم.

الباب الثالث

فى صفة الكسوفين و تصورهما و الفرق بينهما و بين اشكال نور القمر قبل الاستقبال و بعده .

الشمس بما لا يشك احد من اهل الصناعة فى انها نيرة و القمر غير

- نير كما ستارتها ، و انما يضىء منه الجانب المواجه للشمس على مثال استارة
الارض و الجدران و أمثالها من المستحصفة بوقوع الشعاع عليها و عدم نفوذه فيها لعدم الشفاف .

فاما الكواكب فلما لم يطرد فيها الدلائل الموجبة للقمر شكله

الكبرى تلونت آراء المجتهدين فى أنوارها ، فمنهم من اضافها الى مماثلة الشمس

- فى الاستارة بنفسها ، و منهم من رأى اضافتها الى مماثلة القمر فى قبول
النور من غيره و لم يقارن اليقين باستحصاف شئ غير نير سوى القمر
و الارض و اجسامها ، و كل جرم مستحصف قوبل بآخر نير استار منه
جهة و امتد منه فى خلافها ظل فى الهواء الى ان يلاقى مستحصفا آخر
فيظهر عليه ، و قد اتضحت كرية القمر و الارض فلهما ظل فى خلاف

- الجهة المواجهة منهما للشمس مستدير الشكل و الاحاطة بالضرورة على
أحد ثلاث صور هى الاسطوانية و المتسعة على دوام الامتداد و المتضايقة
بالانحراط ، لكن امتداد زمان الكسوف فى ذروة التدوير و تقاصره فى
سفله ببقى عن ظل الارض الاسطوانية و الاتساع و قصر عليه الانحراط
اوجب ذلك ضرورة زيادة مقدار الارض على مقدار القمر اذ كان
الظل الذى هو اصغر من الارض يستغرقه فى الكسوف و يمكنه فى

خرقه مدة ثم زيادة مقدار الشمس على مقدار الارض ، واما القمر فانه
لما تسافل عن الشمس وقع شعاعها منه وقت الاجتماع على القطعة التى
لا يراها فحصل له ظل منخرط نحونا ، وبحسب قرب سهمه من ابصارنا
ستر الشمس عنا وكشفها ولما تباعد عنه انعطفت القطعة المضية منه
و اشترك بعضها مع القطعة المبصرة و ازداد مقداره بازدياد البعد عن
الشمس و كان اول المقادير التى اقتدرا البصر على ادراكه هو الهلال .
ثم ازداد النور فى جرمه بازدياد ذلك المشترك و تبعه تطاول
مدة اضاءته بعد غروب الشمس و تناوبت الاشكال النورية فى جرمه
متزايدة الى الاستقبال فعنده اتحدت القطعتان و اشتركتا باسرها فتم
النور فى جرمه و اضاء فى كل ليلة ، ثم عاد بعده على تلك الاشكال
بالتناقص و عكس مدد الاضاءة بعد غروب الشمس بالاطلام الى استتمام
ذلك فى السرار و اذ كان ظل الارض^٢ مقاطرا للشمس ملازما للمنطقة
لا يأخذ عن جنبتها اكثر من نصف قطره و القمر دائم الانحراف عنها
بعروضه فان عرضه اذا نزر فى وقت الاستقبال بحيث دخل او بعضه
فى الظل انستر عن الشمس و انقطع نورها عنه فانكسف بقدر ذلك ،
فظل القمر بسبب كسوف الشمس و ظل الارض بسبب كسوف القمر
و من الذى يمكنه من اهل النظر ان يحمل هذه التقديرات على قضية
الاتفاق و قد عين منافع الحركة الاولى فى أحداث الليل و النهار
و جدواهما على عمار العالم و علم جدوى الحركة الثانية على جميع ما يصرف

(١) ج : اقرب (٢) ج : القمر .

في مجارى الطبيعة تحت فصول السنة ، وانما نصب الله تعالى الكسوفين من أعظم آياته و محانور القمر وخط موضعه ليتشكل بالهلال و صنوف الاشكال ، فيكون مواقيت للاعمال و قدر له عرضا و للاجوزهر حركة لثلا يدوم كون الكسوف في كل اجتماع و استقبال فتصير عادة معتادة يرخى عنان الاعتبار بدوام المرور عليها ولكنه يكون في وقت دون وقت ليحمل على الحث عن سببه و يؤدى الى النظر في عجائب الحلقة والاستدلال منها على مدبر الخليقة ، ولهذا جعل وقتا للعبادة زيادة في التبيه والتذكير و الآ فالقمر في السرار و المحاق اخفى جسما منه وقت كسوفه التام ، و في الاشكال الحاصلة له عن جنبتي الاستقبال من النور و الضلام على مثل ما يكون عليه في الكسوف غير التام و لمثله جعل ١٠ الليالى الفاضلة في وقته قليلة البراءة للنصف من الشهر و الظنون متجهة في ليلة القدر على سبع و عشرين منه ، و معلوم مع هذا انه لو لم يكن للقمر كسوف لما توصل الى حركاته و التنقيح عن احواله ، و لو لم يكن للشمس كسوف تام لما عرف مقدار علوها عن الارض ، و هذه هي طريق التسلق الى تحقيق التفكير في الملاكوت و خلق السموات و الارض ، ١٥ فاما الفرق بين اشكال نور القمر في جرمه و بين بواقيه من الكسوف و هي ان الاولى ينقسم ثلاثة اقسام :

اولها القاصرة عن النصف المشابهة للهلال و طرفاها يبقى طرفي

جرم القمر لأن كل واحد من القطعة المستترة منه و القطعة المبصرة

نصف دائرة بالتقريب والدوائر العظام تتقاطع على انصاف ويشترك لها القطر الأعظم .

و القسم الثانى النصف نفسه فى ليلتى الثامن و الثانى و العشرين من الشهر و الفصل المشترك من النور و الظلة يكون فى المنظر خطا مستقيما ٥ مارا على وسط القمر لأن الدوائر ترى خطوطا مستقيمة اذا كان سهم مخروط البصر فى سطوحها .

و القسم الثالث الفاضلة على النصف و يكون شكل الظلام فيها على هيئة شكل النور فى القسم الاول هلاليا ، و اما الثانية فانها كذلك ينقسم فهذه القسمة فالكسوف الفاضل على النصف المشابه للالهة ١٠ لا يتقاطر طرفاه لاختلاف مقدارى القمر و الظل .

و اما الكسوف المقسم بالنصف سواء كان نصف القطر او نصف المساحة و ان الاثلام فيه لا يكون خطا مستقيما و ترا او قطرا كما كان فى القسم الثانى هناك .

و اما القاصر عن النصف فلا يتغير النور فيه عن الهلالية كما تغير ١٥ فى القسم الثالث هناك فصارت الهلالية للظلام دون النور، و هذا هو الفرق بين نوعى هذه الاشكال يتضح بقياس كل قسم فى النوع الى نظيره من النوع الآخر .

الباب الرابع

فى ظل القمر^١ وتحديد انواعه .

- اما اذا تقرّر ان سبب الكسوف هو الظل بالاطلاق وظل الارض
منها ثابت الوضع من المنطقة لا يزول عنها الا باليسير^٢ فيها على محاذة
الشمس فواجب ان تصور من ظل القمر انه اذا عدم العرض وقت
الاجتماع كان سهمه فى سطح فلك البروج فرؤى الكسوف التام فى
المسكن الذى على ذلك القطر، ثم لم يتم فيما قاربه ولم يمكن فيما باعده
فان عدم مع ذلك مثل الشمس صار سهم الظل فى سطح معدل النهار
على ذلك القطر وكان ما ذكرنا من امر الكسوف فى مساكن خط
الاستواء وما حوله، ثم ان طرف مخروط هذا الظل يتقلص ويرتفع
عن الارض اذا كان الاجتماع فى حضيض فلك الشمس و ذروة تدوير
القمر وينسدل حتى يسوخ فى الارض اذا كان الاجتماع فى اوج فلك
الشمس و سفلى التدوير، ومن اجل ما ذكرناه من امر الظل و سرب الضوء
معه عند التباعد عن مظهره يكون محيط ظل القمر على وجه الارض
بمتزجا بالشعاعات المشرقة على ما انفصل من الارض و المأمن من الهياآت
الكدرية و تغلب الدخانية على لونه، ولهذا اذا حصلت ابصارنا فيه وقت
الكسوف رأينا الهواء مصفرا مغيرا بسببه .

واما اذا عرض للقمر عرض فان سهم ظله يخرج من سطح فلك
البروج و يصير على احد اوتار الكرة و يكون ما ذكرنا من حال الكسوف

(١) ج: الارض (٢) من ج: وفي و: البير .

فى المسكن المار عليه سهم المخروط او بالقرب منه، ثم يجب ان يتصور ان القمر و الارض فى دوران ظليهما حولهما شرع واحد وكذلك فى اشكال قبول النور، و ان كان احدهما ساكنا و الآخر متحركا فمن عرف ان قاعدة مخروط ظل القمر يكون فى الاجتماعات جانبه الاسفل ه [و فى الاستقبالات جانبه الاسفل] ١ و فى التربيع الاول جانبه المقبل و فى التربيع الثانى جانبه المدبر تصور منه ان ظله قد استدار بالنوب على جميع جوانبه الارض فى اليوم فمن توهم نفسه من الجو و افقه بحيث لا يخفى عن بصره فى مدة الشهر كما هو لظل كلية الارض ثم دارت الشمس عليها فى اليوم رأى من الضوء عليها هلالا يتزايد حتى ينصفها النور و الظلام، وكذلك الى ان يستتير منها ما يرى على نمائة الاستقبال ثم يتناقص على التدرج ٢ الى الهلال الأخير و المحاق، وهذه هى حال ظل القمر و غاية طول و ضخامة حجمه اذا كان عديم العرض فى ذروة التدوير و مقابلة الشمس و هى عند أوجها .

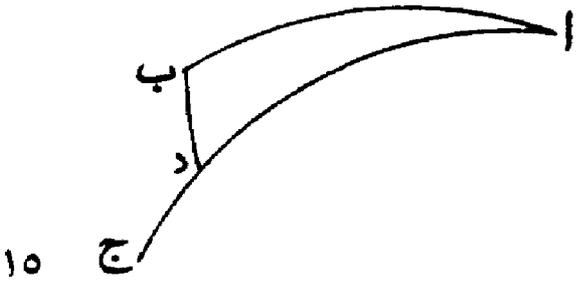
(١-١) زيد من ج وهو كاترى (٢) من ج، ب و فى و: التاريخ .

الباب الخامس

في الحدود التي يمتنع الكسوف فيما عداها.

من اجل ان المتفقة^١ في حدود كسوفات النيرين اذا عرفت هي العلم بكمية الشهور التي يمكن الكسوف على رؤوسها او يمتنع فان فيه راحة في تكلف حساب الكسوف في كل اجتماع واستقبال، وقد ه قدمنا في حساب الجدول الخامس من تعاديل القمر ما يتضح به ان الاجتماع المقصود المصحح به ليس الاوسط ولا المقوم ولا المرئى مع اهمال هذا الجدول كما جرت عليه عادة المنجمين ولنوكد تعريف هذا المعنى باعادة الاشارة .

(٢) فليكن : اب ، من فلك القمر المائل و : اج ، من فلك البروج
و : ب د ، قائم على : اج ، فان فرضنا القمر على : ب ، كانت درجته :
د ، ومعلوم ان : اب ، اذا



(١٤٥)

كان ربعا تماما ان : اد ، ايضا ربع
وذلك معلوم ، واما اذا كان : اب ،
اقل من ربع فان : اد ، اصغر من :
اب ، وذلك ان زاوية : د ، قائمة

و : اب ، اقل من ربع ، فزاوية : اب د ، حادة ، و : اب ، أعظم من :
اد ، فليكن : اج ، مساويا ل : اب ، فاذا كان القمر على : ب ، والشمس
على : ج ، فانهم يعدونه الاجتماع ، ولو كانت الشمس على : د ، كان

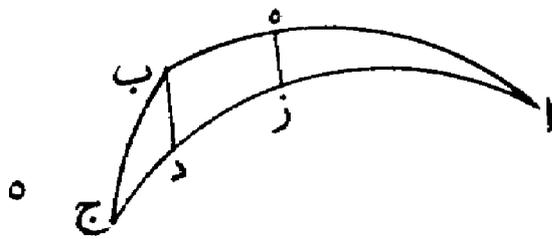
(١) ج ، ب : المتفقة (٢) ابتداء شكل : ١٤٥ .

الاجتماع وكذلك اذا كان :ج ، نظير الشمس عدوه الاستقبال ولو كان
النظير :د ، لكان الاستقبال ، فاذا كان القمر سائرا الى العقدة كان
سابقا للشمس بالحقيقة وقت الاجتماع المعلوم ، واذا كان منصرفا عن
العقدة كانت الشمس سابقة له وذلك سبق في هذا المثال بقدر :ج د ،
ولهذا ألحقنا ذلك الجدول الخامس بجدول تعديل القمر و من قصد
منهم تصحيح الاجتماع وهو يعلم ان اختلاف حركة القمر في فلكه
المائل لاسباب هي الموجبة لتعديلها ثم من هذه الجهة ايضا فليست حضيض
المسير في الفلك المائل من فلك البروج على نسبة واحدة كما هي مختلفة
في مطالع خط الاستواء أعنى انها ليست مساوية لاجزاء فلك البروج
المتساوية فانه انما يؤثر التساهل في هذا المعنى لصغر القدر .

(١) فقد بين مانالاوس في الشكل الخامس من المقالة الثانية ان نسبة
جيب مجموع :اب ، اد ، الى جيب فضل ما بينهما اى بعد كان بعد
نقطة :ب ، من نقطة :ا ، نسبة واحدة وبهذا يسهل ان يعلم أعظم ما يكون
من الاختلاف بين قوسى :اب ، اد ، وهو اذا كان مجموع :اب ،
اد ، ربعا واذا استخرج ذلك الحساب وجد مقداره يسيرا فضلا
عما دونه ، والكسوفات تبتدى من اقل مقدار وتنتهى اليه عند تمام
الانجلاء ، ويكون فى وسط ما بينهما أعظم ما يغطى من ظلام وهو وسط
الكسوف عند غاية اقتراب مركز المنكسف من مركز :ا ، الكاسف
اما فى القمرى فما بين مركزى القمر والظل ، واما فى الشمسى فما بين

(١) ابتداء شكل : ١٤٦ .

مركزي النيرين ، فانا ان انزلنا الأمر على ان مركز الظل او الشمس على :
ب ، ومركز القمر على : د ، من الفلك المائل كان وسط الكسوف



(١٤٦)

على : د ، والاجتماع المحسوب على : ج ،
فوسط الكسوف بعد الاجتماع اذا
سار القمر الى العقدة و قبله اذا
انصرف عنها والعمود الواقع من

من : ج ، على : ا ، تساوى : ب د ، ومتى كان القمر على : ج ، ومركز الظل
او الشمس على : ب ، والى ان يقوم القوس التى بين المركزين على الفلك
المائل تكون الشمس قد تحركت ايضا من : ب ، فلا يكون حينئذ العرض

مساويا للقوس المحسوبة ، واذا حسب ذلك لم يوجد فيه من التفاوت ما

يغالبه ولئلا يظن ظان ان وسط الكسوف يكون وقت قيام القوس
الواصلة بين المركزين على المنطقة ، نعيد قوس : ا ب ، من فلك البروج و :

اج ، من الفلك المائل ، وليقم : ج ب ، على : ا ب ، و : ب د ، على :

اج ، فالقمر اذا كان على : د ، تكون الشمس او الظل فيما بين نقطتى :

ا ب ، فتكون القوس الواصلة بين المركزين القائمة على : اج ، واقعة

بين : از ، وليكن : ز هـ ، وهو أصغر من : ب د ، و : ب د ، اصغر من :

ب ج ، فاذن وسط الكسوف كائن وقت قيام ما بين المركزين على الفلك

المائل ، وذلك ما اردنا ان نبينه .

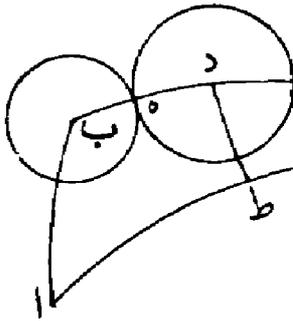
وانما يجعل بطلميوس : ا ب ، اج ، كالمتوازيين لقوت ما بين مقدار

زاوية : ا ب د ، الحادة ومقدار القائمة الحس ، ولئله نأخذ العرض القائم

على فلك البروج بدلا من القوس القائمة على فلك البروج راجعا في ذلك الى مقتضى الحس اذ ليس بينهما ما يضر اختلافه .

(*) فليكن لما قصدناه : ا ب ، من فلك البروج و مركز الشمس عليه :

(اجنب)
القمر او
وفي عكسه
.....)



(١٤٧)

ب ، و : ا ج ، الفلك

٥ المائل ، وليقيم : ب ج ،

على : ا ج ، وهو الذى ج

عليه المماساة او أكثر

الظلم لوسط الكسوف

وليكن القمر فى المائل على : ج ، الآانه يرى وقت التماس على : ب ،

١٠ من دائرة : ب ج ، و موضع المماساة : هـ ، ولنضع الشمس فى الحضيض

و القمر فى سفلى التدوير ليكون : ب د ، نصف مجموع قطرى النيرين على

أعظم مقاديره ، و معلوم ان : ط د ، هو اختلاف المنظر الكلى و انه منقسم

الى : ط ج ، الذى منه فى الطول و الى : د ج ، الذى فى العرض و قد

تقدم تقسيمه اليهما ، و لناخذ : ط د ، أعظم ما يكون من اختلاف منظر

١٥ العرض فى البلاد سواء كانت فى الشمال او فى الجنوب الآان السكنى

فى الشمال و معرفة ذلك بالاعداد موكول الى الاستقراء فاذا كان الوضع

على ما فرضنا ، و كانت الشمس اجنباً عن القمر كان : ب ج ، القائم مقام

(*) ابدأ شكل : ١٤٧ (١) كذا و الظاهر انه اشار الى عبارة السطر الاخير من هذه الصفحة و هى : و كانت

الشمس اجنب عن القمر كان : ب ج ، القائم مقام عرض القمر اعظم ما يكون وقت تماس النيرين و متى

زدنا اختلاف المنظر فى الطول على موضع القمر او نقصانه منه حسب ما بوجه شرائطه ثم استخرجنا عرض

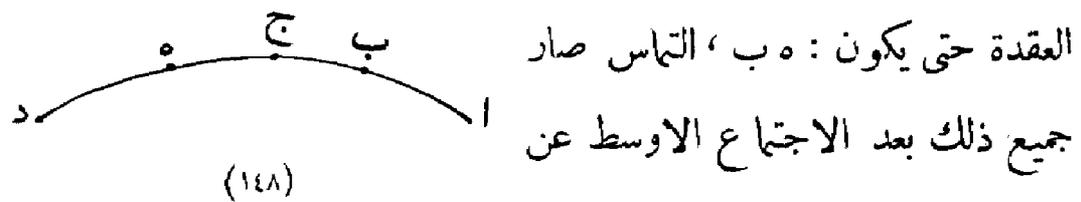
القمر ما يحصل منه كان : ب هـ ، بالتقريب و فى عكسه .

عرض القمر أعظم ما وقت تماس النيرين ومتى زدنا اختلاف المنظر فى الطول على موضع [القمر او نقصاناه] منه حسب ما يوجهه ، شرائطه ثم استخرجنا عرض القمر ما يحصل منه كان : ب ه ، بالتقريب ، وفى عكسه اذا كان : ب ج ، معلوما كان بعداً : ج ، عن العقدة معلوما ، واذا كان : ط ج ، الى خلاف جهة العقدة كان زيادة فى أعظم ابعاد القمر عن العقدة ه التى لا يوجب غير المماسه ، وذلك ان القمر فى انصرافه عن العقدة اذا شُرق عن دائرة عرض اقليم الرؤية فكان اختلاف منظر الطول لذلك الى خلاف جهة العقدة والاجتماع المرئى لأجل ذلك قبل المقوم ، فالقمر وقت المرئى يكون اقرب الى العقدة بالرؤية من موضعه المقوم اليه وفى ذهابه الى العقدة اذا غرب عن دائرة عرض اقليم الرؤية كان اختلاف المنظر ١٠ لذلك الى خلاف جهة العقدة لكن الاجتماع المرئى فى هذه الحالة يكون بعد المقوم فيرى القمر فيه اقرب من العقدة ، وفى خلاف ذلك يكون القمر أبعد عن العقدة وقت المرئى واختلاف منظر الطول الى جهة العقدة ، وقد وجد بطليموس جميع ذلك على اصوله التى نبى عليها فى عرض القمر وبعده عن الارض وقطر النيرين واختلاف المنظر ، اما ١٥ اذا كانت الشمس جنوبية عن القمر واختلاف منظر العرض جنوبى ، وفى الغاية التى ذكرنا ان وجودها بالاستقراء فان البعد عن العقدة يكون سبعة عشر جزءاً واحدى واربعين دقيقة ، واذا كان القمر جنوبياً عن الشمس وعلى تلك الغاية من اختلاف منظر العرض فى الشمال فان

(١) زيد من ج ، ب (٢) من ج ، ب ، وفى و : ابعد .

البعد عن العقدة يكون ثمانية اجزاء واثنين وعشرين دقيقة واذن الاجتماع الاوسط لا يكون مقوما الا بالوجوه التي تقدم بيانها واذا اختلفا فبمجموع تعديلي النيرين الأعظمين .

(١) فليكن : ا ب ج ه د ، من فلک البروج ويكتفى به عن المائل .
 ه و ان سار القمر عليه و : ا ، موضع العقدة و : ا ب ، البعد الأعظم عنها و : ه ، موضع الاجتماع أوسط وفي الأعظم بعدى النيرين في الاجتماعات الوسطى يكون : ه ، بين النيرين ، فلتكن الشمس على : ج ، والقمر على : د ، و : ج د ، معلوم لانه مجموع التعديلين الأعظمين و : ج ه ، منها ما للشمس و الى ان يلحق للقمر بها تسكون الشمس قد سارت من عند : ج ، الجزء الذى يناسب به مسير القمر وذلك بالتقريب جزءا من اثني عشر من : ج د ، لكن الاجتماع على : ب ، ف : ب ج ، معلوم وهو الجزء من اثني عشر من مجموع التعديلين ، الأعظمين ، فاذا زيد على ما خرج له من البعد الأعظم عن



١٥ العقدة على أعظم مقاديره لوقت التماس والقمر لا يستوفى تعديله الأعظم الا بالقرب من بعد الأوسط في ذلك التدوير ، فاذا استعملناه على مقداره عند الحضيض استظهرنا لمعرفة الابعاد العظمى وان لم يكن اجتماع في الحضيض .

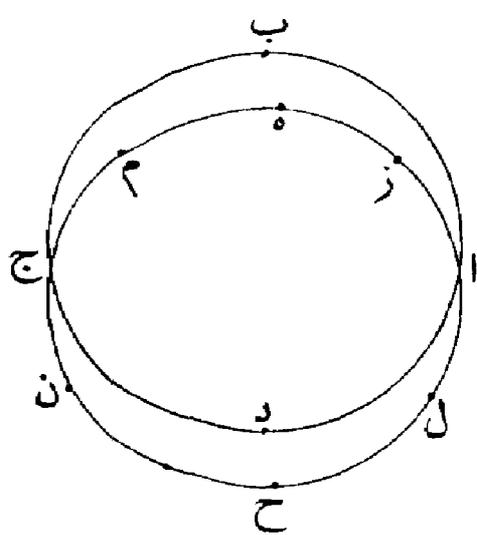
واما حدود الكسوفات القمرية فلان قطر القمر اينما كان من

فلك التدوير معلومة ونسبته الى قطر الظل معلومة فان نصف مجموعها في سفلى التدوير معلوم، واذا كان عرضا للقمر فبعده عن العقدة التى اقتضاه معلوم واما تقدم فى البعدين النيرين وقت الاجتماع الاوسط فهو على مثله ومقداره فيما بين القمر وبين نظير جزء الشمس فان زيد على البعد الاول من العقدة نصف سدس اعظم ما يكون بين النيرين ٥ فى الاجتماع الاوسط مجموعا الى تعديل الشمس الاعظم كان ذلك على الاستظهار ازيد مما هو فى الشمس لأن قطر الظل ايضا يتناقص بتناقص قطر القمر اذا كان فى بعده الاوسط .

وتصحیح هذا الباب اما فى كسوف الشمس فبان نأخذ نصف قطر القمر فى سفلى تدويره ويضم اليه نصف قطر الشمس فى موضعها ١٠ من فلك أوجها ويزيد على المبلغ اعظم اختلاف منظر العرض ونعرف البعد عن العقدة اذا كانت هذه الجملة عرضا للقمر، ونزيد على هذا البعد تعديل الشمس الاعظم مجموعا اليه نصف سدسه وابلغ منه استقصاء ان تكون نسبة ما يزداد على تعديل الشمس الاعظم اليه كنسبة مسير الشمس فى موضعها من فلك الأوج الى سبق القمر فى موضعه من فلك ١٥ تدوير الشمس فى موضعها من فلك الأوج .

واما فى كسوف القمر فانا نزيد على البعد عن البعد الذى يساوى عرضه فمجموع نصف قطر الظل ونصف قطر القمر فى سفلى التدوير اعظم تعاديل الشمس مزيدا عليه اما نصف سدسه واما ما هو اشد استقصاء منه .

(١) ثم ليكن : اب ج د ، فلك القمر الممثل و : ا ه ج ح ، فلكه المائل ،
ونأخذ قسي : از ، ال ، ج م ، ج ن ، بحدود كسوفات القمر فتبقى
قوسا : ز ه م ، ل ح ن ، اللتان يمتنع فيهما كسوف القمر و لاله فيها
تماس مع الظل ، وفي ستة أشهر قمرية وسطى يفضل مسير القمر في العرض
٥ على الادوار التامة اكثر من نصف دور لأن مسيره في الطول بعد



(١٤٩)

الادوار هو مسير الشمس الأوسط ،
ومسير الطول مع مسير الرأس هو
مسير العرض و مسير الرأس عن تلك
المدة اكثر من نقصان مسير الشمس
١٠ عن نصف الدور ، وليكن أحد كسوفين
عند : ج ، فيكون الثاني الذي على رأس
الستة الاشهر الوسطى فيما بين : ا د ،

قريبا من : ا ، بحيث يقصر عن اصغر حدود الكسوف ، واذا كان اولها
بين نقطتي : ج ، م ، كان الثاني اما على : ا ، واما بين : ل ، ٢ ، واما بين :
١٥ از ، اقرب الى : ا ، مما كان حين كان الاول على : ج ، نفس العقدة ثم
لنجعل مركز التدوير وقت استقبال اما اوسط على : ز ، وليكن : ز ه م ،
مسير العرض في خمسة اشهر وسطى فيكون : م ، موضع المركز
للاستقبال السادس الاوسط الذي هو خاتمة تلك الاشهر ، ولننزل ان :
از ، ج م ، متساويان و ان لم يكونا كذلك بسبب ما قدرنا من مقدار حركة

(١) ابداء شكل : ١٤٩ (٢) ج ، ب : ال .

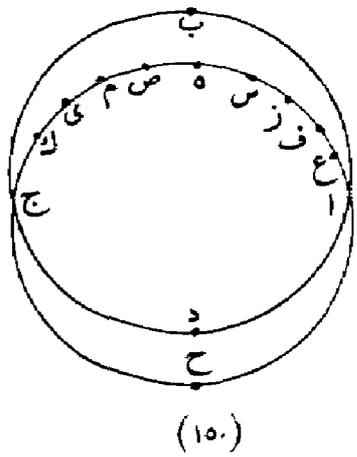
العرض للاشهر الوسطى ، وهذه الاشهر تعظم اذا توسط حضيض الشمس مسيرها فيها و توسطت الذروة مسير خاصة القمر بعد سقوط الادوار منها .

(١) فيكون القمر وقت الاستقبال الاوسط الذى هو مفتوح تلك

- الشهور الى توالى البروج من : ز ، و ليكن على : س ، ونظير الشمس ه الى خلاف التوالى و ليكن : ف ، واذن التقدم و السبق للقمر فان موضع الاستقبال المقوم من : ف ، يكون نحو العقدة ، و ليكن : ع ، فلأن : زس ، تعديل القمر معلوم من جهة الخاصة و : زف ، تعديل الشمس معلوم من جهة حصتها وقع بالتقريب نصف سدس قوس : س ف ، فهو معلوم فقوس : زع ، التى بين الاستقبال الاوسط و المقوم معلوم ، ومتى ١٠ حصل مركز التدوير على : م ، موضع الاستقبال الاوسط عند تمام الخمسة الاشهر الوسطى كان القمر منه الى خلاف التوالى بسبب تعديل الناقص ، و ليكن على : ص ، وكان نظير جزء الشمس نحو العقدة : ص م ، بسبب تعديله الزائد ، و ليكن : ي ف ، ولأن السبق حينئذ للنظير فان الاستقبال منه الى التوالى و ليكن : ك ، و تعديل كل واحد من النيرين فى الاستقبال الاخير مساو لتعديله فى الاستقبال الاوسط تكون هذه القسي مساوية لنظائرهما الاولى ، ونسبة مسير الشمس الى مسير القمر فى كل واحد من الاستقبالين الاول والاخير نسبة واحدة لتساوى بعد الشمس فيها عن الحضيض فى كلتي الجهتين و تساوى بعد القمر فيها عن الذروة فى

كلا الجانبين فقوسا : ك ي ، ع ف ، متساويتان ، و اذا احتسبنا ذلك وجدنا كل واحدة من قوسى : ا ع ، ك ج ، اصغر من حد الكسوف الموضوع بعد وسطه من العقدة فبين من ذلك انه يمكن ان ينكسف القمر على طرفى خمسة اشهر عظمى ، وهو ما اردنا ان نبين .

٥ و الاشهر الوسطى تصغر اذا كان ما شرطنا فى الاشهر العظمى من حضيض الشمس و ذروة التدوير على خلافه فتوسط الاوج مسير الشمس و توسط سفلى التدوير مسير الخاصة بعد سقوط الادوار التامة منه ، فانا ان جعلنا نقطة : م ، للتمثيل موضع استقبال ما اوسط على مبدأ سبعة اشهر صغرى و نقطة : د ، موضع الاستقبال الثامن الذى يحتتم به هذه الاشهر السبعة ، فمن أجل ذهاب الشمس فى الاستقبال الاول الى حضيضها فان نظير جزءها يكون من موضع الاستقبال الأوسط الى توالى لبروج ، وليكن : ي ، و القمر على ما وضعنا الامر عليه ذاهب الى سفلى التدوير فهو عن موضع الاستقبال الى خلاف التوالى ، فالسبق



١٥ لنظير جزء الشمس و الاستقبال المقوم من :
 ي ، نحو : ج ، الذى جعلناه للنظير المقوم من :
 ي ، وليكن : ك ، و فى الاستقبال الأخير
 الشمس منصرفة عن اوجها فان نظيرها يكون
 من موضع الاستقبال الأوسط الى خلاف

(١) ج ، ب : حسبنا .

التوالى، فليكن : ب^١ ، نظير جزء الشمس المقوم والقمر في هذا الاستقبال
منصرف عن سفلى التدوير فانه يكون من موضع الاستقبال الاوسط
الى التوالى ويكون السبق له والمقوم من : ب^١ ، نحو : ا^١ ، وليكن على : ع
وان نحن حسبنا ذلك يبعد الشمس في اول هذه الأشهر السبعة الوسطى
الاستقبال^٢ و آخرها كانت عن جنبى الاوج في وسط الاشهر، وبعد ه
القمر في أولها و آخرها عن جنبى سفلى التدوير .

ثم انزلنا ان القمر فى بعد : ك^٢ ، عن نقطة^٣ : ج^٢ ، تماس دائرة الظل
خرج لنا بالحساب : ا^٤ ، أعظم من ان يكون للقمر فيه كسوف فضلا
عن ان يكون بعد : ك^٢ ، عن : ج^٢ ، بعدا يقع فيه للقمر كسوف ، فان بعد :
ا^٤ ، يكون حينئذ أعظم مما يكون عليه لو لم يكن على نقطة : ك^٢ ، التماس ١٠
دائرتى القمر والظل ، ومن ذلك يتبين انه ليس يمكن ان يتكسف القمر
فى طرفى سبعة أشهر صغرى واما للشمس وما يمكن من ذلك فيما
ولا يمكن ، فنعيد لها دائرتى : ا ب ج د ، ا ه ج ح ، لثلا يمتد التمثيل
فى صورة واحدة (٤) فليكن فى الاجتماع المفتوح به الاشهر الخمسة العظمى
جزء الشمس فى فلك القمر المثل نقطة : ز ، و جزء القمر فى فلكه ١٥
المائل : ط ، فى الاجتماع المختم به هذه الاشهر جزء الشمس فى مثل
القمر : ل ، و جزء القمر فى المائل : س ، و فضل : ز ط ، ل س ، بدوائر
عظام ، وكما تقدم فى كسوف القمر يكون : ط س ، معلوما و يبقى بمجموع :
س ج ، ط ا ، معلوما ، فاذا وضعنا ان : ا ط ، البعد من العقدة التى فيه

(١) ج : ف (٢) ليس فى ب ، ج (٣) ب ، ج : عقدة (٤) ابدال شكل : ١٥١ .

تماس القمر الشمس في المنظر في بعديهما من مركز الارض اللذين يوجه
ما فرضنا من حركتهما اما الشمس فعن جنبتي الحضيض ، واما القمر فعن
جنبتي الذروة وجدنا : س ج ، أعظم مقداراً من البعد عن العقدة الموجب
التماس في بعديهما من مركز الارض بحسب المفروض ، ولكن بعديهما
من مركز الارض اذا علم كان : ز ط ، الذى بقدر نصف قطريهما يكون
معلوماً ، ولذلك يكون : ا ط ، معلوماً و : ط س ، هو مسير القمر في العرض
في الخمسة الاشهر الوسطى مزيداً عليه ما يجتمع من ضعف تعديل الشمس
في كل واحد من الاجتماعين الاوسطين مضموماً اليه نصف سدس ضعف
بعد ما بين النيرين في هذين الاجتماعين ، فهو اذن معلوم و يبقى : س ج ،
معلوماً و لأجله : ل س ، معلوم لكن : ل س ، يخرج بالحساب أعظم
من : ز ط ، فليكن : س ، مساوياً لفضل ما بينهما وهو معلوم ، و اذا كان :
ز ، موضع اجتماع مقوم ثم كان المرئى بعدم اختلاف المنظر فيه فان
كل مسكن يمكن ان يكون فضل ما بين اختلافى منظر النيرين في العرض
أعظم من : س ، يمكن فيه كسوف الشمس على طرفي الخمسة
الاشهر العظمى .

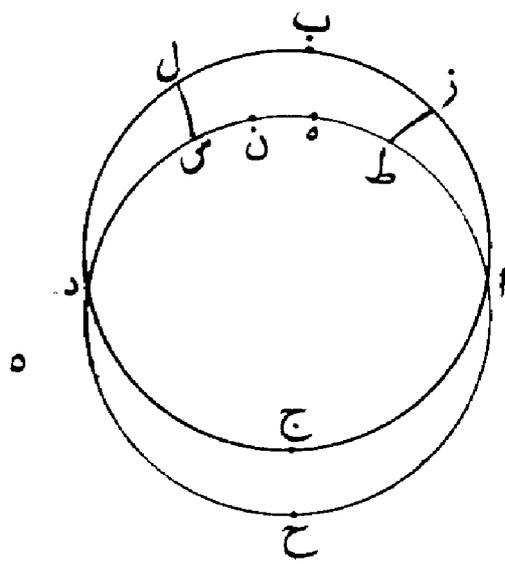
وذلك انه اذا كان اختلاف منظر العرض في المثال بقدر : س ،
فانه يمكن ان يكون الاجتماع الاول اقرب من العقدة فتكسف الشمس
والاجتماع الأخير أبعد عن العقدة ولكن بحيث يقصر فضل عرض
القمر المرئى على نصف قطري النيرين عن : س ، ليكون الكسوف
من قطر الشمس بحسب زيادة : س ، ما بين اختلافى منظر النيرين في
العرض

العرض على فضل ما بين العرض المرئى ونصف قطرى النيرين ويكون الشمس فى الاجتماع الاول العديم اختلاف المنظر اقرب الى العقدة من : ز ، لأنها فى الاجتماع الثانى ابعد عن العقدة الأخرى فيكون للشمس كسوف فى طرفى الخمسة الأشهر العظمى ، وايضا فاذا كان كل واحد من : ل س ، ز ط ، أعظم من نصف قطرى النيرين كان : س ج ، هـ أصغر وفضل : ل س ، على نصف قطرى النيرين كذلك أصغر من : س ز ، فكل مسكن يكون فيه فضل ما بين اختلافى منظر النيرين فى العرض أعظم من فضل : ز ط ، على نصف قطرى النيرين اذا كان القمر على : ط ، وجزء الشمس : د ا ، وأعظم من فضل : ل س ، على نصف قطرى النيرين اذا كان القمر على : ط ، وجزء الشمس : د ا ، فان ١٠ الشمس تنكسف فيه على طرفى الخمسة الاشهر العظمى ، ولأن مواضع الاوج والحضيض والذروة والسفل والحركات معلومة فان سبق القمر فى الاجتماع الاوسط الاول وسبق الشمس فى الاجتماع الاوسط الاخير وموضعاهما المقومين والمدة بين الاجتماع الاوسط والمقوم فى طرفى الخمسة الاشهر الوسطى كلها معلومة فان مدة الخمسة الاشهر العظمى ١٥ تكون لذلك معلومة .

ومتى فرضنا وقت الاجتماع الاول على بعد معلوم من فلك نصف النهار تبين لنا بعد وقت الاجتماع الأخير عن فلك نصف النهار ايضا فيكون اختلاف المنظر له معلوما اذا كان عرض المسكن معلوما لجزءه

الشمس فى هذين الاجتماع عين فى العرض الذى يفضل اطول نهاره على المعتدل بنصف ساعة اختلاف منظر فى العرض فى مثل القمر اذا
 القى من كل واحد منها اختلاف منظر الشمس فى فلكه كان مجموع
 الباقيين أعظم من زيادة : ل س ، على : ز ط ؛ الذى هو نصف قطرى
 النيرين فى بعديهما المقروضين من الارض ، وانما ذكرنا بمثل القمر فى
 اختلاف منظره دون المائل لأن بطليوس يستعمله كذلك تساهلا
 اذ ليس يدخل عليه فيما يريد بيانه ضرر ، وايضا فانه يعمل كما اقتدينا
 به آنفا على ان زيادة : ل س ، [على : ز ط ، المساوى لنصف قطرى النيرين
 كزيادة مجموع : ل س] ، ز ط ، على قطرى النيرين اذا كان كل واحد من :
 ل س ، ز ط ، أعظم من نصف قطريهما وبعد : س ، من : ط ، فى كلا
 الحالتين واحدة ،

وليس ذلك على الحقيقة كذلك لأن الاجزاء التى هى أبعد
 عن العقدة حصتها من العرض يكون اقل ولكن ليس بين ما يفعل
 وبين الحقيقة هاهنا قدر يحس به وسبق القمر فى جميع ازمان ما بين
 الاجتماع الاوسط والمقوم المتساوية لا يكون واحدا ، ولكن القمر هاهنا
 اذ هو بقرب البعد الاوسط من فلك التدوير والشمس فى مثله من فلك
 الاوج والمسير هناك قليل الاختلاف فلن يحصل فيه من ذلك
 ما يحس به .



(١٥١)

ولهذا يستعمل بطليموس فى هذا
الموضع المسير الاوسط دون المختلف
ويجب ان يعلم ان ما ذكرناه من امكان
كسوف الشمس انما هو فى المساكن
الشمالية اذا اشتمل القمر عن المنطقة ليقربه
اختلاف منظر العرض من الشمس لانه
اذا اجنب عنها بعده اختلاف منظر العرض
عن الشمس و منع كسوفها الا فيما كان

- من عروض المساكن فى الجنوب مساويا لعرض هذه الشمالية ، واذ تبين
انه يمكن ان تنكسف الشمس فى الاقليم الاول على طرفى خمسة اشهر ١٠
عظمى فانه فى المساكن التى هى فى الشمال اشد امعانا اكثر امكانا لان
اختلاف منظر العرض نحو الجنوب أكثر فيما هو فى الشمال اوغل .
واما فى السبعة الاشهر الصغرى فليس يصير فى المثال ان تضع
الشمس فى الاجتماع الاول على : ل ، وفى الاخير الذى لتمام هذه
الاشهر على : ز ، ليشتمل القمر فى كليهما عن المنطقة ويذهب الشمس ١٥
فى اولها الى الذنب وينصرف فى آخرهما عن الرأس واختلاف منظر
العرض فى الجنوب بقرب القمر من الشمس ، واذا سلكنا الطريق
المتقدم ووضعنا ان : س ج ، هو البعد الذى يساوى فيه عرض القمر
نصف قطرى النيرين فى بعديهما عن الارض المحدودين فى طرفى هذه
الاشهر خرج : ا ط ، أعظم من : س ج ، و : ز ط ، لذلك يكون أعظم من : ٢٠

ل س ، وذلك بما يوجهه مسير النيرين اعنى ان يكون بعد القمر عن
 سفلى التدوير والشمس عن الاوج واحدا فى كل الاجتماعين ، فحيث
 ما كان فضل ما بين اختلاف فى منظر النيرين فى العرض اعظم من فضل
 عرض : ز ط ، على نصف قطر النيرين يمكن هناك ان تنكسف الشمس
 ٥ على طرفى السبعة الأشهر الصغرى ، وايضا ان كان كل واحد من : ل س
 ز ط ، أعظم من نصف قطرى النيرين بحسب ما كان فضل ما بين اختلاف
 منظر النيرين فى العرض ان كان القمر على : س ، فأعظم من فضل :
 ل س ، على نصف القطرين وان كان على : ز ، فأعظم من فضل : ز ط ،
 على نصف القطرين .

١٠ ونفرض احد البعدين من العقدة بعد التماس فيه النيران اقتداء
 ببطلبيوس ولأن مسير النيرين الاوسط فى الاشهر السبعة الوسطى ومسير
 القمر فى العرض معلومة كلها وضعف تعديل الشمس مزيدا عليه نصف
 سدس ضعف ما بين النيرين فى كل واحد من الاجتماعين اذا نقص
 من مسير القمر فى العرض فى السبعة الاشهر الوسطى كان الباقي فى
 ١٥ هذا المثل قوس : س ح ط ، و : س ج ، متى كان البعد الذى فيه يتماس
 النيران كان : ا ط ، معلوما ، وكذلك زيادة : ز ط ، على نصف القطرين
 لأن : ا ط ، يخرج أعظم من : س ج ، وقد يمكن ان تنكسف الشمس فى
 عرض مسكن ما أو على طرفى سبعة أشهر صغرى من جهة كون اختلاف
 منظر القمر فى هذين الطرفين اذا نقص منه اختلاف منظر الشمس
 ٢٠ فضل مجموع الباقيين فى الطرفين على فضل : ز ط ، على نصف القطرين
 اذا

إذا ساوى : ل س ، نصف قطريهما ، وإنما يعلم ذلك من جهة ان ازمان
سبق الشمس فى الاجتماع الاول معلومة و مثلها ازمان سبق القمر فى
الاجتماع الأخير ، و اذا نقص جميع ذلك من مدة السبعة الاشهر الوسطى
صارت صغرى و لمعرفتها صار وقت الكسوف معلوما ، وكذلك جزء
الشمس الذى يستخرج بهما بطليوس اختلاف المنظر و ان كان الحق ٥
ان يستخرجه بجزء القمر فى فلكه المائل .

والمثال هاهنا فى مدة السبعة الاشهر الصغرى وهى مائتا يوم
وخمسة ايام و نصف يوم ان جزء الاجتماع الاول فى الدلو و الاجتماع
الأخير فى السنبله على تساوى البعد من اوج الشمس و لأن كسر
الايام المذكورة نصف اذا كان الكسوف الاول بقرب افق المشرق ١٠
كان الآخر بقرب افق المغرب ، و اذا استخرج اختلاف المنظر و اخذ
الفضل ما بين ما لليرين منه فى المسكن المفروض كان مجموع الفضلين فيها
أعظم من ذلك القدر الذى يجعله بطليوس أصلا ، و بذلك يتبين انه
يمكن فى الاقليم الرابع ان تنكسف الشمس على طرفى سبعة اشهر
صغرى فهو فى العرض الزائدة على عرضه فى الشمال اكثر امكانا اذا ١٥
كانت الشمس كما فرضنا ذاهبة فى الاجتماع الاول الى الذنب و منصرفه
فى الاخير عن الرأس ليشتمل القمر فى كليهما عن المنطقة كما كان يجب
مثله على طرفى الاشهر الخمسة العظمى ، و انما يجعل بطليوس الاجتماع
الذى فى الدلو نحو المشرق و الطالع من الافق ليكون وسط السماء
جنوبى الميل فيكون اختلاف منظر العرض اكثر ، و اذا كان الاجتماع ٢٠

الثانى الذى فى السنبلة للغروب كان وسط السماء ايضا جنوبى الميل
فيكون ميل ما تقدم، واما اذا كان الامر بالعكس فصار وسط السماء
فى كلا الاجتماعين شمالى الميل قلّ اختلاف المنظر فى العرض، واما فى
طرفى شهر اصغر فيمتنع كسوف الشمس على طرفيه، فانا ان فرضنا
٥ مسير القمر فى الشهر الاصغر من عند العقدة كان عرضه اقل من
الكائن له اذا ابتداء عن جنبتى العقدة، و اذا نقصنا منه نصف القطرين
بقى من العرض مقدار أعظم من ان يكون اختلاف منظر العرض بقدره
اذا لم يكن فى احد الاجتماعين اختلاف منظر فى العرض فضلا عن
ان يكون فضل ما بين اختلاف منظر العرض فى الوقتين اذا كان فيهما
١٠ جميعا الى جهة واحدة، وذلك انه اذا كان فى كليهما الى جهة واحدة
وان القمر اذا كان من العقدة الى حيث اختلاف منظر العرض كان
ذلك تباعدا للقمر عن الشمس فوجب ان يكون فضل اختلاف منظر
العرض اذا كان فى الجهة الأخرى على اختلاف منظر العرض الذى
باعد القمر عن الشمس بقدر زيادة العرض على نصف القطرين حتى
١٥ يمكن للنيرين فى الاجتماع تماس .
واما اذا كان اختلاف منظر العرض فى الاجتماعين مختلف الجهتين
فان الامر على حاله، من الامتناع، لأنه ليس يكون للقمر فى المساكن
الشمالية اختلاف منظر فى العرض نحو الشمال اكثر مما يكون له فى خط
الاستواء، واما الذى هو نحو الجنوب وهو اقل عند من يكون للقمر فى
٢٠ مسكنه اختلاف منظر نحو الشمال، و اقل مما يكون عند من أمعن فى الشمال،
فاذا (١١٤)

وإذا أخذ أعظم ما يكون من اختلاف منظر العرض في أبعد مسكن عن خط الاستواء نحو الشمال و جمع إليه اختلاف منظر العرض الكائن للقمر في خط الاستواء نحو الشمال وهو أعظم مما يكون في المسكن الشمالى لم يلحق هذا المجموع بزيادة ذلك العرض على القطرين، ولم يجتمع ذلك قط، واما كسوفان قمران في استقباليين متواليين فانه يمتنع ايضا وان كان قطر الظل أعظم من قطر الشمس بالرؤية، وذلك ان الحد الأعظم لكسوف القمر اذا اضعف اقل من مسير العرض في الشهر الأوسط فاذا كان الشهر أصغر نقص مسير العرض و كان النقصان سبقا للشمس في الطرف الاول و سبقا للقمر في الطرف الأخير وهو اقل مما ينقص في حد الكسوف الأعظم اذ النقصان هاهنا تعديل الشمس عند الاوج، و تعديل القمر ايضا في طرفي الشهر الاصغر اقل من تعديله الأعظم فاذن لا يمكن ان ينكسف القمر في طرفي شهر ما .

واما ان ينكسف في استقبال و تنكسف الشمس في الاجتماع الذى يتلوه او بالعكس ان تنكسف الشمس في اجتماع ما و ينكسف القمر في الاستقبال الذى يتلوه فانه ممكن لأن مسير القمر في العرض لنصف الشهر الأوسط خمسة عشر جزءا و ثلاث زائدة على نصف الدور، وهذه الزيادة يتوزع فيصير بعضها بعد القمر عن العقدة في الاستقبال و بعضها بعد الشمس عن العقدة الأخرى في الاجتماع، وذلك بالمسير الوسط، و ممكن ان يتفقا بحيث يقع في احد البعدين كسوف لأحد النيرين وفى البعد الآخر كسوف للآخر، وفيما ذكرنا من هذه المعاني كفاية لمن كمل النظر .

الباب السادس

في استخراج قطري النيرين في المنظر و قطر الظل^٢

هذا باب وان جرى له ذكر فيما تقدم فان هذا الموضع احوج
اليه فلذلك اعدناه فيه، فاما قطر القمر فكنا قلنا ان مسيره في الساعة
٥ اذا ضرب في : (١٥٧) فأخذ نصف سدس المجتمع كان قطر القمر
ولكنه ان اريد من مسيره في دقيقة اليوم ضرب في : (١٩٠) ، وقسم
المبلغ على : ٧٧ ، وان اريد من بهته ضرب في : ١٩ ، وقسم ما :
٤٦٢ ، على اجتماع واما قطر الشمس فانه ان اريد من مسيرها في دقيقة
ضرب اليوم في : (٣٦٠) ، وقسم المجتمع على : ١١ ، وان اريد من بهتها
١٠ ضرب في ستة وقسم ما بلغ على احد عشر فيخرج قطرها، واما قطر الظل
فان مسير القمر في ساعة اذا ضرب في : ٤٣٨١٤ ، وقسم على : ١٧٣٢٥ ،
خرج قطر الظل غير المعدل ، وكذلك ان ضرب مسير لدقيقة اليوم في :
٣١٩٠٧ ، وقسم المجتمع على : ٢٤٦٥ ، او ضرب بهته في : ٢١٩٠٧ ، وقسم
المبلغ على : (٢٠٧٩٠٠) ، واما تعديل قطر الظل فعلى مثال ما تقدم اذا
١٥ التي من مسير الشمس في ساعة : . ، ب ، ك ، د ، ونقص عشرة
امثال ما يبقى من الظل غير المعدل صار معدلا ، وان اريد التعديل من
البهت ضرب في خمسة وقسم المجتمع على اثنى عشر فما خرج نقص من
الظل غير المعدل ، وان اريد من المسير للدقيقة ضرب في خمسة وعشرين
ونقص ما اجتمع من الظل غير المعدل فيصير معدلا ولأعداد المذكورة

(١) ب ، ج : قطر (٢) من ج ، ب وفي و : الكل (٣) ب : ٠٣٤٦٥

ها هنا هي قضايا النسب المتقدمة لم يتغير إلا بالتضاعيف والتقاسيم والطي
عند الاشتراك بالوفق فلذلك يستقل ايضاحها بالتفصيل .

الباب السابع

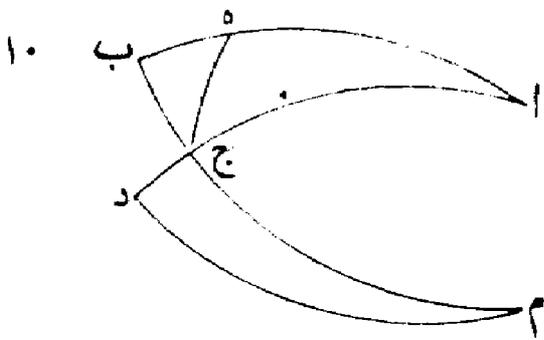
في حساب كسوف القمر وهو ثلاثة فصول

الفصل الاول

في مقدار المنكسف منه وتكسيه

(٢) ليكن : ١ ، احدى عقدتي الجوزهر و : ب ، مركز الظل من :

اب ، ومنطقة البروج و : ب د ، قائم على : اج ، فلك القمر المائل وعليه
وسط الظلام فيما تم من الكسوفات او معظمه واكثره فيما لم يتم منها ،



و تماس القمر و الظل عند اول امتناع

الكسوف و معرفته للوقت المفروض

فيه بعد الشمس عن اقرب عقدتي

الجوزهر اليها ، وذلك : اب ، ان

نسبة جيبه الى جيب : ب ج ، المطلوب

(١٥٢)

كنسبة جيب زاوية : اج ب ، القائمة الى جيب زاوية : ب اج ، التي

بمقدار عرض القمر الأعظم .

وذا ضربنا جيب بعد ما بين الشمس و العقدة في جيب خمسة اجزاء

اجتمع جيب ميل الظل عن الفلك المائل ، و لمعرفة : اج ، يقول ان

(١) من ج ، ب و ف و : السب (٢) ابتداء شكل : ١٥٢ .

نسبة جيبه الى جيب : اب ، كنسبة جيب : ج م ، تمام ميل الظل الى
جيب : م د ، تمام عرض القمر الأعظم ، فاذا ضربنا جيب بعد ما بين
الشمس والعقدة في جيب تمام ميل الظل وقسمنا المجتمع على جيب
خمسة وثمانين جزءا خرج : اج ، بعد وسط الكسوف عن العقدة معتبرا
٥ فيه جهة^١ العرض المتقدم في اعمال القمر للتعديل بالجدول الخامس ، وذلك
ان القمر اذا كان على : ج ، واخرجنا من قطب فلك البروج عليه
قوس : ج د ، لتحويل موضعه من المائل الى المنطقة كان موضعه منها :
د ، واليه قياس الاستقبال اذا قاطرت الشمس وليس وسط الكسوف
على : ج د ، الذى لعرض القمر وانما هو على : ب ج ، واذا كانت حصة
١٠ العرض : اج ، كانت نسبة جيبها الى جيب : اب ، كنسبة جيب : ج م ،
الى جيب : م د ، فاذا ضربنا جيب حصة العرض في جيب خمسة وثمانين
جزءا وقسمنا المبلغ على جيب تمام ميل القمر^٢ خرج جيب بعد ما بين
الشمس والعقدة ثم يقول ان الظل اذا حصل على : ب ، والقمر على :
ج ، وكان ميل : ب ج ، فاضلا على مجموع : ب ه ج ، ونصف القطرين
١٥ لم يخف امتناع الكسوف لمباينة القمر الظل وقت المرور على محاذاته ،
وانه ان ساوى مجموعها لم يكن غير مماسة القمر الظل وقت المرور عليه
وهذان القسمان مما لا يحتاج اليه ، ثم ان قصر : ب ج ، عن نصف القطرين
وجب الكسوف لا محالة و تبعه احد ثلاثة احوال : اما ان يتكسف بعضه
او كله فالذى يتكسف فيه كله اما ان يكون تمام كسوفه ابتداء انجلاثة

(١) ج : حصة (٢) ج : الظل .

معا لا مدة بينهما فيكون عديم المكث واما ان يمكن بعد تمام كسوفه
مدة ما، ثم يأخذ بعدها في الانجلاء .

(١) وليكن واحد

من هذه الاحوال

علامة يفردها صورة

فنخط على : ب ،

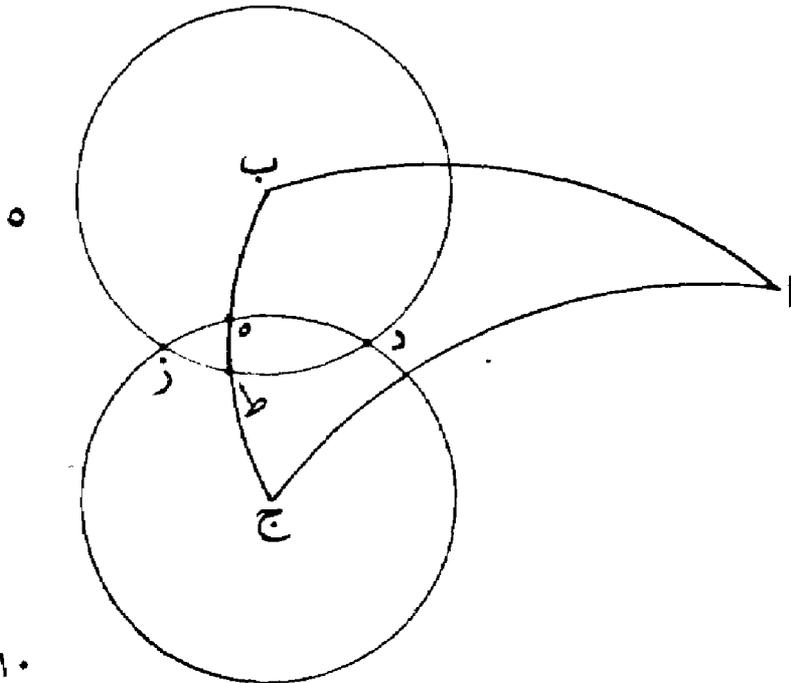
دائرة الظل وعلى : ج ،

دائرة القمر يتقاطعان

على شكل سمكي هو :

ده ز ط ، وهو

الكسوف الداخلى



(١٥٣)

من القمر في الظل بقصور ميل القمر عن نصف القطرين ، ومعلوم

ان : ب ج ، الميل مساو لـ : ب ط ، نصف قطر الظل و : ط ج ، بعض

نصف قطر القمر ، فاذا القينا ميل القمر من مجموع نصف القطرين

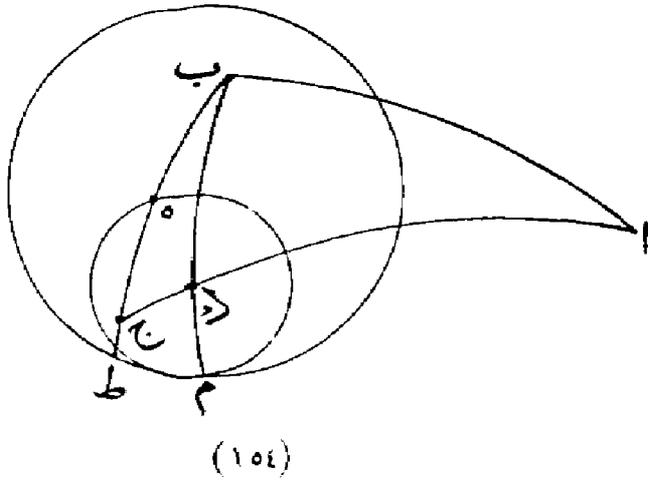
بقى : هـ ط ، وهو ما ينكسف من قطر القمر ، وهذه صورة الحال

الاولى .

(٢) وليكن للثانية ميل : ب ج ، مساويا لـ : ب ط ، نصف قطر الظل

فيكون الباقي من نصف القطرين : ط ج ، نصف قطر القمر ، واذا كان كذلك

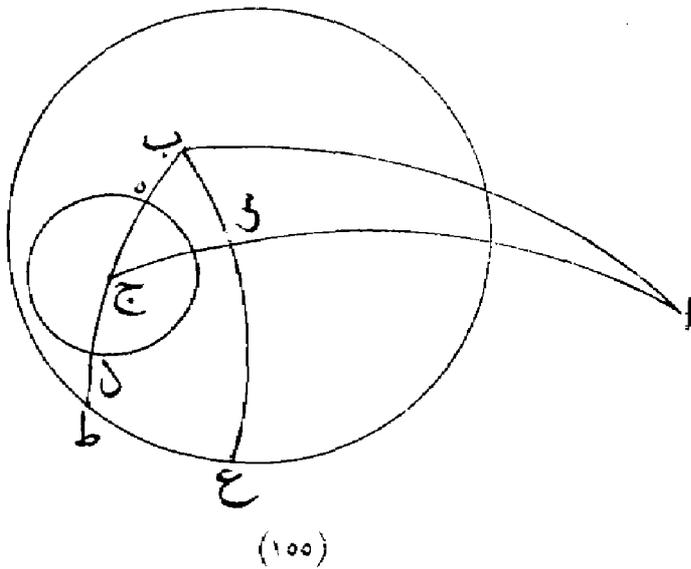
تماست الدائرتان من داخل الكبرى فيستغرق الكسوف جرم القمر



عند كونه على: ج، فقط دون غيرها من النقط مثل: ك، فان: ب ك، للقبائل لزاوية: ج، القائمة أعظم من: ك ج، و يبقى: ك م، أصغر من: ج ط، الذي هو نصف قطر القمر،

ولذلك يكون بعضه عند: ك، بازاء عن الظل، وعلى مثله الحال النقط التي في الجانب الآخر، فاذن تمام الكسوف ويكون على: ج، و ابتداء الانجلاء منها ايضا فالكسوف في هذا الوضع تام وعلى تمامه غير

١٠ ما كث .



(٢) واما الحال الثالثة

فانا اذا القينا فيها مثل:

ب ج، من نصف القطرين

بقي منهما بمجموع: ط ج،

١٥ ج ل، وهو اكثر من

نصف قطر القمر بمقدار:

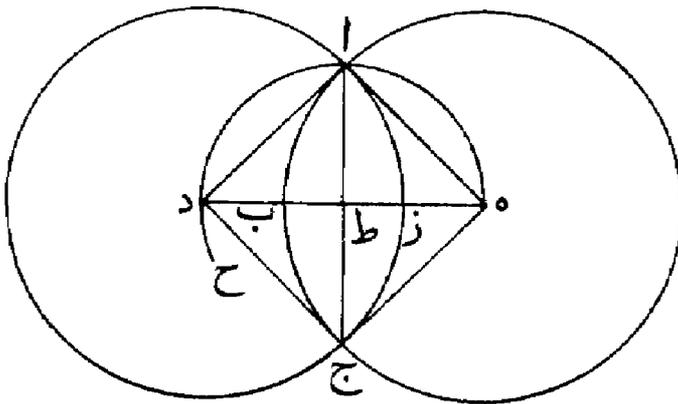
ل ط، فالكسوف عند:

اج، على تمامه ما كث، لانا اذا اخرجنا: ب س ع، حيث يساوي: س ع، نصف قطر القمر كانت المماسه وقت كون القمر على: س، فتم الكسوف

(١) ج، ب، ب ج (٢) ابتداء شكل: ١٥٥ .

حينئذ، ثم كان قطعة : س ج، من هذا الجانب ومثله في الجانب الآخر مكثا في الكسوف، فاذا انتهى الى نظير نقطة : س كمل المنكث وابتدء منه في الانجلاء، والقسمان الأخيران مستغنيان عن تعرف مقدار المنكسف، فانه فيها كل القمر، وانما الحاجة اليه في القسم الاول .

(١) فليكن له دائرة الظل : اب ج، على مركز : ه، ودائرتي القمر : ه ا ز ج، على مركز : د، وقد حدث من تقاطعها الشكل الذي يسميه الهندسكيا اعى : اب ج ز، ونريد معرفته وذلك ينقسم الى نوعين:



احدهما ما ينكسف من قطر القمر بأي مقدار: ا، فرض له، والآخر ما ينكسف من جرم القمر بأي مقدار فرض لتكسيه، لكنه قد استعمل فيها

الاثنا عشر فيما بين المنجمين، اما في القطر فسيبه هو سبب استعمال المقياس

على اثني عشر اصبعاً فان قطر كل واحد من النهرين بشرقي المنظر ١٥ فاذلك قدرنا باثني عشر اصبعاً و تقدير القطر والكسوف منه بالعيان سهل، ومتى حصل عندنا : ط ه، كان بمقدار : ج ه، ونسبة اليه كنسبة اصابع المنكسف الى الاصابع : ج ه، وهي ست، فاذا ضربنا مقدار المنكسف في ستة وقسمنا المبلغ على نصف قطر القمر خرج اصابع ما

ينكسف من قطر القمر، واما تقدير مساحة الجرم والمنكسف منه فابعد قليلا واعسر، ونصل للمقصود: اه، اد، ولا محالة ان: اد، اقصر من: اه .
فليكن قوس: ادح، من الدوائر المحيطة بمثلث: ه ا د، مساوية لقوس: ه ا، ونصل: د ح، ونسلك هاهنا طريق بطليموس في اجزاء هذه القسي النزرة الممتدار على احكام الخطوط المستقيمة، فمثلث: ه ا د، معلوم الاضلاع ومربع: ه ا، مساو لمربع: ا د، مع ضرب ه د، في: د ح، المنحنى فاذا ضربنا كل واحد من نصفي قطري القمر والظل في مثله وقسمنا فضل ما بين المجتمعين على القاعدة وهى مثل الظل خرج: ج ه، فان زدنا على قاعدة: ه د، اجتمع ضعف: ه ط، فان نقصنا: د ح، من: ه د، بقى ضعف: د ط، وبمعرفتهما يصير: ا ط، معلوما، ونسبة: ا ط، الى: ا د، نصف قطر القمر فنسبة جيب زاوية: ا د ط، الى جيب زاوية: ط، القائمة، فزاوية: ا د ط، اعنى قوس: ا د، معلومة، وبمثلها يصير قوس: ا ب، معلومة الا انها بالمقدار الذى يوجهه الدور ثلاث مائة وستين قسما ومطلوبنا معرفتها بالمقدار الذى يوجهه القطران .^{١٥}

وقد تقدم فى المقالة الثالثة النسبة التى بين القطر والدور فاذا كان الدور ثلاث مائة وستين خرج القطر بها: قيد، له، ط، وبالنسبة التى استعملها المساح اعنى نسبة الواحد الى الثلاثة والسبع: قيد، لب، مد، و بطليموس اخذها اقل من: سى، عند: عا، واكثر من: سى، عند: ع،

فصارت النسبة : س^١، من^٢ القطر والدور نسبة : (٣٦٠) الى : ١١٣١ ،
 وبها يخرج القطر : قيد ، لد ، يا ، وهي احق بالاستعمال من نسبة : ٧ ،
 الى : ٢٢ ، واذا كان هذا مقررا كانت نسبة قوس : از ، التي عرفناها
 باجزاء الدور الى مقداره بقطر القمر وكل الدور الى كل الدور ايضا كنسبة :
 نز ، يز ، لو ، الى نصف قطر القمر ، فاذا ضربنا قوس : از ، ونصف قطر القمر
 وقسمنا المبلغ على هذا العدد خرج قوس : از ، بمقدار قطر القمر .
 وكذلك اذا ضربنا نصف قطر القمر في ثلاث مائة وستين وقسمنا ما
 اجتمع على هذا العدد خرج دور القمر بمقدار قطره ، لكن مضروب قوس
 از ، التي حصلت لنا في : اد ، هو تكسيه قطاع : از ج د ، وضرب :
 د ط ، في : ط ا ، هو تكسير مثلث : ا د ج ، وفضل ما بينه وبين
 القطاع هو تكسير قوس : از ج ط ، وبمثل هذا يعمل في جانب الظل
 حتى يحصل تكسير قوس : اب ج ط ، وبمجموع تكسيري القوسين هو
 الشكل السمكى لكنه بمقدار التكسير الذى يقتضيه نصف قطر القمر ، ولهذا
 يضرب نصف قطر القمر في نصف دوره الذى خرج لنا فيجتمع تكسير
 القمر فنحفظه ونسبة السمكى اليه كنسبة مقدار المنكسف الى اثني عشر ١٥
 التي هي تكسير دائرة القمر المفروض .

فاذا ضربنا ما معناه من مجموع تكسيري القوسين في اثني عشر
 وقسمنا المبلغ على التكسير المحفوظ : د ح ، مقدار المنكسف من القمر
 اذا كانت مساحة جرمه اثنا عشر ، وقد حسبنا لكل وتر في الدائرة على

ان قطرهما احد وعشرون تكسير صغرى القطعتين اللتين بفصلهما عن
الدائرة بالمقدار الذى به مساحة كل الدائرة اثنا عشر ووضعناها فى
جدول، فتمى عرف سهم : ا ج ، كانت نسبه الى كل واحد من قطرى
الظل والقمر كنسبة مقدار هذا السهم فى الدائرة التى قطرها احد
وعشرون الى قطرها فيجب ان يضرب سهم : ا ج ، فى احد وعشرين
ويقسم ما اجتمع على كل واحد من قطرى الظل والقمر على حده
وندخل بالخارج من القسامين فى سطر العدد ، ويؤخذ ما بجياله فى جدول
التكسير ويجمعان فيكون تكسير المنكسف بالمقدار الذى به مساحة الدائرة
اثني عشر اصبعاً ،

وهذا هو الجدول :

| التكسير | | | | سطر العدد | التكسير | | | | سطر العدد |
|---------|-----------------|------|---|-----------|---------|-----------------|-----------------|---|-----------|
| ت | ث | ج | ح | | ت | ث | ج | ح | |
| مب | و | كد | . | يا | . | يه | . | ل | ٠ |
| . | لا | كز * | . | يا | ل | يه | ا * | . | ا |
| لج | ح | لب | . | يب | . | مه | د | ل | ا |
| لح | لب | لو | . | يب | ل | كح | ح | . | ب |
| كح | لو | ما * | . | يج | . | مد ^٢ | يز ^١ | ل | ب |
| مو | يب | مز | . | يج | ل | ما | كز * | . | ج |
| مط | كح | مح | . | يد | . | ما | مح | ل | ج |
| ل | يو | . | ا | يد | ل | ج | ح | . | د |
| ما | مز ^٢ | ز | ا | يه | . | لد | لب | ل | د |
| كه | ط | يو * | ا | يه | ل | ما | ج | . | ه |
| ل | كح | كه | ا | يو | . | له | مط | ل | ه |
| مد | مز | له | ا | يو | ل | ز | ج | . | و |
| يز | نظ | مز * | ا | يز | . | لو | د | ل | و |
| ك | مد | نظ | ا | يز | ل | ك | نج | . | ز |
| ما | نب | يد | ا | يح | . | كد ^٢ | ز | ل | ز |
| م | لا | لا | ب | يح | ل | يا | ح | . | ح |
| و | ند | ن | ب | يط | . | كط | مب | ل | ح |
| ز | يج | يج | ج | يط | ل | ح | يب | . | ط |
| نظ | كز ^٢ | مب | ج | ك | . | م | ط | ل | ط |
| يح | ح | كا | د | ك | ل | يا | مط | . | ي |
| . | . | . | و | كا | . | كح | مز | ل | ي |

(١) ب: يد (٢) ب: يو (٣) ب: مو (٤) ب: كه (٥) ب: كو.

الفصل الثانى

فى اختلاف الوان كسوف القمر

اللون كىفية فى سطح الجسم الملون به تدركها حاسة البصر، وحاسة
البصر السليمة من الآفات تدرك محسوساتها بالضياء ونفوذها فى المشف
٥ المتوسط بينها وبينها فانه الحاصل للالوان وهىئات الاشكال الى الرطوبة
الجليدية من رطوبات العين حتى يحس بها من ورائها، وكىفية ذلك
متعلقة بمباحث خارجة عن هذه الصناعة ويعرض للضياء فى امتداده
المستقيم ما يكسر استقامته بالعمكاس نحو جهة المجرى او انعطاف فى خلاف
تلك الجهة يحصل منها الزيادة والنقصان فى مقدار البصر او ادراكه
١٠ فى غير موضعه الذى هو فيه .

واذا كان ذلك بثلاثة اشياء فتغير الالوان بحسب الحالات التى
تحدث فى كل واحد منها او فى جميعها، فربما تغيرت بحسب تغير يحدث فى
التلون^٢ كما تتناوب الخضرة والصفرة والحمرة والسواد فى التمرة او غيرها
من الثمار، وربما تغيرت بحال فى المشف عارض سوا كان هواء او ماء
١٥ او غيرها من صفاء وكدورة وغلظ ورقة، وربما تغيرت من جهة الضياء
الواقع عليها كالنيلوفر يرى اكهب فى شعاع الشمس واحمر فى ضوء
الشمعة، وربما تغيرت بكثرة الضياء وقلته فلون الارض والحيطان
بالصبح خلاف لونها بالظل وربما تغيرت من متوسط عنه ينكس حاملها
وربما وجد فيها شىء من ذلك بالوضع وبالقياس الى الغبر والضياء

(١) ج، ب : استدارة (٢) ج، ب : اللون .

المدرّك به القمر لمحاذاة الشمس على مثال الواقع على الارض او الجدار
واشراقهما به ثم عودهما الى حالهما عند انقطاع الضوء .

وقد تخيل ارسطوطالس فى القمر ضوءاً ما غير ما يصل اليه من
الشمس بدليل انه لو لم يكن كذلك لما ادرك فى وسط الكسوف التام ،

وذلك محتمل غير انه ليس بواجب من اجل ان بما يحيط المخروط الظل ٥

مشوب من نور و ظلام ، ويزداد ذلك فيه على طول الامتداد فليس يمتنع

ان يبلغ ذلك الشوب الى سهمه بسبب اقتراب انقطاعه عند رأس

المخروط فيكون جرم القمر لذلك غير خال عن ضوء ما واصل اليه كما

ان ما رآه ارسطوطالس يمكن فيه وقد يرى جرمه بالكلية عند استهلاله

وهو ابن ليلتين او ثلاث ، فانه حينئذ ابعد من الضياء منه فى الكسوف ، ١٠

و المتجمون ذهبوا فى الوان الكسوف الى مجرد القياس دون الاستعانة

بالواقع منها فى الاحساس ووضعوا ان الكسوف سواد حاصل بالغبية

عن ضوء الشمس ، فوجب ان ذلك السواد كلما كان ابعد من الضوء كان

اصدق واذ كان هذا البعد و القرب بحسب عرض القمر وزعوا الالوان

على اسداس الجزء الاول من عرض القمر الذى فيه الكسوف ووضعوا ١٥

الحلوكه عند عدم العرض لانه وسط الظل ونسقوا به السدس الاول

من الجزء ، وفى السدس الثانى لما بعد عن السهم من جوابه الخضرة ،

وفى الثالث الحمرة ، وفى الرابع الصفرة ، وفى الخامس الغبرة ، والحقوا فى

السادس الشبهة بالغبرة ، فاما الوجود بالاحساس فيوجب عن ذلك

ويطابق من يراه الهند فيها .

وذلك ان فى ابتداء الكسوف بالقرب من اتماس يعرض^١ فى حرف القمر من جانب الظل غبرة ودخانية هو من جهة دخوله فيما ذكرناه من الشوب حول مخروط الظل حتى اذا امعن قليلا وظهر الظل خفى ذلك الدخان بسبب الاضافة ، فانها فى الظلمة والسواد قائمة قيامها فى النور والبياض حتى يخفى السراج فى الشمس والنار الصغيرة بالقرب من العظيمة^٢ ، ولا يزال الكسوف اسود الى تمامه و فيما بعده يزول السواد ويرى القمر على لون النحاس او الصفر الصدى ، فاما يراه الهند فيها فهو ان الكسوف اسود حالك ما دام لا يفضل على نصف القطر ، وهذا هو الحد الذى وصفه فيه اولئك بالشبهة والغبرة ، ثم اذا جاوز النصف مازجته حمرة وهذا عند اولئك حديد الامتراج بالصفرة قالوا فاذا تم او مكث بعده ضرب سواده الى الصفرة ، وهذا حين يشبه اولئك الى الحمرة والخضرة ثم الحلوكة ، وذهبوا فى هذا الباب الى ما تى آخر على قياس الاول .

وذلك ان ظل الارض كان يغلف بحسب قربه من الارض فقسموا ما بين ابعده بعد القمر عن الارض واقرب قربه منها اسداسا لنختص كل سدس بهرج ورتبوا الالوان المذكورة فى عرض القمر من عند القرب الاقرب فى البروج والوجود يرى تلك الحمرة الباقية فى جرم القمر بعد استتمام الكسوف واشد ظهورا متى كان الظل اصدق ظلما ، فقد اتضح ان ما ذهب اليه اصحاب الزيجات فى هذا

(١) ج: تعارض (٢) ج: الكبيرة.

الباب غير مطابق للوجود^١ وانه من دواعى الاخفاق فى الخبر واشدّ بعدا عن الحق ما ذكره فى كسوف القمر والشمس معا فى نسبة البياض اليهما مهما كان بالرأس والسواد اذا كان بالذنب فانها متوج من العقائد الفاسدة ما من جهة النحلة واما من صناعة الاحكام .

الفصل الثالث

فى انحراف كسوف القمر و صورته

الدائرة المارة على مركزى الكاسف والمنكسف معا يحدّ اعظم ظلم الكسوف وسط المظلم من المنكسف و تقاطع الافق بنصفين على نقطتين^٢ متقابلتين ، لكننا اذا اردنا محاذاة وسط الكسوف وجب ان نعتبر فيها النقطة التى اليها القطعة المظلمة من المنكسف دون المضيئة فتمثل القمر فى ١٠ كسوفه عن المنطقة كانت نقطة المحاذاة من الافق فى نصفه الجنوبي من النصفين اللذين يقسمه بهما فلك البروج و متى اجنب فبالعكس و لأن نقط ، تقاطع الافق والمنطقة دائمة التبدل كما ان جميع الدوائر المارة بمركزى الكاسف و المنكسف دائمة التغير لحركة الكل ، و لحركة النيرين الخاصة ١٥ بهما و لادرك و لا بغية فى تمييز الجهات التى اليها الانحراف فى كل وقت الا كما^٣ اشتهر منها و تميز من غيرها كبدو الكسوف و آخره و وسطه و بدو الانجلاء و آخره ، و طريق بطليموس فى ذلك بعد احتساب القسى الصغار خطوطا مستقيمة و الفلك المائل موازيا للمنطقة حينئذ .

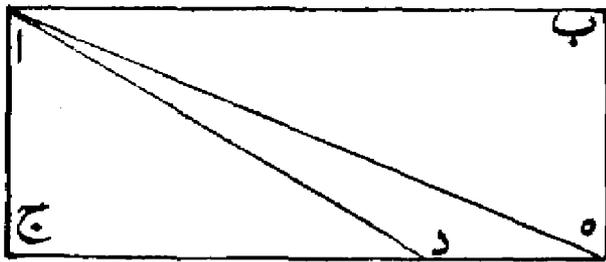
(٤) لمثله ان : ا ب ، فلك البروج و : ج د ه ، الموازى له الفلك المائل

(١) ج ، ب : للموجود (٢) ج : قطبين متخالفين (٣) ج : لا (٤) ابتداء شكل : ١٥٧ .

والقمر منه على ج، لوسط الكسوف ومركز الظل على ا، و: اج،
 مارة على قطبي المائل فنجعلها قائمة على اب، بالتقريب و ان لم يكن
 كذلك و هو معلوم لأنه فضل ما بين نصف القطرين و المنكسف من
 قطر القمر، ونخرج: اه، مساويا لنصف القطرين و نسبته الى: اج، معلومة
 و زاوية ج، قائمة فزاوية: اه ج، اعنى زاوية: ه اب، المبادلة لها معلومة:
 و: ه، فى هذه الجهة موضع بدو الكسوف و نظيره فى الجهة الأخرى
 موضع بدو الانجلاء، و زاوية: ب اه، بمقدار بعد عن الطالع او الغارب
 الى الجهة التى يجب لها من شمال او جنوب، و يخرج ايضا: اد، مساويا
 لفضل نصف قطر الظل على نصف قطر القمر ان كان الكسوف: دا،
 مكث فيكون بمثل ما تقدم زاوية: اد ج، المبادلة لزاوية: دا ب، معلومة
 و بمقدارها انحراف تمام الكسوف او ظيره الذى هو تمام الانجلاء
 و بعده من اجزاء الاقنوع عن الطالع او الغارب فى الجهة التى يجب له من
 شمال او جنوب،

ثم نقول اذا كان القمر شماليا عن فلك البروج فانا نأخذ هذه
 الاجزاء بمعرفة آخر شئ ينكسف من القمر من التقاطع التى فى المغرب
 الى ناحية الشمال وذلك ان مركز القمر اذا كان على: ه، فى بدو
 الكسوف فان توالى البروج منه الى ج، و لذلك يكون: ب، نحو
 المغرب: م، على: د، تمام الكسوف و القمر يكون ذاهبا من: د، الى:
 ج، و أعظم ظلمات الكسوف يكون عند: د، الى جهة: ا، اذا اردنا
 ذلك لاول الانجلاء أخذنا الاجزاء من عند التقاطع الذى فى ناحية
 ٢٠

المشرق الى جهة الشمال لأن القمر اذا كان على نظيره نقطة: ه، كانت نظيرة نقطة: ب، الى المشرق من: ا، و اول الانجلاء يكون على نظير خط: اد، اعنى الذى يساويه فى جانب المشرق، و اما لبدؤ الكسوف فانا نأخذها من التقاطع الذى فى المغرب الى جهة الجنوب لأن: ا، من: ه، نحو المشرق و على: اه، بدؤ الكسوف نحو: ا، و اذا استخرجنا: اب، اه، انفردت القوس التى لقدر زاوية: ب اه، فى خلاف جهة القمر عن المنطقة و لآخر الانجلاء نأخذ القسى من التقاطع الغربى فى جهة الجنوب، وذلك ان آخر ما ينجلي من القمر اذا كان مركز: ه، على نظيره و نظير: ه ا، يكون



(١٥٧)

الى جهة: ا، التى نحو خلاف التوالى، و متى كان القمر جنوبيا عن فلك البروج كان أمره ظاهرا على قياس

ما تقدم فى المثال .

الباب الثامن

في أوقات كسوف القمر، وهو فصلان :

الفصل الاول

في اوقات الكسوف على الاطلاق

٥ قد تقدم من ذكر احوال كسوف القمر ما يعلم به أن وسط الكسوف عند حصوله على الدائرة القائمة من مركز الظل على الفلك المائل هو الوقت الذى يتوسط وقتى بدو الكسوف وتمام الانجلاء بالعموم، وفيه يكون الاكتمال إن لم يكن تاما واستغراق كل الجرم ان لم يكن ما كثا فان وسط الكسوف يتوسط بالخصوص تمام الكسوف :

١٠ د ا، المكث واول انجلائه، ولا يزال هذان يتقاربان وقتا ووضعا بتقاصر المكث الى ان يلتقيا عند عدمه، وكذلك بدو الكسوف غير التام وآخر انجلائه يتقاربان بتقاصرا مقدار المنكسف الى ان يلتقيا ببطلانه وما بين بدو الكسوف الى وسطه يسمى ازمان السقوط و سدها دقائق السقوط وان حولت الى الساعات فساعات السقوط لأن بها قبل الاستقبال

١٥ يسقط القمر فى الكسوف، وعلى مثله ما بين اول المكث ووسط الكسوف هي ازمان المكث ودقائقه وساعاته (٢) وتقرر ايضا ان وقت الاستقبال المحسوب او الاجتماع المرئى ليس بوسط الكسوف بالحقيقة فليكن : ا ب، من المنطقة و: ا ج، من المائل متسا وبين فاذا كان :

(١) من ب، ج و: ب صاغر (٢) ابتداء شكل : ١٥٨ .

ب، مركز الظل و: ج، مركز القمر كان وقت الاستقبال ولكن أعظم الظلم في وسط الكسوف، يكون على الدائرة المارة بمركزى الكاسف والمنكسف قائمة على الفلك المائل، فلنخرجها وهي: ب د، فوسط الكسوف اذن يكون عند بلوغ مركز القمر: د، والاستقبال على: ج، ولكننا نقيم عرض القمر مقام: ب د، لغية ما بينها عن الحس ثم ان



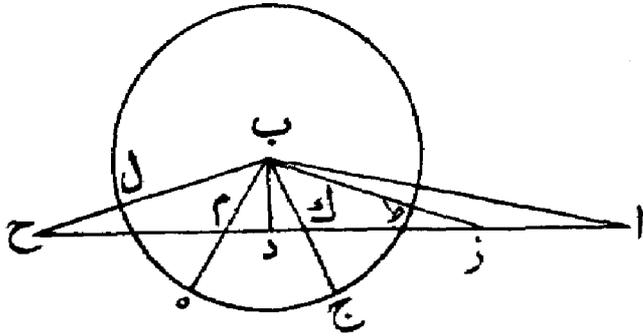
(١٥٨)

بطليموس وجمهور اهل الصناعة يحسبون القس في معرفة هذه الاوقات على مثال حساب المثلاث المستقيمة الخطوط .

- (١) فليكن: ا، العقدة و: ب، مركز الظل و دائرته: ط ج، ه ل، والفلك المائل: ا ح، و وسط الكسوف عند مسقط حجر: د، ويخرج كل واحد من: ب ط ز، ب ل ح، مساويا لنصف القطرين فقطتا: ط، ل، موضع المماسه لأن كل واحد من: ز ط، ل ح، مساو لنصف قطر القمر فقطتا: ز، ح، موضعا القمر لبدو الكسوف و تمام الاجلاء، وكل واحد من: د ز، ز ح، هي ازمان السقوط وهي معلومة لأن كل واحد من: د ب، ا، نصف القطرين و: ب د، المستدل به عرض القمر معلوم، ولهذا يضرب عرض القمر للاستقبال في مثله و نصف القطرين في مثله، و نأخذ جذر مجموع المبلغين فتكون ازمان السقوط و يوضع وقت الاستقبال في ثلاثة امكنة و يحول ازمان السقوط الى جنسه من الازمان او الساعات

او دقائق الايام وينقص من الموضع الازل ويزاد على الموضع الثالث
فيتوالى فيها اوقات الكسوف ، أعنى اولها يكون وقت بدو الكسوف
والثانى وسطه والثالث تمام الانجلاء ، ثم يخرج فى صورة كل واحد
من : ب ك ج ، ب م ه ، مساويا لنصف فضل ما بين القطرين فيكون كل واحد
٥ من : ك ج ، م ه ، مساويا لنصف قطر القمر ونقطتنا : ك ، م ، موضعا القمر
لتمام الكسوف و اول المكث ولتمام المكث و اول الانجلاء ، ومهما
امتنع اخراج هذين الخطين عرف منه عدم المكث فان أمكن فى وسط
الكسوف فقط ثم فى كل الجرم ولم يكن له مكث وان امتنع فيه ايضا
لم يتم فى كل الجرم .

١٠ ومعرفة ذلك ان ينظر الى عرض القمر فى وسط الكسوف فان
ساوى نصف فضل ما بين القطرين كان الكسوف تاما ولم يكن له مكث
وان كان اكثر من نصف فضل ما بين القطرين لم يتم الكسوف فضلا
عن ان يكون له مكث وان كان اقل منه كان ذا مكث ، ولمعرفة مقدار
المكث نسلك فيه ما تقدم فى السقوط وذلك ان : د ك^١ ، يقوى على :
١٥ ب د ، د ك ف : د ك ، معلوم واذا نقصت حصته من الزمان من وقت
وسط الكسوف بقى وقت تمام الكسوف عند كون القمر على : ك ،
واذا زيدت عليه حصل وقت بدو الانجلاء عند كونه على : م ، ومسير
(١) ب ، ج : ب ك .



(١٥٩)

٥

القمر في الازمنة التي قبل
وسط الكسوف وان
خالف مسيره في الازمنة
التي بعده فليس لذلك
اختلاف قدر يحس به .

(١) ومن أراد التعسف للتدقيق و عدل عن استعمال ما تقدم بالخطوط

اعدنا من هذا الشكل ما يحتاج اليه قوسنا واخرجنا : د ب ، الى :

ه ، قطب المائل و ادركنا على : ب ، و يبعد ضلع المربع ربع دائرة :

ز ح ط ، و اخرجنا :

دا ، اليها ، فعلوم أن :

اب ، معلوم لأنه

موضع العقدة و :

اب ، بعد الشمس عن

العقدة الأخرى و :

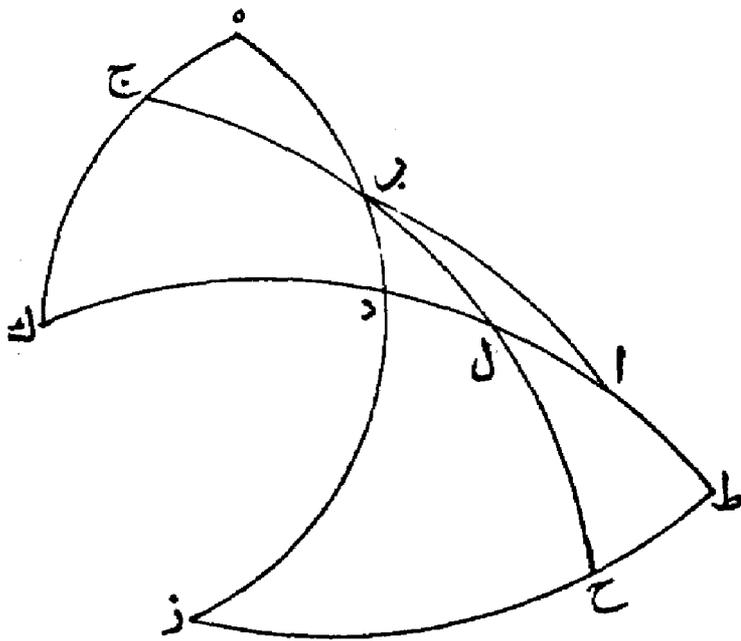
اد ، حصة العرض اعني

موضعه في الفلك المائل

قبل التحويل الى فلك

١٠

١٥



(١٦٠)

البروج فاما اذا استخرج وسط الكسوف حين حصول القمر من الشمس

الدائرة القائمة من عندها على الفلك المائل ، فقد وجد نقطة : د ، ونسبة

على جيب : ا ب ، الى جيب : ب د ، كنسبة جيب : ا ك ، الربع الى جيب : ج ك ، عرض القمر الأعظم ف : ب د ، المستخرج ببعد الشمس عن العقدة معلوم ولنخرج ربع دائرة : ب ل ح ، على ان يكون : ب ل ، مساويا لنصف مجموع القطرين في بدو الكسوف او مساويا لنصف ه فضل ما بينها في بدو المكث فيكون : ح ل ، تمام ايها فرض ونسبة جيبه الى جيب : ل ط ، كنسبة جيب : د ، تمام العرض المستخرج بالشمس الى جيب : د ط ، الربع ف : ل ط ، معلوم وتمامه : ل د ، ازمان المفروض ايضا معلوم .

ومتى عمله على هذا الطريق عرف قرب ما سوهل فيه من الحقيقة ١٠ فليس للتعسف في باب المتحركات حدّ يوقف عنده ، وذلك انه يعلم ان مقدار : ب د ، متى كان حاصلًا لوسط الكسوف لم يكن على مقداره لبدو الكسوف ولا على مقداره لتمام الانجلاء فيحتاج ان يعاود التدقيق ليقترب من التحقيق فاما ان يلحق به فلن يكون إلا بعد انفصال الخصومة بين اصحاب الجزؤ ونفاته فان الحركات المخلفة من توابعه .

مع غروب الشمس ، فاذا بلغ القمر : ك ، طلع وقت ابتداء كسوفه وقت غيبته عن البصر ثم رؤى فى سائر اوقاته فان كان الاستقبال بعد الغروب قليلا بحيث ارتفع السهم قليلا ووقع : م ، فوق خط : زك ، رؤى فى البدو فى سائر الاوقات بعده وان كان قبل الغروب قليلا بحيث انحط السهم فلم ير البدو وطلع بعض الاحوال التى بعده او بما بينها، وعلى هذا يكون الامر فى الاستقبال الكائن مع طلوع الشمس او حوله قليلا فمنه التصوير بابدال الجهات، فاذا كان البدو نهارا والوسط ليلا فلم يكن الظلام فى كل الجرم كانت نسبة الباقي من النهار من لدن البدو الى ازمان السقوط كنسبة المنكسف للطلوع الى اعظم مقداره . ١٠

فاذا ضربنا ذلك الباقي من النهار فى اصابع الكسوف وقسمنا المبلغ على ازمان السقوط خرج اصابع الكسوف لوقت طلوعه وان كان الكسوف فى كل الجرم وبدو المكث ليلا ضربنا الباقي من النهار للبدو فى اثني عشر وقسمنا المبلغ على فضل ما بين ازمان السقوط والمكث فيخرج مقدار المنكسف للطلوع، وان كان بدو المكث نهارا طلع منكسفا ١٥ كله فان لم يكن من اوقات الكسوف ليلا غير تمام الانجلاء ضربنا الباقي من النهار لبدو الانجلاء فى اثني عشر، وقسمنا المبلغ على فقل ما بين ازمان المكث والسقوط ونقصنا الخارج من القسمة من اثني عشر فيبقى اصابع الكسوف وقت الطلوع ومن تصور هذا فى المشرق لاؤل الليل لم يخف عليه من المغرب لآخر الليل . ٢٠

الباب التاسع

في حساب كسوف الشمس، وهو فصلان:

الفصل الاول

في مقدار المنكسف و تكسيره

- ان كسوفى النيرين يشتركان في هذا الباب فاذا اقيم قطر القمر
 الكاسف للشمس مقام قطر الظل الكاسف للقمر واستعمل نصف قطريهما
 وما بين مركزي النيرين بالرؤية فانه من الدائرة القائمة على الفلك
 المائل لوسط الكسوف ويعرف منها مقدار المنكسف من قطر الشمس
 على مثال ما تقدم، ولذلك فلا فائدة في اعادته لثبوت المعنى على تغير
 الاسامى، وكل اهل الصناعة على نفي المنكث عن كسوف الشمس مخالفين
 منه الاوائل والعيان، اما الاوائل فان بطليموس وان افات عن الحس
 تغير قطر الشمس في مختلف الابعاد فانه لم يفت عنه تغير قطر القمر
 فيها بل صرح في كتاب المشورات بأنه يسير الشمس في البعد الاوسط
 ويفضل عليها بثلك القطر، وهذه الفضلة قريبة من سدس الدرجة ويقطعها
 القمر بسبقه في قريب من ثلث ساعة فأى مكث اظهر من هذا ؟
 واما العيان فان محمد بن اسحاق السرخسى احس فيه بمكث ظلال
 تعجبه منه اذا كان من تلك الجماعة وسواء مكث كسوف الشمس او
 لم يمكث، ولا يتصل بهذا الباب الا ما لم يتم منه حتى يقصد لمعرفة المنكسف
 منها ومتى تقاطع الدائرتان فقد مر في معرفة مساحة القطعة المشتركة
 بينها ما يعنى، ولكنها اذا لم يكن الخال في علو التدوير كما ذهب اليه بطليموس

- امكن فيه مماسة القمر الشمس من داخل .
- فليكن ايضا احاطة النور بالكسوف من جميع الجوانب اما بالسواء واما بالاختلاف، وفي الثلاثة الاحوال تكون مساحة المنكسف منها هو مساحة القمر ومساحته تكون باسقاط سبع ونصف سبع مربع قطره من مربع قطره او ضرب نصف قطره في نصف دوره، وفضل ما بين مساحتي الشمس والقمر هو ما يبقى منها غير منكسف، وفي هذا الوضع يصير هذا النور هلالى الشكل مرتين احدهما قبل وسط الكسوف على محاذاة بدو المكث والآخرى بعده على مثال اول الانجلاء، واما الجدول المتقدم في باب كسوف القمر فانه مستعمل في كسوف الشمس .
- ١٠ على ذلك المثال بعد تغيير الاسمين وحمل اسم القمر على الشمس واسم الظل على القمر .

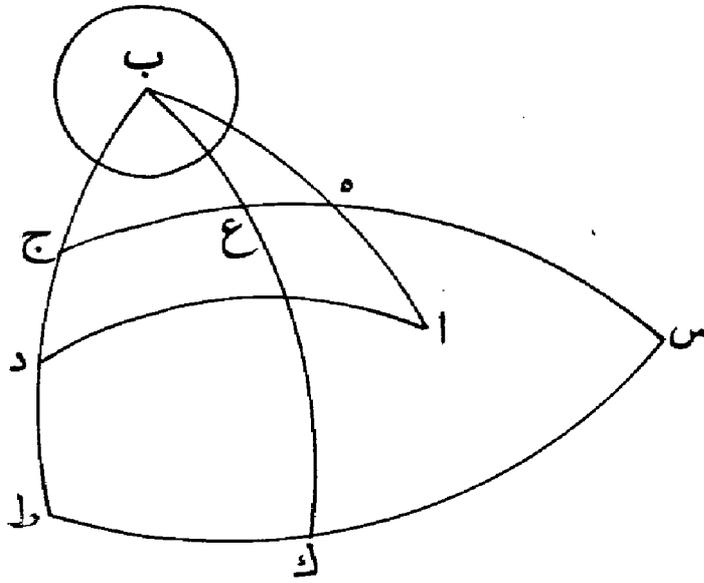
الفصل الثانى

فى انحراف كسوف الشمس و تصويره

- قد سبق فى هذا المعنى من امر القمر ما يتصور به على مثله فى الشمس اذا حصل وقت الاجتماع المرئى الذى هو وقت وسط كسوفها و حصل ما بين النيرين حينئذ بالرؤية وهو الذى يسمى عرض القمر المحكم، ولاخفاء بان مبدأ كسوف الشمس يكون من ناحية المغرب لأن القمر الذى يكسفه يكون عنها قبل وقت الاجتماع المرئى الى خلاف توالى البروج، فاذا لحق بها أخذ فى ستر جانبها الغربى ثم لايزال مختلف
٢. تقاطع الدائرة المارة على مركزيهما مع الافق الى آخر الانجلاء ويكون زوال

زوال الاثلام و السواد عنها من ناحية المشرق ، وهذا خلاف الحال فى القمر فان الكاسف آياه يكون عنه قبل وقت الاستقبال الى توالى البروج ، فاذا لحق القمر به أخذ جانبه الغربى فى الدخول فيه فابتدأ فيه الاثلام من جانب المشرق ، واستمر الامر على مثل ما ذكرنا الى ان يكون الاثلام عند تمام الانجلاء من ناحية المغرب ، و بقياسه تكون بقية ٥ النور فى جرم القمر عند استكمال كسوفه من ناحية المغرب ونشو النور فيه عند ابتداء انجلائه من ناحية المشرق و كسوف النيرين فى امر الاحراف متشابهان لا ينفصل ما للشمس منه عما للقمر الا باختلاف المنظر الذى يلزم اعماله سمه الرؤية .

- ١٠ (٢) فليكن : ا ب ، من منطقة البروج و : ب ، مركز الشمس عليها .
 و : د ، مركز القمر على : ا د ، فلكه المائل وقت قيام : ب د ، عليه و لير القمر من هذه الدائرة على : ج فيكون المائل ايضا بالرؤية : ج ه ، ويخرج : ب ع ، مساويا لنصف القطرين ، فيكون : ع ، موضع القمر بالرؤية لبدو كسوف الشمس و : ج ع ، ازمان السقوط و هى معلومة ، لانا اذا اجزنا على : ط ، قطب المنطقة دائرة : ط ك س ، و اخرجنا اليها : ب د ط ، ج ع س ، ١٥ كانت نسبة جيب : س ع ، الى جيب : ع ك ، كنسبة جيب : س ج ، الربع الى جيب : ج ط ، فاذا قسمنا جيب تمام نصف القطرين على جيب تمام ما بين النيرين بالرؤية خرج جيب تمام ازمان السقوط ، و نسبة جيب :



(١٦٢)

ب ع، الى جيب: ب ج،
كنسبة جيب: س ع،
الى جيب: س ك، فاذا
ضربنا ما خرج من
القسمه في جيب ما بين
النيرين للرؤية وقسمنا
ما اجتمع على جيب
نصف القطرين خرج

جيب: س ك، وتمامها: ك ط، مقدار الزاوية المحفوظة اعني زاوية:
١٠ ك ب ط، وفي مثلث: ا ب د، نسبة جيب: ا ب، الى جيب: ا د،
كنسبة جيب زاوية: د، القائمة الى جيب زاوية: ب، فاذا قسمنا جيب
حصه العرض لوسط الكسوف على جيب بعد الشمس عن العقدة خرج
جيب نقوسه ونلقى منها الزاوية المحفوظة فتبقى زاوية: ا ب ع، التي
للاحراف عن الطالع او الغارب.

الباب العاشر

في اوقات كسوف الشمس، وهو فصلان :

الفصل الاول

في اوقاته على الاطلاق

- ٥ اذا حصل وقت الاجتماع المرئى المصحح بتكرير العمل كان وقت ه
وسط كسوف الشمس وقد تقدم قبل هذا استخراج ازمان السقوط
من بعد المرئى بين النيرين لوسط الكسوف، ولكن هذا البعد وقت
البدو و يوجب اختلاف منظر غير الذى صحح به الاجتماع المرئى ولهذا
يجب اعادة العمل و تكريره كالعادة فى المتحركين لان اختلاف المنظر
فى التكرير تزداد فضلاته تصاعدا الى ان ينحط الى الاجزاء التى ١٠
لا تستعمل، وبسبب اختلاف المنظر يجب فى كسوف الشمس ان لا يستعمل
ازمان السقوط للبدو فى آخر الانجلاء الا تقريبا فى اول العمل حتى
اذا حصل منه وقته اعيد حينئذ استخراجها الى ان يتحد العملان المتلاصقان
فيعمل وقتئذ لذلك .

الفصل الثانى

١٥

. فى اوقات كسوف الشمس اذا اتفق

حول الطلوع والغروب

- الحال كما تقدم فى كسوف القمر من تصحيح وقت طلوع القمر
او غروبه بأعظم اختلاف منظره فى مداره فالمرجع اليه فى كسوف
الشمس اذ هو السائر، واذا عرف هذا الوقت قيست اليه سائر الاوقات ٢٠

المصححة وسلك في بعض وقت الطلوع المصحح عن البدو او عن
الوسط مثل ما تقدم حتى يعرف المنكسف منه لوقت الطلوع او
الغروب، والقليل منه في هذين الوقتين اظهر للبصر من الاكثر منه مع
ارتقاع الشمس لامرين: احدهما فتور شعاعها بكدورات الأفق حتى
يقوم مقام الثوب المشف ولا تتأذى العين به عند انعدام التأمل، والثانى
ان مقدار المنكسف يرى هناك أعظم فيكون ادراكه اسهل، اما عند
الطلوع فيكون للبدو في اعلاها فيطلع في الوقت الأظلم وللانجلاء في
اسفلها فتخيل ادراكه اذا قل .

واما عند الغروب فالوضع بالعكس وعلى هذا رأى الجمهور مع
اهمالهم ذكره اذا كان اصعبا وهذا من جهة انه عند الحرف فيقل تأثيره في
البصر عند النظر، ولو كان هذا المقدار في الوسط لم يخف ما فى الطشت
وكيف يخفى وقد ادركت النكته السوداء التى ظهرت فى ايام الكندى
على وجه الشمس اياما حتى تخيل منها المملون انه احد كوكبي الزهرة
وعطارد قد مرت تحتها ولو قامت شروط عرضيها شهادة الامر حينئذ ،
ثم تكرر الامتحان عليه معها لافاد يقينا بتسافلها عن الشمس واستضاءتها
منها، ومعلوم ان النكته المساوية لجرم الزهرة يقصر مقدارها عن
القطعة المنكسفة مع اصبع من القطر، ومتى رؤيت تلك النكته كانت
هذه القطعة احق بالرؤية ولكنها عند المحيط الذى ليس بمستقيم، فلذلك
يميل امرها الى الخفاء .

الباب الحادى عشر

فيما يذكر من الوان كسوف الشمس

ان اصحاب احكام النجوم الآ القليل منهم قد اعتقدوا فى الرأس
والذنب المختصين بالقمر من بين رؤوس جوزهرات الكواكب مثل ما
نسبوا الى الكواكب من الطبايع والسعادة والنجوسة والنقصان من ه
العطايا والزيادة ، ثم تبعثها فيها دلالات الالوان والطعوم والروائح
وسائر الاعراض ، ولما زعموا ان الرأس سعد وصفوه ايضا بالبياض
والذنب بضد هما ، ثم تجاوزوا فى ذلك صناعتهم وقالوا ان كسوف
الشمس اذا كان بالرأس كان مغيرا الى البياض واذا كان بالذنب
كان حالك السواد ، ولم تشهد لذلك تجربة حتى تطلب له علة بل تساويا ١٠
فى الكسوف الكائن بقدر واحد ، وانما يختلف لونه بحسب مقاديره
المغالبة لمقادير الضياء ولما يكون من ارتفاعه وانحطاطه بسبب المتوسطات
التي تعظمه وتصغره والتي تنفق من قيام وغيره حادثة او امثال ذلك
بما تغير لون المبصر ، ثم هو وان كان القمر فله كما ذكرنا فى الكسوف
التام لونا اشهب فليس بمدرك فيه فى كسوف الشمس لأن ضياءها يخفيه ١٥
كما يخفيه فى كسوف القمر غير التام ، واما ذوات الاذئاب التي يقال
انها ترى حول الشمس المنكسفة .

وقد اتضح من العلم الطبيعى انها دخانيات ترتقى الى حيث تلتهب
فى الهواء الحار المجاور للنار ، ويمكن ان تختص الشمس باثارة الدخانيات

فينضوى اليه كما اختص القمر بتهييج الرطوبات حتى كان من مسامته اياها
واقترابه منها ما هو مشهور في البحار ثم النبات والحيوان، والله تعالى
أعلم بحقيقة امثال هذه الاشياء!

الباب الثانى عشر

٥ فى اشكال ضياء القمر وساعات اضاءته

القمر من جهة اللون شكلان متضادان وهما استغراق السواد
وجهة فى المحاق والبياض فى البدوز والامتلاء. واذا كان استهلاله
وهو ابن ليلة توسط بين شكلين بالتقريب اربع عشرة ليلة خالية عن
الطرفين، وطريق القوم بالتقريب أن الانارة تقع على اثنى عشرة اصبعاً
١٠ مستوفاة فى اربع عشرة ليلة وحصه الليلة منها ست اسباع اصبع، واما
مكثه فوق الارض وما يضىئ من كل ليل فقد استعملوا فيه الساعات
المعوجة والانارة فيها تقع على اثنى عشرة ساعة مستوفاة فى اربع عشرة
ليلة، فساعات الاضاءة اذن على عدد اصابع الانارة، فاذا جاوز
الامتلاء صار الامر فى اربع عشرة الأخيرة فى الظلام والانتلام مثل
١٥ ما كان فى الاولى بالاقمار والانوار.

ولكن الليالى مختلفة المقادير ومسير النيرين مختلف فالاضاءة بالحقيقة
ان تعرف ما بين درجة الشمس وبين درجة غروب القمر من ازمان
مغارب البلد بعد ان تكرر استخراج درجة الغروب فتكون ازمان
الاضاءة فى الاربع عشرة الاولى، وفى الأخيرة يستخرج ازمان ما بين
٢ مطالع نظير درجة الشمس وبين مطالع درجة طلوع القمر فى البلد

بعد تصحيحها بالتكرير فيكون ازمان الاظلام في اوائل الليالى واصابع
 الإنارة موازية لساعات الاضاءة^١ سمية لها بالاعداد على وجه التقريب
 ويلحقها اختلاف من جهة ابعاد القمر، فانه متى كان ابعد عن الارض
 كان اكتساؤه بالنور بالتتحى عن الشمس اسرع وان صغر ذلك في
 المنظر ولا يزال بالتباعد عنها يختلف شكل نوره بالعظم الى ان يقابلها،^٥
 واما بالصورة فانه في التربيع يكون بنصفين سواء^٢ منور ومظلم وقبله
 نحو الشمس يكون نوره هلاليا وبعده يصير الظلام هلاليا فاذن هو في
 تلك الاشكال على ثلاثة اقسام اليها ذهب بطليموس في كتاب الصناعة
 الكرية وسماه في التربيع منتصفا، وقبله هلاليا وبعده محدودبا وفي
 الاستقبال ممتليا، وذكر في الهلالى انه في الليلة الثانية وفي المحدودب بانه^{١٠}
 في التاسعة، وغرضه فيه ذكر اول ليالى ذلك الشكل .

الباب الثالث عشر

في اوقات طلوع الفجر ومغيب الشفق

شعاع الشمس حاصل في كل الهواء الذى في تجويف القلك ما خلا
 موضع مخروط الظل فانه غير واصل اليه، ولكن الانارة لا تكون للشف^{١٥}
 وكما قلنا انها للقمر والارض فقط من جهة استحصافها فانها ايضا للاجزاء
 المنفصلة منها احوال الارض مجتمعة كالغيوم ومفترقة كالهبات والبصر
 في الظلام وخاصة المتراكم منه البعيد الحواشى اقوى على الادراك، فاذا
 اقتربت الشمس من الافق للطلوع واشتد ميل مخروط الظل عنا قرب

(١) ج : الاصابع (٢) سقط من ب ، ج .

منا يحيطه المستير و الذى يلى الارض منه اشد استنارة بالهبآت الارضية
التي فيه فادر كناها جملة غير منفصلة لأن اسافلها التي نحونا تكون مضيئة
وذلك هو الفجر وهو ثلاثة انواع :

اولها مستدق مستطيل منتصب يعرف بالصبح الكاذب ويلقب
٥ بذب السرحان ولا يتعلق به شىء من الاحكام الشرعية ولا من
العادات الرسمية .

و النوع الثانى منبسط فى عرض الافق مستدير كمنصف دائرة
يضىء به العالم فينتشر له الحيوانات و الناس للعادات ، و تعتقد به شروط
العبادات .

١٠ و النوع الثالث حمرة تتبعها و تسبق الشمس وهو كالاول فى
باب الشرع و على مثله حال الشفق فان سببها واحد و كونها واحد ،
وهو ايضا ثلاثة انواع مخالفة الترتيب لما ذكرنا ، و ذلك ان الحمرة بعد
غروب الشمس اول انواعه ، و البياض المنتشر ثانيها ، و اختلاف الاثمة
فى اسم الشفق على ايها يقع اوجب ان يتنبه لهما معا ، و الثالث المستطيل
١٥ المنتصب الموازى لذنب السرحان ، و انما لا يتنبه الناس له لأن وقته عند
اختتام الاعمال و اشتغالهم بالاكنتان ، و اما وقت الصبح فالعادة فيه جارية
باستكمال الراحة و التهيؤ للتصرف فهم فيه منتظرون طليعة النهار ليأخذوا
فى الانتشار ، فذلك ظهر لهم هذا و خفى ذلك ، و بحسب الحاجة الى الفجر
و الشفق رصد اصحاب هذه الصناعة امره فحصلوا من قوانين وقته ان
٢٠ انحطاط الشمس تحت الافق متى كان ثمانية عشر جزء كان ذلك وقت
طلوع

طلوع الفجر في المشرق ووقت مغيب الشمس^١ في المغرب، ولما لم يكن شيئاً معيناً بل بالاول مختلطاً اختلف في هذا القانون فرآه بعضهم سبع عشر جزءاً وقد تقدم معرفة الدائر لكل وقت تعرض^٢ فيه الارتفاع اذا كانت درجة الشمس معلومة، وعلى مثله في الانحطاط اذا اقيم ارتفاع نظير درجتها في فلك نصف النهار مقام ارتفاع درجتها فيه، فاذا صار الدائر فيما بين وقت كون الانحطاط على ذلك المقدار المذكور وبين وقت كون الشمس على الافق كان كل واحد من وقتي طلوع الفجر ومغيب الشمس^١ معلوماً، وذلك ما اردناه .

الباب الرابع عشر

في رؤية الهلال، وهو فصلان:

١٠

الفصل الاول

في امكان الرؤية وامتناعها ووجوبها

ان الهلال في امكان رؤيته اذا نظر اليه وامتناعها بالاسباب من التي يقوى بها البصر على ادراكه ويكل معها ان يحس به كسائر ما ينظر اليه فيمكن ان يرى او يمتنع يتصل بصناعة المناظر، و زاوية الابصار بحسب قرب البصر^٣ وبعده ولا يتجرد عن غيرها فلقد يعرض في الهواء المتوسط ما يعين على الادراك او يمنع عنه كما يعرض في الابصار وضعها ما يكون منه مثل ذلك، والهلال في البعد الواحد من الشمس في فلك البروج قد يكون أعظم وأصغر، وذلك ان اكتساء النور يكون

(١) ج، ب: الشفق (٢) ب: يفرض، ج: نفرض (٣) ب، ج: البصر .

بحسب بعد ما بين مركزى الشمس و القمر دون بعد ما بين جزءيهما
فى فلك البروج .

ثم قد يكون القمر على المنطقة فيكون بعد ما بين الزيرين هو
بعد ما بين جزءيهما وقد تباعد عنه باقدار مختلفة الى أعظم عرضه
٥ فى جهتى الشمال و الجنوب فتختلف بعد ما بين مركزيهما، و الذى فى
المنطقة على حاله لم يتغير مع ازدياد تلك عليه و يختلف ايضا مقدار
اكتساء النور بحسب البعد عن الارض، و ذلك بقدر انحطاطه عن الذروة،
واما فى التدوير فى جميع مقاديره و اما فى فلك الاوج فى المقدار الذى
يمكن فيه رؤية الأهله، و ايضا فان الهلال متى كان اضواء كانت الرؤية
١٠ ابعد عن الامكان و بالعكس و ضوء الهواء فوق الارض وقت غروب
الشمس الى غروب الهلال يختلف فى البعد الواحد بين الشمس و بين
درجة الغارب فى المسكن الواحد.

و ذلك ان قبل اضطجاع الكرة و انتصابها على الافق فى الاجزاء
المختلفة و يختلف فى الجزء الواحد فى المساكن المختلفة العروض، ثم الضياء
١٥ الذى فوق الارض الى مغيب الشفق لا يتسق على حال واحدة بل ما كان
على مسامحة موضع من الافق هو اقرب الى الشمس يكون ضوء من
غيره و بالعكس، و يتفق ان يكون مغيب الهلال على حقيقة الموضع
الضوء فان يكون على ابعاد منه مختلفة من قبل عرضه و من قبل عروض
البلدان و قربه من الموضع الضوء ببعده عن امكان الرؤية، و اذا

(١) ج، ب: البروج .

الاصل فى امكان رؤية الهلال هو الحس وقانون الحد فيما يدرك من
ما لا يدرك هو البعد صار الاساس الذى بنى عليه امره هو الارصاد
الحسية .

- ولما كانت اسباب الرؤية متكررة وقواها غير متساوية ولا متفقاتها
فى كل وقت متوافية ولا مختلفاتها متكافية وجب ان يستقصى بالرصد ٥
مقادير قواها ونسب بعضها الى بعض على اختلاف احوالها مع ما فى هذه
التجربة من العسر المانع عن الادراك بالحقيقة، و بطليموس لم يتعرض
فى الجسطى بحساب رؤية الأهلة ويمكن ان يفعله اذ لم تكن به حاجة
اهل ملتنا اليه كما يمكن ان يفعله لما يخص القمر دون سائر الكواكب
فى ذلك من الصعوبة لاختلاف منظره وكون اول الرؤية ١ فى بعض
جرمه بمقادير مختلفة .

- واما اهل الصناعة فى الاسلام فبعد وضع القانون المقتنص من
الحس بالرصد والامتحان اختلفوا فى مأخذه، فمنهم من جعله ازمانا بين
غروب الشمس وبين غروب القمر، ومنهم من جعله انحطاط الشمس
عن الافق على دائرة الارتفاع وقت غروب القمر، فاما من اعتبر الازمان ١٥
وهم الفزارى و يعقوب بن طارق و محمد بن موسى الخوارزمى و من
تبعهم ، وهؤلاء اخذوا ذلك عن الهند ونقلوه من دقائق الايام الى
الازمان ، و ابو العباس النيريزى يعتبرها ايضا، ولكنه بعد تأكيد الامر
فى تعديل الزمان تزيد على الشمس ثلاثين دقيقة لأجل اختلاف منظر

القمر فى الطول فالواجب فيها ان ينقص من القمر ليحصل درجته
 المرئية بالتقريب الا انه ليس بين زيادتها على الشمس الا فصل ما بين
 مغارب ثلاثين دقيقة عند جزء الشمس وبين مغاربها عند جزء القمر،
 وبعد ذلك حصة الزمان لما بين مغاربيهما وزاد الحركات فيها على المواضع
 ٥ لوقت غروب درجته وقوامها حتى يحصل مواضع النيرين والجوزهر
 لوقت غروب درجته القمر المرئية بالتقريب، وبعد ذلك نصح القمر
 باختلاف المنظر طولا وعرضا وتستخرج درجة غروبه ونعرف ما بين
 غروب الشمس المقومة للوقت الاخير وبين غروب القمر من الازمان،
 فان كانت اكثر من اثني عشرة وجبت الرؤية وان كانت اقل امتنعت
 ١٠ فان ساوتها امكنت لأن ادنى عارض يقدر فيها فان يغرب عنها وجبت
 على ضيقها.

وانما يعمل النيريزى اعماله ليقرّب بها القمر من الغروب فاما
 الاصل فى الاثني عشر زمانا التى هى عند الهند دقيقةتا يوم وهو ان اصحاب
 الاعتبارات اومؤا الى ان رؤية الهلال يمكن متى كان ابن يوم بليته
 ١٥ وسبق القمر الأوسط فيه اثني عشر جزءا بالتقريب، ولكن ها هنا اسباب
 آخر يسهل الرؤية مع بعضها ويتعذر مع بعض فجعل المحدثون هذا
 الاجزاء من ازمان معدل النهار من اجل ان فلك البروج متى كان فى
 غاية اضطجاعه على الافق كانت مطالع الاجزاء عند الطالع فى غاية
 النقصان عن درجة السواء ومتى كان فى غاية اتصابه على الافق كانت
 ٢٠ مطالع الاجزاء عند الطالع فى غاية زيادتها على درج السواء وفى الاولى

من هاتين الحالتين يكون الهواء اضاء ما يكون في بعد الشمس عن
عن درجة الغارب بتلك الاجزاء وفي الثانية اعدم ما يكون للضياء في
ذلك البعد للشمس عن درجة الغارب فجعلت هذه الاجزاء من ازمان
معدل النهار طلبا للأمر المتوسط بين الحالين، من كلا الوجهين .

- و يقول الزيريزى فى خاتمة الحساب واستشهد بالخاصة المعدلة للقمر ٥
فانها متى حامت حول نصف الدور بما يقارب ثلاثين جزءا كانت الرؤية
اقوى ، ومتى حامت حول اول الدور بمثل ذلك كانت الرؤية اخفى
وانما يعنى به اتساع زاوية البصر حول سفلى التدوير وهو من معاون
الادراك وتضايقها عند الذروة [وحوها^١] وهو من الموانع^٢ عنه ويستشهد
بالبروج فينسب القوس والجدى الى قوة الرؤية والجوزاء والسرطان والاسد ١٠
الى ضعفها والبروج الباقية الى المتوسط ، وذلك لغلاظ الهواء فى الشتاء
وقيامه فى تعظيم المنظور اليه مقام الماء على مثال الليلة المصحية الشتوية ،
فان الكواكب يرى فيها أعظم واين ، وفى الليالى الصيفية ضده لرقعة
الهواء والتهابه .

- و اما البتاني فانه يحصل موضع القمر وعرضه المعدلين باختلاف ١٥
المنظر لوقت غروب الشمس ويحسب درجة عمره على وسط السماء على ذلك
وبعد عن معدل النهار ونصف قوس نهاره ويزيده على مطالع درجة
الممر فى خط الاستواء ، ونحفظ المبلغ وهى مطالع نظير درجة غروب
القمر وننقص منها مطالع نظير الشمس فى البلاد فيبقى مغارب ما بين

(١) من ب ، ج ، (٢) من ب ، ج رى و : المواضع .

النيرين ثم نأخذ ما بين الشمس والقمر المصحح مع عرضه باختلاف المنظر ونضرب كل واحد منه ومن عرض القمر المصحح في مثله فيكون جذر جملة المجتمعين بعد ما مركزى النيرين بالتقريب وفضل ما بينه وبين اثني عشر جزءا وعشر دقائق زائد عليها او ناقص عنها ٥ والجزء منه الذى بقدر نسبة الفضل الى هذا العدد المفروض هو الجزء منسوبا الى تلك الزيادة او النقصان .

ثم يأخذ بالخاصة المعدلة ثالث جدول تقويم القمر فان كان ثلاثين دقيقة استغنى الجزء عن التعديل وان كان اكثر منها والجزء زائدا اخذ من الجزء بقدر نسبة زيادة الثلاثين الى الثلاثين وزاد نصف تسعة على الجزء وان كان الجدول الثالث اقل من ثلاثين أخذ من الجزء وقدر نسبة النقصان من ثلاثين الى الثلاثين ونقص من الجزء نصف تسعة فيحصل الجزء المعدل ونقصه من قوس الرؤية الوسطى وهى احدى عشر جزءا او خمس واربين دقيقة .

و اما اذا كان الجزء ناقصا فانه يعمل في اعتبار الجدول الثالث بالثلاثين دقيقة مثل ما تقدم الا انه ينقص نصف التسع في الموضع الذى زاده هناك ويزيده في موضع النقصان حتى يحصل الجزء معدلا ويزيده على قوس الرؤية الوسطى [ويقابل به ما بين النيرين من المغارب المحفوظة فتمى كانت مثل قوس الرؤية المعدلة او اكثر رؤى الهلال ومضى كانت اقل منها لم يبرء، فاما قوس الرؤية الوسطى ^١] فان سبق القمر اثني عشرة

(١) زيد من ب ، ج .

درجة وعشر دقائق و بالتقريب هو، ما بين غروب النيرين اذا كان بعد ما بينهما وقت غروب الشمس مساويا لقوس الرؤية الوسطى ، وهذه القوس اذا جعلت من فلك البروج اختلف الازمان و اختلف ضياء الهواء فوق الارض، واذا جعلت ازمانا من معدل النهار اختلفت القسى التى بقدرها نور الهلال لقلة مطالع الحمل وكثرة مطالع الميزان وبالامر المتوسط فاذا جعلت الدرج مساوية للازمان تساهلا توسط فلك البروج ايضا بين الاتصاب والاضطجاع على الافق .

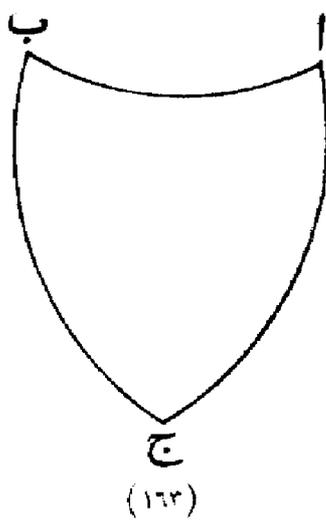
- والباقى يروم تعديل البعدين اعنى الذى بالدرج فى فلك البروج و الذى بالازمان فى غير تلك الاجزاء ويستخرج ما بين مركزى النيرين فان نور الهلال بحسبه لكنه يقيم القسى مقام الخطوط المستقيمة و ان ارادها مرید بالقسى و مقتضى جنوبها لم يخف عليه طريقها ، وانما يقصد هذا التعديل لأن بعد ما بين النيرين اذا كان بمغارب الميزان كثر وسبق القمر فيكون المنور من القمر أعظم بكثير منه فى سائر البروج فسهلت الرؤية ، واذا كان فى الحمل انعكس الامر وصغر المنور وتعذرت الرؤية فيضع مع أعظم بعد بين مركزى النيرين اذا كانت الازمان اثنى عشرة و سدس اقل ازمان يكون ، و بعد ما بين المركزين كذلك و ستخرج تلك النسبة بالتقريب فيكون نسبة اثنى عشرة و سدس الى فضل ما بينهما و بين أعظم بعد بين المركزين فى زمان اثنى عشر و سدس كنسبة الفضل الى فضل ما بين اثنى عشر و سدس بين اقل ازمان فى بعد اثنى عشر و سدس للقمر من الشمس ، ثم يبنى على ذلك فى سائر البروج والأبعاد

و يعدل بذلك قوس الرؤية الوسطى ليصير بحسب النور فى القمر .
 و اما ما يعمل بالخاصة فى جداول تعديل القمر فلأن عمله الاول
 للتعديل المذكور وللبعد الاوسط فى التدوير وقد يكون القمر وقت
 رؤية الهلال فى جميع الابعاد من ذروة التدوير ، فاذا كان نحو السفلى
 كان اسهل فى الرؤية وبالعكس يكون اخفى و التعديل الذى يعدل به
 قوس الرؤية الوسطى هو لزيادة نور القمر و نقصانه و قطر القمر فى
 الذروة يرى بنقصان تسع ما يرى عليه فى السفلى ، فاذن هو فى الذروة
 ينقص نصف تسع ما يرى عليه فى البعد الاوسط و فى السفلى يزيد نصف
 تسع ذلك ، و ذلك للتعديل من اجل النور فانه مساوق للقطر المرئى فاذا
 هو بحسب فضل النور زائدا او ناقصا و العمل بالبعد الاوسط فان نصف
 تسع التعديل هو الذى يلزم من جهة التدوير فى الابد و الاقرب ، و اذا
 أخذ من نصف ذلك التسع بحسب فضل ما بين ^٢ [بالتقريب حصل
 التعديل فى موضعه من التدوير ، و هذا هو معنى النقصان من نصف التسع
 و الزيادة عليه لأن النقصان من ثلاثين من البعد الاوسط] للدقائق
 و بين الثلاثين التى بازاء البعد الاوسط نحو الذروة و الزيادة نحو السفلى .
 و اما الخوارزمى فعمله عمل الهند على طريق غير صحيح و المقصود
 فيه اما فى القمر المعدل مرة فانه درجة ممره و اما فى القمر المعدل
 مرتين فانه درجة غروبه و لكن الطريق المسلوک اليها غير صحيح .
 و اما حبش الحاسب فانه يضع الاصل فى رؤية الأهلة انحطاط

(١) ج : مسا (٢) زيد من ب ، ج .

الشمس وقت غروب القمر و تقسم بعد تصحيح درجة غروبه ست مائة وخمسة وعشرين على جيب تمام عرض اقليم الرؤية و ينظر الى قوس ما يخرج ، فان فضل على بعد ما بين درجة الشمس و غروب القمر لم ير الهلال و ان قصر عنه رؤى ، وذلك لأن موضوعه فى الانحطاط المذكور ثم انه اذا كان عشرة اجزاء صارت الرؤية ممكنة .

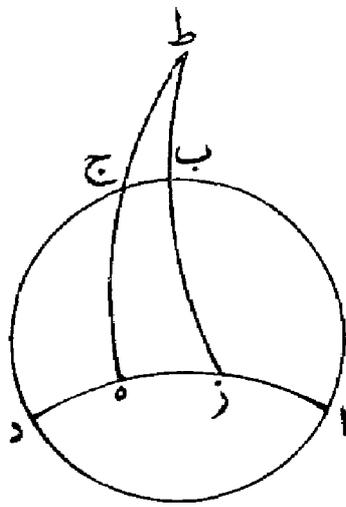
- ٥ (١) فليكن : اب ، من افق المغرب و : ب ج ، المنطقة تحته و الشمس على : ج ، و : ب ، درجة غروب القمر وقت مغيبه و : اج ، انحطاط الشمس فتكون زاوية : اب ج ، قائمة و زاوية : ج ، باتمام جيب عرض اقليم الرؤية و نسبة جيب : اج ، الى جيب : ج ب ، كنسبة جيب زاوية : اب ج ، الى جيب زاوية : ب اج ، و اذا كان : اج ، عشرة اجزاء كان



جيبها عشرة اجزاء و خمس وعشرون دقيقة ، و مضروبه فى الجيب كله هو العدد الذى تقسمه على جيب تمام عرض اقليم الرؤية ، و اما تصحيحه درجة غروب القمر فانه ينقص اختلاف منظر الطول من درجة القمر ، و ستخرج عرضه المرئى بالاختلاف منظر العرض ثم يضرب ظلّه فى ظل عرض اقليم الرؤية فتجتمع دقائق يعنى به القسمة على الجيب كله فيخرج جيب تعديل غروب القمر .

- (٢) و لذلك فليكن الافق : اب ج د ، و : ا ه د ، المنطقة و قطبها : ط ،

و القمر للغروب على : ب ، و خرج : ط ب ، فيكون : ب ا ، درجة المرئية



(١٦٤)

و : ا د ، ما بينهما و بين : ا ، درجة الغروب غروبه

وهو تعديل درجة الغروب و قطب : ط ، ان كان

الجنوبى فان درجة غروب القمر الى خلاف

التوالي عن درجة المرئية و العرض المرئى جنوبى

و ان كان الشمالى فبالعكس ، و نديراً على قطب :

ا ، و يبعد ضلع المربع : ط ج هـ ، فيكون : ط ج ،

عرض اقليم الرؤية و : ج هـ ، تمامه .

و قد استبان فى المقالات الاولى ان نسبة جيب القوس الى جيب

تمامها كنسبة ظلها الى الجيب كله و كنسبة الجيب كله الى ظل تمامها ،

فنسبة جيب : هـ ج ، الى جيب : ج ط ، كنسبة ظل : هـ ج ، الى الجيب

كله و كنسبة [الجيب كله الى ظل تمامها فنسبة جيب : هـ ج ، الى الجيب

كله و كنسبة الجيب كله الى ظل : ط ج ، لكن نسبة ظل : هـ ج ، الى

الجيب كله كنسبة [ظل : ب ز ، الى جيب : ا د ، فنسبة الجيب كله اذن

الى ظل : ط ج ، كنسبه ظل : ب ز ، الى جيب : ا د ، فاذا ضرب الثانى

فى الثالث و قسم المبلغ على الاول خرج رابع المطلوب ، و معلوم ان

العرض المرئى اذا كان فى الجنوب كان تعديل : ا ز ، ناقصا و فى الشمال

زائدا و هذا وجه عمله فيه و لان الدرجة التى تغرب معها القمر

اذا كان له عرض مرئى غير التى بها استخرج اولاً وسط السماء يعود

(١) ج ، ب : ز (٢) من ب ، ج و فى و : يزيد (٣) زيادة فى ب ، ج .

ويزيد على مطالع درجة غروبه في خط الاستواء نصف قوس نهار
 درجة الغروب فيجتمع مطالع وسط السماء لوقتئذ ، ونأخذ الفضل بينهما
 وبين مطالع وسط السماء التي بها كان استخراج عرض اقليم الرؤية فان
 كان الفضل للأخير زاد حصته منها من سبق القمر على درجة الغروب
 وان كان للاولى نقص حصته منها ، والتحقق فيه ان يستعمل سبق القمر ٥
 للوقت الآخر .

وانما يحتاج الى هذا التعديل ليتدرج من الاشياء المقربة الى المجهولة
 حتى يتحققها ما امكن وبحيث يزول ضررها بالانحراف قليلا عن
 الحقيقة اذا اعاد العمل ، واما تقسيمه اختلاف المنظر الى الطول والعرض
 فان استخراج الكلى اولا يقسمه مائة وثمانية وسبعين على بعد القمر ١٠
 من مركز الارض وما يخرج وهو جيب اختلاف المنظر الكلى ومن
 لم يهتد لعمل الرجل كان منه على شفا الوقوع في وهدة الخطأ الذي
 نجاه هو ان نصف قطر الارض كان دقيقتين وثمانيا وتلاثين ثمانية بالمقدار
 الذى به بعد الشمس عن مركز الارض ستين جزء ، ونسبة بعد القمر
 عن مركز الارض الى نصف قطرها كنسبة الجيب كله الى جيب اختلاف ١٥
 المنظر الكلى عند الافق لأنه بقدر الزاوية التي تحيط بها الخطان الخارجان
 من مركز الارض ومن حداثتها ويقوم عمودا على خط الانتصاب
 فى المسكن .

فاذا كان بعد القمر عن الارض بالمقدار الذى به بعد الشمس

- عنها ستون جزاً صحَّ العمل ومضروب الدقيقتين و الثمان والخمسين الثانية
 في الجيب كله يكون مائة وثمانية وسبعين دقيقة ، و اذا قسمت على بعد
 القمر عن الارض خرج جيب اختلاف المنظر الكلى و لتقسيمه بضرب
 ما خرج له في جيب عرض اقليم الرؤية و تقسم المبلغ على الجيب كله
 ٥ فيخرج جيب اختلاف منظر العرض بالتقريب لأنه يستخرج اختلاف
 المنظر لدرجة القمر لا بموضع مركز جرمه المنتهى عنها بعرضه اقتداء
 بطليموس و تمام ارتفاع درجة القمر عند غروبه قريب من تسعين
 و جيبه قريب من الجيب كله ، فلذلك يقوم مقام جيب اختلاف المنظر
 الكلى الكائن عند الافق .
- ١٠ و اما لاختلاف منظر الطول فانه يضرب ظل اختلاف منظر
 العرض في ظل تمام عرض اقليم الرؤية و يقسم المجتمع على الجيب
 كله فيخرج له جيب اختلاف المنظر في الطول و كما انه اقام تمام اختلاف
 المنظر الكلى عند الافق مقام الربع اذ لم يكن التفاوت بينهما محسوسا
 كذلك انزل عرض اقليم الرؤية هاهنا منزلة الميل الأعظم و اختلاف
 ١٥ منظر العرض منزلة ميل القوس المفروضة من فلك البروج و سلك معرفة
 اختلاف منظر الطول طريق معرفة مطالع خط الاستواء من قبل الميل
 الكلى و الجزئى معا ، و ليس فيه الا انه استخرج اختلاف المنظر بفلك
 البروج لا بالمائل أقله الخلاف في ذلك و اقتدى بطليموس ، و طريق التدقيق
 في استخراج اختلاف منظر الطول مقيسا الى فلك البروج ان يضرب
 ٢ جيب عرض اقليم الرؤية في الجيب كله ، و يقسم المبلغ على جيب تمام
 اختلاف

اختلاف المنظر الكلى عند الافق فما خرج كان العمل بظل قوسه يدل
عرض اقليم الرؤية لأن زاوية تقاطع دائرة الارتفاع مع المنطقة يكون
بقدر القوس التى يخرج جيها بما ذكرنا لا بقدر عرض اقليم الرؤية
وقل ما يكون عمل فى روية الهلال أكمل من عمل حبش، فلذلك نعول
عليه ونقتصر باستعماله .

الفصل الثانى

فى سمت الهلال وقربه ونصف البرنج عليه

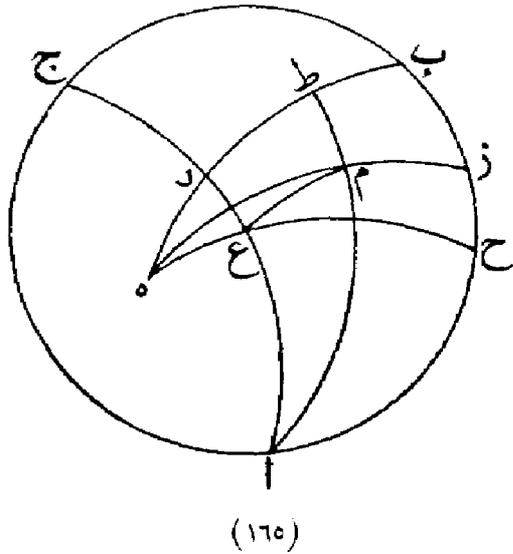
احكام الشهور فى الاسلام من الحج والصيام راجعة الى روية
الهلال فهى اذن من اجل ما يصرف اليه الاهتمام وهى وان فرضت
يرويه العيان دون الحساب الذى ما له الى الاعتبار والامتحان فستان
بين من يحوم فى طلبه حول موضعه وبين من يحل بصره فى آفاق السماء
ويطلبه فى الظلام، وايضا فيمرّ عليه صفحا ويكلّ بصره قبل انقضاء مدة
كونه فوق الارض ولأن كان ارشاد من يعثر عليه غيره جائزا ان ارشاد
من يعرفه على الغيبة اولى، ومن متقدمات هذا الارشاد معرفة ارتفاع
الهلال وسمته .

١٥

(١) فليكن لها: اب ج، الافق و: اد ج، نصف المنطقة و: م، جرم
القمر بالرؤية و: م ع، عرضه المرئى و: ا، درجة الغارب لوقت مفروض
من لدن مغيب الشمس الى غروب القمر و: م ع، على المنطقة مع
درجة القمر المرئية و: ه د ب، دائرة عرض اقليم الرؤية ونزل على:

م ، وعلى : ع ، دوائر الارتفاع فيكون : ع ج ، ارتفاع درجة القمر
وقنذ و : ا ح ، بعد سمتها عن الغارب و : م ز ، ارتفاع القمر و : ا ز ،
بعد سمتها عن الغارب و اذا كان الوقت مفروضا كان : ا ع ، ما بين درجة
الغارب و درجة القمر معلوما و نسبة جيب تمام : ا م ، الى جيب تمام : ع م ،
كنسبة جيب تمام : ا ع ، الى الجيب كله فاذا ضربنا جيب تمام ذلك البعد
للمعلوم في جيب تمام عرض القمر و قسمنا ما بلغ على الجيب كله خرج
جيب تمام : ا م ، ف : ا م ، معلوم و نسبة جيبه الى جيب : م ع ، كنسبة
جيب : ا ط ، الربع الى جيب : ط د ، .

فاذا ضربنا جيب عرض القمر في الجيب كله و قسمنا المجتمع على
١٠ جيب تمام قوس ما خرج لنا خرج جيب : ط د ، و فضل ما بينه و بين :
د ب ، تمام عرض اقليم الروية هو : ط ب ، و نسبة جيبه الى جيب : ط ا ،
الربع كنسبة جيب : م ز ، الى



جيب : ا م ، فاذا ضربنا جيب : ا م ،
في جيب هذا الفضل و قسمنا المبلغ
١٥ على الجيب كله خرج جيب ارتفاع
القمر و نسبة جيب : م ه ، الى جيب :
ه ط ، كنسبة جيب : ا م ، الى جيب :
ا ز ، فاذا ضربنا جيب : ا م ، في

جيب : ه ط ، و قسمنا المبلغ على جيب : م ه ، خرج بعد سمت عن
درجة الغارب في جهته و سعة مغرب هذه الدرجة معلومة ، فسمت
الهلال (١٢٠)

الهلال عن مغرب الاعتدال معلوم واذا نصب عليه رمح وكان الناظر في مركز الدائرة وطلب الهلال على انتصابه اجتمع البصر عليه ولم يذهب شعاعا متفرقا قابلا ان نصب رمح آخر على مركز الدائرة، وطلب الهلال على مسامتة كليهما اعنى من الموضع الذى يستر فيه احدهما الآخر كان اسهل .

٥

وعلى هذا البربخ الذى ينصب على عمود له حركتان : احدهما على نفسه حتى يدير البربخ فى جميع الجهات، والآخر بنماذجة يمكن بها ان تحرك الزيج فى سطح دائرة الارتفاع الذى هو فيما لا يزول عنه ، واما البربخ فلا يقصر عن خمسة اذرع وسعته عن ذراع يجتمع فيه البصر ويقوى بظله وظلمته ويزاد فى ذلك بالتسويد جوفه من داخله ، فتى كان العمود ١٠ منصوبا على مركز الدائرة الهندية وادير على نفسه حتى يحصل ثاقول البربخ على خط سمت الهلال ثم حرك بالحركة الأخرى حتى احاط البربخ مع وجه الارض بزاوية تساوى زاوية ارتفاع الهلال ، وذلك سهل بربع دائرة مقسومة بتسعين يضاف الى العمود حتى يدور معه فى موازاة البربخ .

١٥

واذا نصب على الهلال كما وصفنا ثم نظر الناظر اليه من طرفه الاسفل الى ما يسامته من السماء لم يخف فيه الهلال الممكن الرؤية ، واذا ادركه منه نفر انعقد برؤيتهم احكام الشريعة ، واما قرناه فانهما ايضا من الادلة عليه والخط الواصل بين مركزى النيرين تمر بين القرنين

(١) كذا فى ب، ج، م، ونى و بلا لفظ هنا وفيما مضى وفيما يأتي .

فيكون انتصاب الهلال بقدر اضطجاع ذلك الخط واستلقاء الهلال بقدر انتصاب الخط ، وذلك ما قصدناه .

الباب الخامس عشر

في منازل القمر وموضعه منها والايام المنازلية

- ٥ لما وجد القمر كل ليلة في موضع غير الذى كان فيه في بارحته لم يخف على المتأمل انتقاله لكن حركته لما لم يستبين في الحال شبه بمسافر تحل من المناهل وينزل في كل يوم واحدة منها للاجمام ، ومن اجله سميت مواضع القمر في ليالى الشهر منازل ، وقد تقدم ذكر رأى العرب والهند في عدتها وكواكبها ومتى قسم الدور على سبعة وعشرين خرجت ١٠ حصة كل منزل عند الهند ثلاث عشرة درجة وثلث درجة ، فاذا كان موضع القمر معلوما في وقت مفروض واريد معرفة المنزل الذى هو فيه جعل بعد مقومه من اول الحمل بالتجنيس دقائق كله وقسمت على ثمان مائة فيخرج عدد المنازل التامة التى قطعها القمر من عند الاعتدال الربيعى وما بقى فهو من المنزل المنكسر الذى هو فيه .
- ١٥ واما ان يرفع بالستين الى الدرج فيكون ما سار من المنزل على انه ثلاث عشرة درجة والثلث ولما ان يضرب في ستين ويقسم المجتمع على الثمان مائة فيخرج دقائق ما سار من المنكسر على انه ستون ، والايام المنازلية المذكورة عند الهند غير مستعملة كاستعمال الطلوعية والقمرية والشمسية ومن ارادها كانت التامة منها بعدد تلك المنازل تامة ودقائق ٢٠ المنكسرهى الماضية من اليوم الذى هو فيه ، واما ان اريد ذلك على مذهب

مذهب العرب و حصة المنزل برأيهم اثنا عشرة درجة واحدى ونخسون دقيقة و ثلاثة اسباع دقيقة، فان دقائق بعد المقوم اذا قسمت على سبع مائة واحد وسبعين خرجت عدة المنازل ثم رفع ما بقى الى الدرج للمنزل المنكسر، والادق فيه ان يضرب تلك الدقائق فى سبعة ونقسم ما اجتمع على خمسة آلاف و اربع مائة فتخرج المنازل التامة و ما بقى ٥ قسم على سبعة فتخرج الدقائق المقطوعة من المنكسر وترفع بالستين الى الدرج و القمر و غيره فى معرفة المنزل الذى هو فيه شرع واحد .

الباب السادس عشر

فى الايام القمرية، وهو فصلان

- ١٠ اليوم القمري جزء من ثلاثين من المدة التى بين اجتماعين اوسطين فتمى فرض فى الشهر وقت واستخرج وسطا النيرين والى وسط الشمس من وسط القمر، وقسم ذلك البعد الاوسط بينهما على سبق القمر الاوسط ليوم اعنى فضل ما بين مسيرى النيرين الاوسط ليوم خرج ايام قمرية تامة من عند الاجتماع المتقدم، وما بقى يضرب فى ستين ويقسم على ما قسم عليه اولا فتخرج دقائق ماضية من اليوم المنكسر القمري . ١٥

الفصل الاول

فى انصاف الايام القمرية

ان اصحاب احكام النجوم فى هذه الديار يقسمون من عند الاجتماع لكل كوكب اثنتى عشرة ساعة و يتدؤون فيها من الشمس على توالى

الافلاك فتمت انتهيته النوبة اليها سموا ساعاتها محترقة واستنحسوها وسموها ساعات البشت^١ مرة معجمة السين و اخرى غير معجمة، ونسبوا دفعة الى اهل بابل وتارة الى الهند، واما حقيقة ذلك فان لكل واحد من الايام القمرية نهارة و ليلا يتبعه ولها اسامى احد عشر: منها اربعة ثابتة، و سبعة متحركة، ومعنى الثابت انه لا يجرى في الشهر الأمرة ولا يتغير النهارى والليلي عن حالهما، ومعنى المتحرك ان نوبته تجى في الشهر مرات ويتقل في الليل والنهار، وقد تقدم استخراج الايام القمرية ولها ايام متفقة في النصف الابيض الاول من الشهر والنصف الاسود الثانى منه بلغتهم اسقطناها واقتصرنا بالاعداد مكتوبة للبيض بالحمرة والسود بالسواد، فتمت ادخل اليوم في سطره وجد بازائه اسم نهاره واسم ليله، اما الثابت فبالحمرة مكتوب واما المتحرك فبالسواد ولم يوجد الى نقل الاسامى من لغتهم الى غيرها سبيل .

هذا هو الجدول:

(١) راجع كتاب الهند للبيرونى ص ٢٩٥ .

| الايام القمرية ^١ | | اعداد الايام | |
|-----------------------------|------------------------|--------------|--------|
| النصف الاخير ليلها | النصف الاول لنهارها | الايام | الايام |
| بو | كستكهن | | ١ |
| كولو | بالو | بو كج | ٢ |
| كز | توتل | ب كز | ٣ |
| بشت | برخ | ب كز | ٤ |
| بالو | بو | ب كز | ٥ |
| يويد ^٢ | كولو | ب كز | ٦ |
| برخ | كز | ب كز | ٧ |
| بو | بشت | ب كز | ٨ |
| شكن | بشت | ب كز | ٩ |
| ناك | حذشيد | ب كز | ١٠ |

(١) راجع لهذا الجدول كتاب الهند للبيروني ص: ٢٩٥ (٢) ج ٤، ب: توتل.

و اما معرفة ذلك بالحساب دون الجدول فعلوم مما تقدم ان الماضى
من الشهر من الايام القمرية اذا عرف و اضعف فكان ضعفها قاصرا
عن تمام الواحد كانت النوبة لكستكهن^١ آخر الاربعة الثابتة و ان لم يكن
قاصرا عن الواحد و لا فاضلا عن الستة و الخمسين ثم القيت صحاحه سبعة
٥ سبعة و عد ما بقى ليس باكثر من سبعة من اول المتحركات و هو : ب ،
اتهى الى اسم صاحب النوبة الأخيرة فان كان معه كسر فهو من
النوبة التى يتلوها ، ثم اذا صارت صحاح المضعف سبعة و خمسين و معها
كانت النوبة لشكن اول الثابتات و على مثله الحال متى قسمت دقائق
بعد ما بين النيرين الاوسط على سبع مائة و عشرين التى هى التباعد
١٠ اليومى فتخرج الايام القمرية ثم اضعفت لمعرفة النوب او قسمت على
ثلاث مائة و ستين و لم يضعف الخارج من القسمة و نوبة بشت اخيرة
السبع من النجومية و تدور ثمان مرات موزعة على الجهات الثمان التى
هى المشرق و المغرب و الشمال و الجنوب و الوسائط التى فيما بين قلبى
كل جهتين متلاصقتين بتجويف جزفى لا يليق حكايته ها هنا .

الفصل الثانى

١٥

فى تداخل الايام و اشتراكها

المقادير الوسطى لانواع الايام قد تقرر و اليوم القمري اقصر
من الطلوعى فرما صار القمري باسره فى ضمن الطلوعى و على مثله
الحال فى المنازل اذا حل القمر منزلا ما فى اوائل يوم طلوعى و لما ينقص

(١) راجع كتاب الهند للبيرونى ص ٢٩٥ .

حتى خرج منه ، وكأنه حصل فى هذا اليوم فى ثلاثة منازل او كأنه دخل فيه ثلاثة ايام قمرية فان الثلاثة مذكورة فى لغتى هذين النوعين ومتى اتفق ذلك من احدهما تشاء موابه واستحسنوا ، واذا استعملت المنازل بمقوم القمر فان النوع الاخير اكثر وجود الانضياى اسراع القمر فى سيره اليه ، ومن اجل ان هذه الانواع الثلاثة من الايام اقصر من النوع الشمسى فممكن ان يقع فى الشمسية مثل ما ذكرنا فى الطلوعية الا أنهم لم يذكروه ولا شاهدناهم استعمالوه .

الباب السابع عشر

فى خيالى الكسوفين ، وهو فصلان

- ١٠ كما ان زيجات من الزيجات لا يخلو من امر الكسوفات كذلك
- زيجات الهند وما هو على رتبة منها من كتبهم لا يخلو من هذا المعنى باسمى فى لغتهم الغيناها وسميناها بخيال الكسوف وان كان المبني فيها على ما يعرف عندنا باتفاق المواضع اما بالساعات حتى يتساوى نهارهما واما بالمطالع حتى يتكافى نهارهما ، وسمينا الذى يتساوى فيه الساعات اتحادا لأن هذا التساوى لا يكون الا فى مدارين متساويى الميل فى جهة ١٥ واحدة ، فالمدارات اذن متحدان وسمينا الذى يتكافى فيه ساعات النهار فيكون مجموع النهارين يوما تاما تساويا هذا التكافى لا يكون الا فى مدارين متساويى الميل فى جهتين مختلفتين فالمداران اذن متساويان .
- فاما سبب التسمية بخيال الكسوفين فمن أجل ان النيرين اذا كانا

على مدار واحد وسكنت الشمس في مكانها وهما ثم اديرت الكرة حتى سامتتها كان لها كسوف لكنها غير ساكنة والقمر يكسف خيالها لاجر مها ، وكذلك اذا تساوى مداراهما ثم سكن ظل الارض بتسكين الشمس وهما و اديرت الكرة ببلغ القمر الظل وانكسف به الآ ان ظل الارض غير ساكن والقمر اذن لم ينكسف الآ بخياله ولم ابعد في التسمية لأن الهند يعملون بهما البدو والانجلاء و يعلقون بهما قضايا الكسوفين في الدين والنحلة ، وسنذكر من ذلك ما في كتبهم مرسلًا وتلحق به عللها ، ان شاء الله .

الفصل الاول

في اتحاد مدارى النيرين

انه ينقسم قسمين : اوسط ومقوم على معنى غير ما تقدم في الاجتماع الاوسط والمقوم ، وذلك ان علامة الاجتماع هي ان لا يبق من مقوم القمر شيء اذا التى منه مقوم الشمس و علامة اتحاد المدارين ان يساوى مجموع مقوميهما نصف دور ، فمتى كانا كذلك كان وقت الاتحاد الاوسط ومعرفة جزؤ الاتحاد لا يتعذر مع معرفة وقت الاجتماع وجزئه ومهما لم يكن للقمر عن المنطقة عرض الى احدى الجهتين كان الاتحاد الاوسط هو المقوم ولم يحتج الى تعديل ثم ان كان عرض خالف مداره مدار جزئه كان الاتحاد المرئى في غير وقت الاوسط وجزء ، وقد عملنا في هذا المعنى مقالة مفردة اشبعنا الكلام فيها ونقل منها الآن الى ما هاهنا

(١) و عملت كتابا في المدارين والمتحدين والمتساوين وسميته بخيال الكسوفين عند الهند وهو معنى مشهور فيما بينهم لا يخلو منه زج من ازياجهم وليس بمعلوم عند اصحابنا . عن مقدمة الآثار الباقية ص (٤٠ ، ح) .

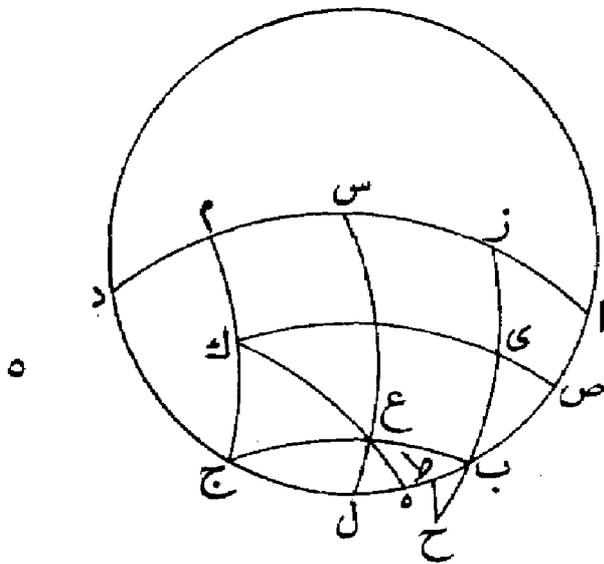
مقدار الكفاية باختصار، ونحكي امتن اقاويلهم فيه .

- قال بولس اليونانى اذا عرفت وقت الاتحاد المقوم فاعمل ميل الشمس وجهته وميل درجة القمر يساويه فاعمل عرضه معدلا بيهته . فان كان عرض القمر وميل درجته فى جهة واحدة فاجمعها وان كانا فى جهتين مختلفتين فخذ فضل ما بينهما و ذلك ميل القمر فى جهة ميل ٥ الدرجة ان كان العمل بالجمع وفى جهة الاكثر ان كان العمل بالفضل . فان كنت زدت عرض القمر لمعرفة ميله فانقصه من ميل الشمس وان كنت نقصت عرض القمر فزده على ميل الشمس ثم قس بين ما يحصل من ميل الشمس وبين القمر فان استويا فهو الوقت المصحح ، فنقول فى هذا ان ا لثر أعمال الهند مبنية على غير وثيقة وان كانوا ربما أتوا فيها ١٠ بالبدائع وكلهم يجمعون ميل درجة الكوكب الى عرضه او يأخذون فضل ما بينهما وليس من دائرة واحدة حتى يتها ذلك فيها، و اذا عرفنا المقصود سلكنا فيه الطريق الأصوب وأهملنا الخطأ فيه، وعلى مثله استخراجهم عرض القمر فى ضرب القسى والجيوب بعضها فى بعض .
- وما أمر به بولس فى هذا الموضع من استخراج عرض القمر ١٥ بيهته وهو انه ضرب جيب بعده عن العقدة فى عرض القمر الأعظم وقسم المجتمع على الجيب كله وضرب ما خرج فى بهت القمر المقوم وقسمته على بهته الأوسط فخرج عرض القمر الذى أمر به . و الذى أتخيله فى علته ان عرض القمر وان لم يتغير فى ذاته كجرم القمر ولكنه يصغر و يعظم بحسب زاوية البصر و صغر فى المنظر كائن فى موضع البهت ٢٠

الأصغر و العظم فى موضع الأ عظم، و الذى يخرج له اولا هو عرض القمر فى موضع البهت^١ الاوسط، و نسبه الى عرضه فى موضعه كنسبة البهت فى موضع البهت^١ الاوسط الى بهته المقوم فى موضعه، و اما الفصل الذى بعده فعلى ظنى به انه فاسد كذلك هو فى زيح كندكاتك بزيادة لفظ فى آخره، وهى وان كان مساويا لميل القمر فهو الوقت المصحح فان لم يستويا ولن يستويا أبدا فى المرة الاولى فقوس الحاصل فى كرددات الميل، و احفظ قوسه وكذلك هو فى زيح كردد^٢ تلك الآ انه بقوس الحاصل فى كرددات الميل من غير ان يقيس بينه و بين ميل القمر و يعتبر تساويهما اختلافهما .

- ١٠ (٣) فليكن : اد، من معدل النهار و : اب ج د ، منطقة البروج و : ب، موضع الشمس فيها وهذا من اول الخل : اب، و القمر على : ج ، و بعد مقومه : اب ج ، وميل درجة : ج م، و جرمه على : ك، من : ه ك ، فلكه المائل، فيكون : ج ك ، عرضه و : ك م ، ميل الحاصل بنقصان : ج ك ، من : ج م، و تقتصر بوضع واحد فان سائرهما لا يخفى منه على المتأمل شئ فبحسب ما امروا نزيد على : ب ز، ميل الشمس قوس : ١٥ ب ح ، من دائرته مساوية ل : ج ك ، فيكون : ز ، و : ح ، هو الحاصل

(١) من ب ، د فى و ، ، البعد (٢) ب : كون (٣) ابتداء شكل : ١٦٦ .



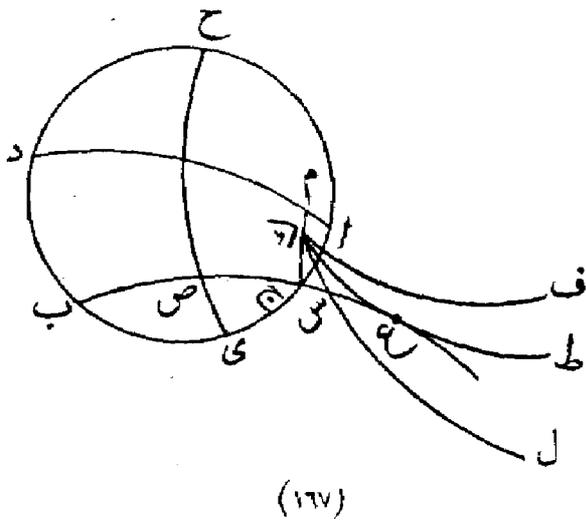
(١٦٦)

وبرهم كوبت^١ صادق في قوله وان
يستويا وكيف يساوي : ز ح ،
ك م ، و فضل : ب ز ، وحده عليه :
بى ، و : ي ح ، ضعف هذا الفضل ،
وقد انتهى العمل الى موضع التحير
فلو لم يكن العمل منحرفا عن
الصواب لما أمر فيه بتأمل المساواة
المتنعة .

واما : ز ح ، فتقويسه في كردجات الميل في هذا الموضع بمدار : ح
ط ، وتكون القوس المحفوظة^٢ : ا ط ، في زيادة عرض القمر على ميل
الشمس و متى نقص عرض القمر من ميل الشمس بقي : ي ز ، اعنى : ك
م ، ميل القمر وتكون قوسه في الكردجات : ا ص ، فلتكن القوس
المحفوظة احدى قوسى : ا ط ، ا ص .

قال بولس فان كان القمر في الجوزاء او القوس و ميله أقل من ميل
الشمس فمتنع في ميلها التساوى في جهة واحدة و حينئذ يؤخذ خيال الشمس
الأوسط حين يسير بمجموع المقومين ستة بروج و يكون ضعيف الأثر فاذا
بوفته كان القمر في البرجين المذكورين و ميله أكثر من ميل الشمس فمتنع
في ميلها ان يتساويا في جهتين مختلفتين و حينئذ يؤخذ خيال القمر بوقته
الأوسط ضعيف الأثر .

(١) راجع كتاب الهند للبيروني ص ٧٤ (٢) من ب ، و في و : المخطوطة هنا وفيها بدد .



(١) فتعيد فلك البروج

منقسما بنقطتي: 'ا'، 'د' الى نصفيه

الشمالي والجنوبي بنقطتي: 'ي'،

'ح' الى نصفيه الصاعد

و الهابط وجرم القمر على: 'ك'،

وقت خيال الشمس الأوسط

على نقطتي: 'ج'، 'ب'، ومدار: 'ب'، 'ج'، من الدوائر الصغار على سطح الكرة

وفلك القمر المائل من عظامها فيمكن فيما بينهما كل واحد من التقاطع

والتباين والتماس، فاذا قاطع كان مثل: 'ك'، 'س'، 'ل'، او كان مثل:

١٠ 'ك'، 'ع'، 'ط'، او باين كان مثل: 'ك'، 'ف'، و تقتصر ايضا بوضع واحد فيكون

اتحاد المدارين للتقاطع عند: 'س'، اذا كانت الشمس على: 'ب'، ولكنها

وقت كون القمر على: 'س'، فيما بين: 'ي'، 'ب'، كالاتحاد ايضا على نقطة

فيما بين: 'س'، 'ل'، ان لم يتفق حينئذ لمدار الشمس مع فلك القمر المائل

تماس او مباينة، واما اتحاد المدارين للتماس فانه عند: 'ع'، اذا كانت الشمس

١٥ على: 'ب'، ولكنها بين: 'ي'، 'ب'، وقت كون القمر على: 'ع'، ومداره

مباين للفلك المائل، فالاتحاد في هذا غير ممكن الكون وهو في الوضع الذي له:

'ك'، 'ف'، المباين اشد امتناعا لعدم التلاقي فيه، فاما اختصاص برجى الجوزاء

والقوس بالشريطة فلقربهما من المنقلب ولكنه يحتاج الى تحديدات آخر

ومقادير لعرض القمر الذي به القصور عن ميل الشمس، ولهذا قال غير بولس

(١) ابتداء شكل: ١٦٧ (٢) ب: س .

وهو برهمكوبت^١ فى كندكاتك ان استواء المثلين تمتنع اذا كان القمر فى وسط الجوزاء او وسط القوسين وبامتناع التساوى يبطل كون خيال الشمس وهذا خطأ اذا تجرد عن ذكر ميل الشمس فانه يقع على الأوسط والأوسط لاحالة كائن، وقال ايضا فى تصحيح زيج كندكاتك ان القمر فى البرجين المذكورين اذا كان قاصر الميل عن ميل الشمس ه امتنع تساوى الميلين، واذا فضل ميله على ميلها وجب التساوى بينهما ثم بولس قال بعد هذا فاما معرفة وقت تساوى الميلين فان القمر اذا كان من فلك البروج فى الأرباع الأفراد وميل القمر قاصر عن ميل الشمس فان الوقت الذى يستوى فيه الميلان مستقبل وان فضل ميله على ميلها فان الوقت ماض، واما فى الأرباع الازواج فان القمر اذا كان فيها ١٠ وميله اكثر من ميل الشمس فان الوقت مستقبل والآفهو ماض .

(٢) فنعيد صورة فلك البروج بما يحتاج اليه وليكن : ا ط ، منه

ربع الربيع و: ط ب ، ربع الصيف و: د ح ، ربع الخريف و: ح ا ، ربع الشتاء ، ف: ا ط ، د ح ، هما الربعان الفردان لأن سمتهما اول وثالث

وربما : ط د ، ح ا ، هما الربعان الزوجان . ١٥

فلتكن درجة القمر : د ، فى الربع الفرد و: ب ، موضع الشمس

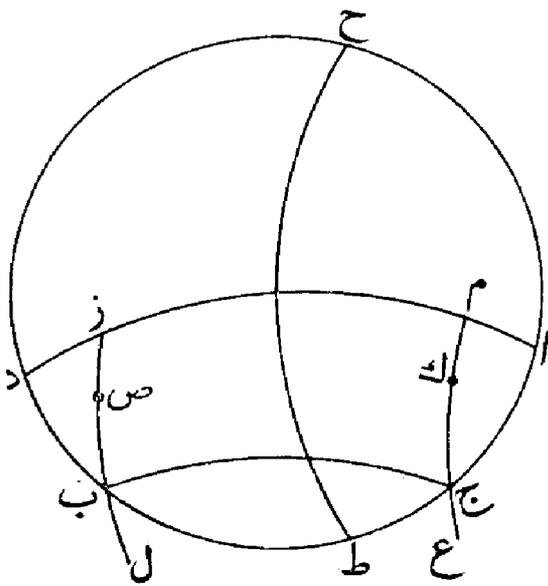
لخيالها وجرم القمر على : ك ، حتى يكون ميله^٢ اقل من : ب ز ، ميل

الشمس فلأن : د ، ميول درجات القمر الى التزايد وميول الشمس

الى التناقص فان التساوى فيما بين ميلى : ك م ، ب د ، كائى فى المستقبل

(١) راجع كتاب الهند ص ٧٤ (٢) ابتداء شكل : ١٦٨ (٣) من ب و فى و : مثله .

فان كان : ج ك ، عرض القمر متزايدا أ كسب الوقت بطؤا و تأخرا
وان كان متناقصا أ كسبه سرعة و تقدما ، ثم يعرض القمر على : ع ،
حتى يكون : ع م ، ميله أعظم من ميل : م ز ، فلو لم يكن للنيرين غير
ميلي : ج م ، ب ز ، لكان الوقت عند موافاة القمر : ج ، ولكن في :
٥ ج م ، زيادة و هي : ع ج ، فبيل القمر اذن لم يساو و الآ فيما بين
نقطتي : ا ج ، حين كان نظر ميل : ج م ، أصغر منه بحيث كافي مع
عرض : ع ج ، او نظيره مثل : ب ز ، او نظيره فاذن ذلك الوقت ماض ،



(١٦٨)

ثم لتكن درجة القمر : ب ، في

ربع زوج و درجة الشمس :

١٠ ج ، وليكن جرم القمر على :

ص ، فيكون : ص ز ، ميله أقل

من : ج م ، ميل الشمس لكن

متزائدا و ميل الشمس يسيل

درجة القمر متناقصا ، فالمساواة :

١٥ ز ص ، م ج ، متقدمة فالوقت

ماض ، ولنضع القمر على : ل ، ليكون : ل ز ، ميله أكثر من : ج م ، ليكون :

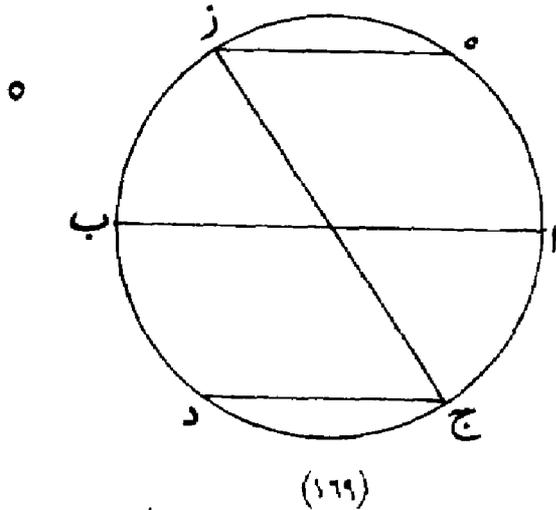
ج م ، متزائدا و : ل ز ، متناقصا ، فالمساواة كائنة بعد ذلك و الوقت مستقبل .

(١) ب : نقرض .

الفصل الثانى

فى تساوى مدارى النيرين

(١) علامة ذلك مساواة مجموع مقومى النيرين دورا تاما ، فليكن :



اب، من فلك البروج نقطتى الاعتدالين
 و: ا، منها اول الحمل ونصل : اب،
 ونخرج كل واحد من : ج د ، ه
 ز ، على موازاته ، و : ج ز ، قطر
 الكرة فمعلوم ان كسوفى النيرين
 وهما لاحالة على القطر ولنفرضه

- ١٠ هاهنا : ج ز ، اما كسوف الشمس وعند اجتماعها عليه من المركز فى
 جهة واحدة ، وليكن : ج ، واما كسوف القمر فعند كونها عليه فى
 جهتين مختلفتين عن المركز وظاهر ان مقوم كل واحد من النيرين اذا
 كان : ا ج ، لم يكن بينهما فضل ، فلذلك انضافت هذه العلامة الى
 كسوف الشمس ، واما اذا كان الشمس على : ج ، والقمر على : ز ،
 والتى : ا ج ، من : ا ج ز ، بقى : ج ب ز ، نصف دور ، ولذلك انضافت
 هذه العلامة الى كسوف الشمس ، واما اذا كان الشمس على : ج ،
 والقمر على : ز ، والتى : ا ج ، من : ا ج ز ، بقى : ج ب ز ، نصف
 دور ، ولذلك انضافت هذه العلامة الى كسوف القمر وصارتا مع
 ذلك علامتين لخيالهما بالجمع دون الفضل ، اما خيال الشمس فكائن على :

ج د ، فاذا كان الشمس على : ج ، والقمر على : د ، كان مقوم الشمس :
 ا ج ، ومقوم القمر : ا ج ه ، المساوى لـ : ب د ج ، فمجموعهما اذن ستة
 بروج وعلى مثال الحال اذا كانت الشمس على : د^٢ ، والقمر على : د ، فان
 مجموع مقوم الشمس يساوى : ب د ج ، وهو مع : ا ج ، مقوم القمر
 ه نصف دور ، ولهذا صارت علامة خيال الشمس مساواة مجموع مقومها
 مع مقوم القمر ستة بروج سواء ، واما تساوى مداريهما وهو كائن اذا
 صار احدهما على : ج ، والآخر على : ح ، او صار على : د ، والآخر على : ز ،
 لان كونهما على : ج ز ، او : د ه ، فان كان على مدارين متساويين فانه
 موجب كسوف القمر لان خياله فاذا كان على : ج ، ه ، كان مجموع :
 ا ج ، مع : ا د ب ، دورا ، واذا كان على : د ب ، كان مجموع : ا ج د ،
 مع : ا د ب ، المساوى لـ : ا ه ز ب ، دورا ايضا ، ولأجله صارت
 علامة خيال القمر مساواة مجموع مقومه مع مقوم الشمس اثني عشر
 برجا ، فعلمة الاجتماع وخیال الشمس غير متباينين الا باستعمال الفضل
 فى احدهما والمجموع فى الآخر ، وهكذا الحال فى علامة الاستقبال
 وخیال القمر . ١٥

وعند تصور^٢ الحال يكون عمل الاتحاد والتساوى واحدا ، فلنذكر
 باقى العمل مشتركاً بينهما ، قال بولس اجمع ميل الشمس وميل القمر
 لخیال ان اختلفت جهتهما وخذ فضل ما بينهما ان اتفقا واعكس الامر
 فى خيال القمر فاجمعهما ان اتفقت جهتهما ، وخذ فضل ما بينهما ان

(١) ب : ا ج د (٢) ب : ج (٣) ب : فصور .

اختلفتا ويسمى الحاصل محفوظا اول، وقد تقدم عليك باستقبال وقت
استواء المثليين او مضئية فافرض مدة من دقائق الايام معلومة واضربها في
البهوت الثلاثة اعنى بهت الشمس والقمر والرأس واقسم المبالغ على
مجموع بهتى النيرين فيخرج تعاديلها فان كان القمر مستقبلا فزد ما للنيرين
عليهما وانقص ما للرأس منه وان كان الوقت ماضيا فاعكس العمل
في الزيادة والنقصان، واحسب بما حصل ميل الشمس والقمر واعمل
منهما كما تقدم محفوظا ثانيا، ثم انظر فان كان الوقت مستقبلا فخذ فضل
ما بين المحفوظين وان كان الوقت ماضيا فاجمع المحفوظين ويكون الحاصل
منها جزء القسمة، ثم اضرب دقائق المدة المفروضة في المحفوظ الاول
واقسم ما بلغ على جزء القسمة فيخرج الزمان لوقت استواء الميلىين في
الاتحاد او التساوى، واعد العمل مرّات حتى يتفق ويصح وقت الخيال .
وقال برهمكوبت بعد القسمة على جزءها انه يخرج زمان البعد
لوقت الخيال ثم انظر الى المرة الاولى التى عملت فيها المحفوظ الاول
فان كان الوقت فيه مستقبلا كان هذا الزمان هو تأخر وقت استواء
الميلىين عنه وان كان فيها ماضيا وهو تقدم ذلك الوقت عليه، واعد
العمل مرّات حتى يتفق هذا الزمان على مقدار واحد .

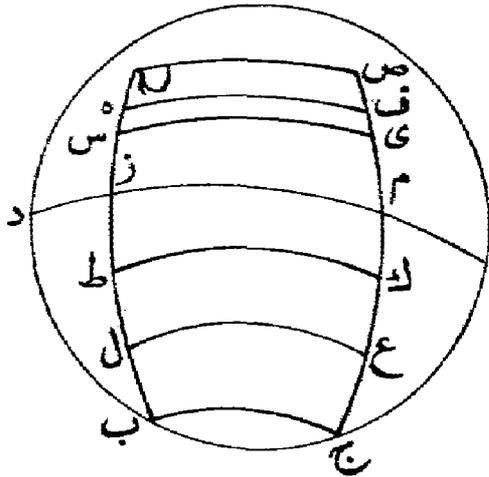
(٢) فليكن موضع القمر في الوقت الاول: ك، وميله: ك م، والموضع

الواحد من الأوضاع الأربعة ك: اب، فنفرض: ك م، قاصرا عن:

ب ز: ليكون الوقت مستقبلا، فاذا فرضنا القمر فيه في ربع فرد ونجعل

(١) من ب وى و: الليلة (٢) من ب وى و: المدة (٣) ابتداء شكل: ١٧٠ .

موضعه على طرف المدة المقروضة : ع ، وميله : ع م ز ، قاصرا عن : ب ز ، حتى يكون هذا الوقت الآخر مستقبلا ، ولنضع في خيال الشمس ان الميلين في جهة واحدة ونخرج فيما بين نقطتي : ك ع ، وبين ميل : ب ز ، مداري :



(١٧٠)

ك ط ، ع ل ، فلا يخفى ان المحفوظ

الاول هو : ط ب ، والمحفوظ الثاني

هو : ل ب ، فان : ط ل ، هو جزء

القسمة لأن نسبة الزمان الذي نقص

فيه من : ط ب ، المحفوظ الاول

مقدار : ط ل ، الى الزمان الذي يقف

فيه : ط ب ، بأسره ، وكان فانيا في

اوله كنسبة : ط ل ، الى : ط ب ، فاذا ضرب الاول في الرابع وقسم

المبلغ على الثالث خرج الثاني المطلوب فالقسمة ابدا على : ط ل ،

والخارج هو زمان : ط ب ، فاما : ط ل ، جزء القسمة فهو في هذا

الوضع فضل ما بين : ط ب ، ل ب ، المحفوظين لأن كلا الوقتين

فيه مجال واحدة من الاستقبال لكن : ط ، هو الوقت الاوسط فرمان :

ط ب ، الخارج يكون ما بين الأوسط وبين المصحح الذي يستوى

فيه ميلان فان كان ميل القمر : م ف ، في خلاف جهة ميل : ب ز ، جمعا

فكان : ه ب ، جملتها هو المحفوظ الاول ، وميل القمر الثاني ان كان

اقل مثل : ي م ، فالمحفوظ الثاني : س ب ، وان كان اكثر مثل : ص م ،

فالمحفوظ الثاني : ج ب ، والوقت مستقبل على كل حال ، فجزء القسمة

لذلك يكون فضل ما بين المحفوظين اعني : ه س ، او : ه ح ، او نظائرهما

فيما

فيما بين نقطتي : ه ، ب ، فقد استبان عمل بواس و المدة التي فرضها وهو ما اردناه .

- و نعود الى القوس المحفوظة الخارجة من كرددات الميل وما في غير كتابه من ذكرها ، قال برهمكوبت انظر الى القمر وقت الخيال الاوسط ، فان كان مقومه اقل من ثلاثة بروج فالقوس المحفوظة هي ٥ قوس القمر ، وان كان اكثر الى ستة بروج فانقص المحفوظة من ستة بروج وان كان اكثر الى تسعة بروج فزد المحفوظة على ستة بروج ، وان كان اكثر من تسعة فانقصها من اثني عشر برجا وما يحصل منها وهو قوس القمر فتمسها الى مقوم القمر لنصف النهار ، فان كانت اعظم منه فوقت الخيال ماض و الا فهو مستقبل ، ثم اضرب فضل ما بين القمرين ١٠ في بهت الشمس واقسم المبلغ على بهت القمر وزد ما خرج على موضع الشمس لنصف النهار ان كانت قوس القمر اعظم من مقومه في نصف النهار وبالعكس فيحص موضع الشمس لوقت الخيال ، وهكذا فاستخرج موضع الرأس ، وللمعرفة لوقت فاقسم فضل ما بين القمر على بهت القمر فيخرج زمان البعد قبل نصف النهار او بعده ، فاذا عرفته ١٥ وعرفت موضعى النيرين والرأس فاستخرج الميلين فان استويا فهو وقت الخيال المصحح و الا فاعد العمل مرات حتى يستويا ، فاما علة تكرير العمل فقد تكرر ذكره مرات ، واما القوس المحفوظة فقد اتضح من هذا العمل انه مقوم القمر لوقت استواء الميلين ، لكن الميل الموضوع في الكرددات بازاء ربع واحد ينوب عن سائر الأرباع ، فالقوس الخارجة ٢٠

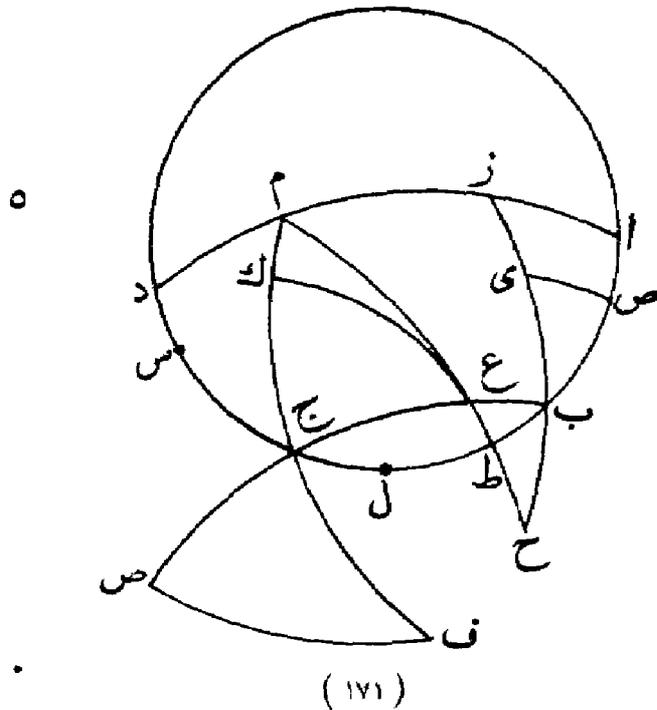
لا تفضل عن الربع ابدا وبعد المقوم وقتئذ يكون اقل منها واكثر،
 فالمحفوظة لا تخلو من ان يكون مقوم القمر نفسه، واما تتمته الى نصف
 الدور واما زيادته على نصف الدور، واما تكلمته الى كماله وموضعا
 القمر لا يتباعدان كثير بعد فلذلك يكون مقومه لنصف النهار دليلا
 على كيفية مقوم القمر الثانى حتى تنقل المحفوظة الى التشبه به، ومسير
 القمر فى ابعاض اليوم مناسب لبهته فى كنهه، فلذلك نسبة فضل ما بين
 القمرين الى بهت القمر كنسبة زمان الفضل الى اليوم ومضروب الفضل
 فى اليوم هو بعينه، فلذلك يخرج زمان الفضل بقسمة الفضل الى بهت
 القمر، وكذلك نسبة هذا الفضل الى بهت القمر كنسبة ما يسيره الشمس
 فى زمان الفضل الى بهتها، فلذلك ضرب الفضل فى بهت الشمس وقسم
 المبلغ على بهت القمر فخرج ما سارته الشمس او يسيره الى وقت استواء
 الميلين، وهذا عمل مفرد مغائر لما تقدم لبولس فان نظام ذاك انه
 عرف من نصف النهار وقت مساواة مجموع المقومين دورا او نصفه،
 وتدرج منه الى الوقت الذى استوى فيه الميلان بطريق قصر على
 تفاضل الميول، ونظام هذا انه ابتداء من نصف النهار و عرف فيه
 الميلين والقوس المحفوظة ومنها وقت الخيال وهو احسن من اجل ان
 تفاضل الازمة لتفاضل قسى فلك البروج اشد مطابقة منه لتفاضل الميول
 ولكن الشأن فى القوس المحفوظة فما ادرى لها وجهها غير هذا .

(٣) ولنعد بعض الصور المتقدمة والمقومات فيها لنصف النهار

(١) ب : مقوم (٢) من ب و ف و : ارى (٣) ابتداء شكل : ١٧١ .

فاذا

فاذا كان ميل القمر : ك م ، أصغر من : ي ز ، ميل الشمس و حصوله
بنقصان : ج ك ، عرض القمر من : ج م ، ميل درجته كان يينا ان



اتحاد المدارين على : ع ، من
فلك القمر المائل وكانت درجته

حينئذ : ل ، فاذا : ل ، زيد على :

ي ز ، في دائرته قوس : ب ح

مساوية ل عرض : ك ، وأخذ

قوسه من الكردجات كانت :

ا ط ، وقد احتسب بقوس :

ل ط ، مساوية لقوس : ج ل ،

فيساوي قوسا : ا ط ، د ل ، ولكن : ا ب ج ، مقوم القمر لنصف النهار

اكثر من ثلاثة بروج في هذا الوضع ، فاذا التقى : ا ط ، اعنى : د ل ، من

نصف الدور بقي : ا ب ل ، قوس القمر و : ل ج ، فضل ما بين القمرين

وليس يبعد القدر عن : ك ع ، فيما صغر من القسي ، وليكن القمر على :

١٥ ف ، فيكون ميله : ف م ، أعظم من : ب ز ، وحصوله بزيادة : ج ف ،

العرض على : ج م ، ميل الدرجة فيفضل من ميل : ب ز ، قوس : ب ي ،

مساوية ل عرض : ج م ، ويقوس الباقي في الكردجات فتخرج

القوس المحفوظة : ا ص ، وقد علم ان اتحاد المدارين يكون عند موافاة

القمر نقطة : ص ، من فلكه المائل وحينئذ تكون درجته : س ، فأخذ

قوس : د س ، كأنها مساوية لقوس : ا ص ، و القاها من ستة بروج فيقي :
اج س ، مقوم القمر الثانى و : ج س ، فضل ما بين القمرين ، و هذا
ما اراه فى آراء الهند فى هذا الباب و اما اول هذا الوقت و آخره فعلى
مثال بدو الكسوف و تمام انجلائه .

٥ وقال بولس اجمع مقدار الشمس الى مقدار القمر وخذ نصف
الجملة وسمه نصف المقدارين ، ثم اضربه فى ستين واقسم ما اجتمع على
فضل ما بين بهى النيرين فتخرج دقائق السقوط من يوم ، ثم ضع
الوقت المصحح فى مكانين و انقص دقائق السقوط من الاول فيبقى وقت
بدو الخيال و زد دقائق السقوط على الآخر فيجتمع وقت تمام انجلاء
١٠ الخيال و الوقت المصحح بينهما لوسطه ، و قد مر من هذا فى الكسوف ما
اغنى و هذا لأنه اقام الشمس من مدارها على موضع تقاطع المدار و الفلك
المائل و هى سائرة الى التوالى و قد لحقها القمر كما يلحقها للكسوف فصارت
مدة المرور عليها ذات بدو و وسط و انجلاء على هيئة مدة الكسوف
و استويا فى استخراجها .

تمت المقالة الثامنة من القانون [المسعودى

١٥

والحمد لله وحده و الصلاة على من لاني بعده]

(تم الجزء الثانى المشتمل على المقالة الخامسة و السادسة و السابعة و الثامنة
و يتلوه الجزء الثالث من المقالة التاسعة الى آخر الكتاب)

(١) ما بين الحاجزين من ب .

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

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.

The New Programme of these Publications was first announced in 1951 at the XXII Session of the International Congress of Orientalists at Istanbul and was 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

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 Series

SCIENTIFIC WORKS

- (I) The *ŞUWARU'L-KAWĀKIB* of Abu'l-Ḥusayn 'Abdu'r-Rahmān aṣ-Şūfī (d.986 A.D.). (Description of the 48 Constellations and revision of Ptolemy's *Almagest* or *Syntax* .
- (II) The *QĀNŪN-I-MAS'ŪDI* 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 *ḤĀWI 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-Rāzī (d. 938 A.D.) . (Criticism of the Sciences of Tradition and Traditionists) . Vol. IV, pts. i-ii .
(Whole work completed in 9 vols) .

(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*).



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,
Dāiratul-Mā'arif-il-Osmania,
Hyderabad-Dn. 7

M. Nizāmu'd-Dīn
(Editor-in-Chief)

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-Bāqīya* 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 *Dāīratu'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

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-Mās'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-Mās'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

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 Archaeological 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 Frankfurt 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 prepared 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.

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 Krause 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.

(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 Herculean 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-'Abidin 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.

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 Dāīratu'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

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.

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 *عنها في الجنوبية و تسمى ثلثان القطعان* 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 authenticity of both the Mss.

as the variants are negligible. It is denoted by the letter "O" for Oxford or "1" 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 acquisitions as one of the priceless possessions of the Bibilothèque 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. abī'alī who transcribed it in Işfahan 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-Manşūr-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

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 authenticity. 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 *Makinnu'd-Dawlatain* Abī 'Alī Ahmad b. Ismā'il whose native place or kingdom is not recorded. It is no doubt transcribed 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 Abū'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-

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-Husayn 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

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 parts and written on Khān-Bāligh paper with bronze coloured ink. Frontispiece and Unvans of chapters are in ornamental Kufic characters with endorments 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 endorment 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 ۛ 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,

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-Faḥ Naṣr b. Muḥammad b. Ḥibatu'llah b. Maṣṣūr, 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

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 Tübingen 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 transcription till he reaches the end of 11th *Maqāla* or the end of the book.

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 footnotes.

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, partly 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.

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 Jumada II 673 A.H./ December 1274 A.D., sixteen years after the fall of 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 7 in our edition and foot-notes.

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

* * * * *

THE PLACE OF THE *QĀNŪN-I-MAS'ŪDI*

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 Ghaznaḥ, where he came under the patronage of the Ghaznavi Sultans Maḥmud

(1. G. Sarton, Introduction to the History of Science I, 797. Baltimore, 1927.

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'l-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 Mahmūd, 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

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.

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 Naṣir 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

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 astronomical 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

Calendric 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.

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-hi jra*, 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'rikk 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-zīq* (the measure of a chord), which may be traced to a Persian word which he writes « ۰ ۰ ۰ » 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

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° , the properties of the nonagon, and the relation between the circumference and diameter of the circle by successive approximation. al-Bīrūnī's value of π 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 $15'$ whereas that of the *Surya Siddhānta* had been in intervals of $3^\circ 45'$. 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

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

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

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

$$Phi = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

This expression, written as $Phi = h_1 + \frac{1}{2} (h_2 - h_1)$, actually occurs as early as al-Battani (c. 929 A.D.); and again, $h_1 - \frac{1}{2} (h_1 - h_2)$ 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 ($33^\circ 35'$) for the latitude of Ghaznah. A table of meridian heights

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

$$\sin \Delta = \sin \epsilon \cdot \sin \lambda$$

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

$$h = 90^\circ - \phi + \Delta$$

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

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

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-

cated mathematical section using Euclid, VI, and 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'ūdī*. 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

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-Bāqīya* , (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 Völker*, Leipzig, 1878. English edition, London, 1879.

We end with a quotation from E. Sachau's preface to the English edition of *Ta'rikh 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.

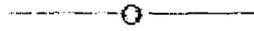
Dated 9th January 1956,)
University of Exeter,)
England)

H.J.J. WINTER

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

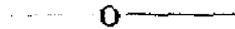
Al-Biruni and His Magnum Opus
Al-Qanunu'l Mas'udi

(AN INTRODUCTORY DISCOURSE
ON
THE ARBIC TEXT)



By
Syed Hasan Barani

(Off-print)



Printed & Published
by
The Dāiratu'l-Ma'ārif-il-Osmāniya
(Osmāniya Oriental Publications Bureau)
Hyderabad-Deccan
INDIA

1956 A.D./1376 A.H.

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

والله اسئل ان يوفق للصواب ويعين على درك الحق ،
ويسهل سبيله وينير طريقه ، ويرفع الموانع عن نيل المطالب المحموده ،
بمنه و سعة جوده ، انه 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-Taḥdīd* p. 45)

فأنتى لا أبى قبول الحق من أى معدن وجدته .
(كتاب التحديد ص ١٠٤)

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

THE MILIEU

A very early tradition tells us that when al-Bīrūnī dedicated his *magnum opus* to Sultān Mas'ūd of Ghaznah, after whom the work is named, the Sultān 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.

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

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 trigonometrical 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

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 & X 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-Samh 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 Buwāhids 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.

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 Maṣṣūr b. 'Alī b. 'lrāq, 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

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 succeeded his father in 388 A.H. (998 A.D.). Time had healed the old wounds and al-Bīrūnī found in 'Alī and his Vazir Abu'l-Husain Muḥammad b. Aḥmad al-Suhailī 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. (1017 A.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 detenué in the fort of Nandna, where, however he was able to carry out his measurements of the Earth's

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.

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 mathematics 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

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 Maḥmūd'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-

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 appears 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

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. (11th. 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

what a balanced and mature mental critique he had developed, is not easy to imagine. He is a most independent scholar and no respecter of personalities where truth is concerned. He was always very critical of Aristotle's scientific theories, and no less of Ptolemy's and pointed out boldly 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.

AL-QĀNŪNU'L-MAS'ŪDĪ

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 Trigonometry 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

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-Magestii' 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-Taḥfīm* 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

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-Istī'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 بكلينه جرم مستدير الشكل متناه في 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:

ولم تشاهد ذلك قط لصخرة مثلا او مدرة ولم يشعر بقوة هذا الجذب
انسان (ص ٤٣)

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 في اطرافه
فهو متحرك بحركات مستديرة مكانية حول الوسط الذي هو حقيقه السفلى
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.

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 occurrence 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* :—

وقد رأيتُ لأبي سعيد السجزي اصطراباً من نوع واحد بسيط غير مركّب من شماليّ وجنوبيّ سمّاه الزورقيّ ، فاستحسنته جداً لاختراعه إيّاه على اصل قائم بذاته ، مستخرج بما يعتقدّه بعض النّاس من أنّ الحركة الكليّة المرئية الشريّة هي للأرض دون الفلك . ولعمري هي شبهة عسرة التحليل صعبة المحقّ ، ليس للحولين على الخطوط المساحيّة من نقضها شيء ، اعني بهم المهندسين و علماء الهيئة ، على أنّ الحركة الكليّة سواء كانت للأرض أو كانت للسماء ، فإنّها في كلتا الحالتين غير قاذحة في صناعتهم ، بل ان أمكن نقض هذا الاعتقاد وتحليل هذه الشبهة فذلك موكولٌ إلى الطبيعيين من الفلاسفة .

" 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 10th and 11th 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

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 acceleration 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 التي بها يتحرك الجسم الثقيل الى مركز العالم
 (ب) والجسم الثقيل هو الذي يتحرك بقوة ذاتية ابدا الى مركز العالم فقط اعنى ان الثقل هو الذي له قوة تحركه الى نقطة المركز و في الجهة ابدا التي فيها المركز ، ولا تحركه تلك القوة في جهة غير تلك الجهة .

و تلك القوة هي 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-Taḥdīd* we have a long discourse on this subject. Against the prevalent philosophical ideas of the Universe he has

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 الطيب البستي في مبدأ العالم و انتهائه ،
(في 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-Taḥdīd*.

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

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 even our 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 (في كرية 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 sacrosanct:—

ولكننا نقول اولاً ان القدماء ومن اهل هذه الصناعة لم يكن غرضهم

المقصود معرفة شكل الشيء في كرفته او غير ذلك بل كان الغرض وجود السبل في كل حين الى ومعرفة موضع الكواكب و ابعاد بعضها من بعض (ص ٤) .

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

وهذا الشكل يمكن ان يكون كرويًا كما يمكن ان يكون بيضيًا او عدسيًا او اسطوانيًا او مخروطيًا او مضلعًا، فليس استدلال بطليموس بثبات اقدار الكواكب في جميع نواحي السماء و جهاتها على حال واحدة يناف للتضليل عن الشكل، انما هونافية عن نفس الحركة و الرسوم التي 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

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 AbūNaṣrMaṣūr rightly remarked: This only shows that human knowledge, like human nature is

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 في الجبلة الاولى على آثار
الحكمة و الاتقان و الصنعة و حسن التقدير او انتظام التدبير -
(رسالة كرية السماء ص ١٠ - ١١)

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 Maqāla to the end of the next Maqāla (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 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 be 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

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 $23\frac{1}{2}$ degrees.

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

(زاوية 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 $23^{\circ} 51'$ 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 continuously 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 $23^{\circ}-35'$ tallied with those obtained by his illustrious predecessors like Muḥammad and Aḥmad sons of Mūsa, al-Battānī, 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 Naṣīru'd-Dīn 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.

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-Bīrunī and his *at-Taḥdīd* mainly concerns with it. There he mentions that he had an idea of compiling a Geography, combining the features of the Sāmānid Minister al-Jaihānī'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. Zekī Validi Toḡon has already published some extracts from the *al-Qānūn*, *as-Saidana* and *al-Jamāhir* in the above mentioned Memoir entitled *Bīrunī's Picture of the World*, particularly from the *at-Taḥdīd*, 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

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

- (١) كتاب تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن في ١٠٠ ورقة
- (٢) وكتاب تهذيب الاقوال في تصحيح العروض و الاطوال في ٢٠٠ ورقة
- (٣) وكتاب تصحيف المنقول من العروض و الاطوال في ٤٠ ورقة
- (٤) و مقالة في تصحيح الطول و العرض لمساكن المعمور من الارض
- (٥) و أخرى في تعيين البلد من العرض و الطول كلاهما في ٢٠ ورقة
- (٦) و مقالة في استخراج قدر الارض برصد انحطاط الأفق عن قتل
الجبال في ٦٠ ورقة

(٧) في غروب الشمس عند منارة اسكندرية في ٤٠ ورقة

(٨) في الاختلاف الواقع في تقاسيم الاقاليم في ٢٠ ورقة

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

رسالة لليروني، (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 dealt 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 Afghanistan 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

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 في حصّتي الشرق والغرب وليس فيها مانع 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

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, Selavs 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 (الزايج والزيجات وقير والوقواق والزنج ومثله) 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

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 parties 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 $56 \frac{2}{3}$ Arabian miles and the Earth's circumference 20,400 miles, which according to my calculations come to 364,106 $\frac{1}{4}$ feet, and 24,825 $\frac{3}{4}$ English miles respectively and when compared with the modern calculations the former exceeds by $\frac{5}{11}$ 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 $\frac{1}{2}$ miles in the circumference 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

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

70 degrees only. al-Bīrūnī determined that the difference between the Longitudes of Baghdad and Ghaznah amounted to $24^{\circ}-20'$, wonderfully close to the actual difference of $23^{\circ}-34'$, considering the fact that it was by indirect method of calculating from distances and directions that this result was obtained. He, however, admitted that in spite 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-Battānī's 100 only and the contents of some contemporary geographical works like *Hududu'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-

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 Greenwich Meridian its position is 4, 48 W and 37, 52 N. al-Bīrūnī's coastline should, therefore, be some 14, 28 W of Greenwich 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 Greenwich line Baghdad is 44, 30 E and 33, 18 N. In *al-Qānūn* it is 70 E and 33, 25 N. Here again the Latitude corresponds, but the Longitude exceeds the correct 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

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 *Kitāb-u't-Taḥdīd* he remarks that

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. Unfortunately 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 | $33^{\circ} 35'$ | Lamghan | $34^{\circ} 43'$ |
| Kabul | $33^{\circ} 47'$ | Purshavar | $34^{\circ} 44'$ |
| Kandi, the guard-station of the prince | $33^{\circ} 55'$ | Waihand | $34^{\circ} 30'$ |
| Dunpur..... | $34^{\circ} 20'$ | Jailam | $33^{\circ} 20'$ |
| | | The fortress Nandna | $32^{\circ} 0'$ |

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

| | |
|-------------------|------------------|
| Sialkot..... | $32^{\circ} 58'$ |
| Mandakkakor | $31^{\circ} 50'$ |
| Multan..... | $29^{\circ} 40'$ |

We have not travelled beyond the places mentioned

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

By the time he wrote *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 1/2 degrees, while according to the modern calculations it should be 17 degrees, thus making al-Bīrūnī's estimation short by 3 1/2 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 1/2 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

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 $2\frac{1}{4}$ 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 degree 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 $\frac{3}{4}$ degree and Latitude by $4\frac{1}{4}$ degrees, Cambay by two degrees both ways and Bharoach by $\frac{1}{2}$ degree (Latitude) and $1\frac{1}{4}$ (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

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 $\frac{1}{2}$ of a degree, Jhelum's Longitude by less than $\frac{1}{2}$ and Latitude by less than $\frac{3}{4}$ 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 Mandakaur (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

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

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 معمره و تصحيحها في 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 Roger II. Unfortunately 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 the point mentioned by the two Greek Astronomers. al-Bīrūnī mentions one by one the observations by Al-Mamun's

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-Raqqā 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 $70 \frac{1}{3}$ years to cover a single degree of Heavens' circle, and $0^{\circ} 0^I 7^{II} 44^{III} 54^{IV}$ 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 found the length of the Tropical year to be 365 days 5 hours and about 56 minutes.

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 Damascus 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 Damascus, 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

al-Bīrūnī 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 $47 \frac{1}{2}$ 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

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 prominences noticeable during the total eclipses were just like the flames arising in the atmosphere round some burning body (p. 646) .

و اما ذوات الاذئاب التي يقال لها ترى حول الشمس المنكسفة وقد اتضح من العلم الطبيعي انها دخانيات ترتقى الى حيث تلتهب في 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.

هذه الكواكب كثيرة جدا بحيث لو حددت من السماء بقعة وانعمت
التأمل لما فيها من الكواكب وجدته كالفئات عن التحديد لأجل
الكثرة (ص ١٠١٠) .

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

ويعجز البصر من الضبط والتحديد (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 obser-
vations 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-Rahmān
b. Ibnul-Şūfi, 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-
Rahmān's unrivalled performance and considered him as
a specialist to be the best informed of all the angles and
minute of his subject.

واما ابو الحسين فما كان يهيمه من العلم ما كان يهيم بطليموس وانما
افنى عمره فى هذا الفن حتى عرف به وقاصر الهمة على شىء واحد

اكثر استغراقاً له و اصدق تبعا لزواياه و دقايقه من 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-Şufi, 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

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

He adopted the revised magnitudes of Ibnus Ṣūfī.

والذى سنورده من اعظامها مع الذى في 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

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 preferred 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, $\frac{1}{4}$ according to Ibn Ynnus and $\frac{1}{3}$ according to al-Bīrūnī. This is in

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 آن از نادرستی نتوان دانستن مگر برصد های بسیار و باریک و مدت های 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

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.

فالأحوال الطبيعية الدائرة في السنة منصرفه إلى انتقال الشمس في
المنازل (ص ١١٢٦) .

AL-BIRŪNĪ'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.

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

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.

وقد استبان للعيان تخلف الحركات التي عند الهند والقدماء وعند
ابرخس و بطليموس عن الرؤية تخلفا كثيرا و اوقات الكسوفات مع ذلك
مقاربة لاصولهم فدل ذلك على ان ما غشى حركة القمر منه مناسب
لما غشى 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.

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 ancient observations, he has computed it as a little more than $29\frac{1}{2}$ days, (to be exact $29^{\circ}31'50''8'''9^{iv}20^v13^{vi}$). He has determined its daily average to be $13^{\circ}10'35''2'''6^{iv}$ (or in the alternative $7^{iv}10^v4^{vi}$) (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 $13^{\circ}10'34''2'''7^{iv}17^v8^{vi}25^{vii}57^{viii}25^{ix}42^x$ and the second $13^{\circ}3'13''54'''8^{iv}5^v31^{vi}32^{vii}9^{viii}44^{ix}$. 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 في تدقيقه و تحقيقه* (p. 745).

Just to illustrate al-Birūnī'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-Birūnī's mean motion is the closest approximation to the modern researches which compute it as 13°

10ⁱ 34ⁱⁱ 52ⁱⁱⁱ 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 determined by Ptolemy, against $4\frac{1}{2}$ of the Indian Astronomers and al-Battani and $4\frac{2}{3}$ of al-Mamuns' Astronomers, Yahya b. Abi Mansur & 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).

و لم 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 $63^{\circ} 52' 40''$ times of the Earth's radius and the shortest $31^{\circ} 55' 5''$ (p. 844). As to its diameter he rejected al-Battani's calculation of $33^{\circ} 33' 20''$ 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

relation of $2 \frac{3}{5}$ 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 بطليموس اخذ قطر القمر في البعد الأبعد مساويا لقطر الشمس معتمدا فيه الوجود بثقتي ذات الشعبتين ولم يجعل لقطر الشمس اختلافا باختلاف ابعادها في فلك الاوج تهاونا بذلك ومخيلا اياه على الغيبة عن الخير مع ايجاب الحال اياه ظاهرا له (ص ٨٦٨)

وقد اتضح ان القمر في أبعد بعده عن الارض يقصر عن كسف الشمس بكليتها وهي عند اوجها واما اقصره عن ذلك اذا كانت هي عند حضيضها وما حكيناه عن الايرانشهرى في كسوف الشمس يشهد بخلاف ما بنى عليه بطليموس وان الكسوف التام لا يمكن الشمس الا في 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).

ولما لم يكن وقع الينا كسوف للشمس تام مرصود في وقت معلوم ولا من الارصاد المحققة ما يمكن به الوصول الى هذا الباب من غير تسلم ما أسسه بطليموس . (ص ٨٧٣)

That al-Bīrūnī was perfectly justified in his doubt is

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 immeasurable by our instruments and remains an object for conjectures." (p- 857).

واما 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 $\frac{1}{2}$ of the 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 $\frac{1}{7}$ of the Sun's diameter, those of the second $\frac{1}{4}$, the third $\frac{1}{21}$, the fourth $\frac{1}{24}$, the fifth $\frac{1}{27}$ and the sixth $\frac{1}{36}$. He did not mention if he had himself determined them nor did he explain the method by which he had arrived at his results.

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 *Kitāb al-Taḥḥīm* 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 mediæval 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

with having perfected the theory of planetary motions in the best possible manner (p. 1161). Herein al-Bīrūnī 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 do not propose to enter into the details, as there is apparently nothing very much novel to mention,

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-Kusu-fain*, "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 في المدارين المحتدين والمتساوين وسمته بخيال الكسوفين
عند الهند، وهو معنى مشتهر فيما بينهم، لا يخلو منه زيغ من ازياجهم؛
وليس 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-Birūnī, is an altogether uncertain affair and predictions do not some-

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-Hāsib 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-Bīrūnī 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-Haitham, 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 occurred 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-Haitham'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

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 Muslims, 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

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 indispensable 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 نزدیک بیشتر مردمان احکام نجوم ثمره علیها ریاضی است ،
هر چند 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

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.

فان صناعة الاحکام علی وهی اصولها و ضعف فروعها، و اختلاف
قیاساتها، و غلبة الظن 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

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 occurrences 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

were too difficult and complicated to find place in the earlier and more elementary 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

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".

وانما ذكرت هذا ليكون للناظر مانعا عن الهذيان والتلفيات
فلا يشتغل بالاثني عشرية في 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.'

والحق لا يتبع 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.

ومبدأ العالم متى كان مجهول الوضع ، جال العقل في مبدئه ، ولم يهتد
الى تبيانه (ص ١٤٧١)

Traditional lore and religious books differ hopelessly

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 كل حال فساكنى 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

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:—

وان آخر الله في الاجل وساعد القدر اتصبت اتصابا ثانيا .

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

works and in his opinion, were indispensable 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 الهند، في حساب التنجيم جاء ما تم منه في
 ٥٥٠ ورقة

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

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

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 Dāīratu'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

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-Taḥdīd*, 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

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, | } | Syed Hasan Barani |
| Bulandshahr, U.P., | | |
| Friday, the 15th June, 1956 | | |



CORRIGENDA

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