

رسالة في تسطيح الكرة
مع تلخيصها
بالفارسية

عملها اكبر دانا سرشت

هدية تذكارية أقدمها إلى
الحكيم محمد سعيد الذي اقام
مؤتمراً الفياً لابي الريحان
البيروني في باكستان و إلى
المشاركين فيه وقد عكس هذا
المؤتمر وجه الفلكي الشهير .

این رساله در تسطیح کره بر سطح مستوی است و از چهار نوع تسطیح که
علمای ریاضی اسلام ابداع کرده اند در آن گفتگو شده است .

بها شصت ریال

از این رساله هزار نسخه در چاپخانه حیدری بطبع رسید وزیر شماره ۱۶۵۴
مورخ ۱۲۵۳/۱۳۵۳ ثبت کتابخانه ملی شد .

آثار الباقیه

تألیف ابوریحان بیرونی

ترجمه: اکبر دانا سرشت

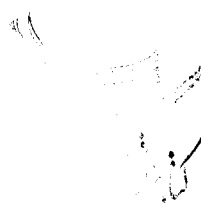
این کتاب حاوی يك رشته معلومات نجومی مربوط به سالهای و ماهها و تواریخ
امم معروف است و پر و فسور زاخائو به کومك دو مهندس آلمانی آنرا از عربی
برای حوزه سلطنتی انگلستان به انگلیسی برگردانیده است و به چند زبان
زنده، نیز ترجمه گشته است.

ترجمه

روانشناسی شفا

مَحْفُوظٌ بِاللَّهِ هُنَاكَ

این کتاب به خامه زاخائو به انگلیسی ترجمه شده و ابوریحان آنرا
از صدها اثر سانسکریت انتخاب کرده، و تمهاده فصل آن به فارسی ترجمه
شده که مربوط به فلسفه‌ی هند است و بنای بیشتر افکار تصوف



بسم الله الرحمن الرحيم

♦ لا يكفى سرد مسائل تعليمية فى كتاب ليكون مملئها احد علماء الرياضيات ،
و نحن نرى فى زماننا هذا بعض اصحاب هذه الصناعة نشروا ما تعلموا من اساتذتهم
فى كتاب و بعضهم لم يكتبوا حرفا واحدا رغم انهم ارفع عملا و اوفر علما .
و الملاك كل الملاك ان يكون الشخص من علماء هذا الفن ان يأتى بفكرة
جديدة فى هذا المضمار ، و اذا نظرنا من هذه الزاوية الى البيرونى نراه ممتن بعد
بحق من هذه الطبقة من العلماء ، اذ اتى بفكرة جديدة لم تكن معلومة قبله و حقق
كشفا علميا جديدا فى علم الرياضيات .
مما ابدعه البيرونى هو التحقيق فى فكرة تسطيح الكرة على السطح المستوى .
و هى من اصعب المسائل التى انفق علماء اليونان اعمارهم فى بحثها قبل البيرونى
ولم يصلوا الى نتيجة حولها .
و ما دعائى لطرق هذا البحث و التعرض الى هذه المسألة على قصر باعى ، هو
طعن علماء الافرنج فى المسلمين ، و ادعاؤهم انهم لم ياتوا فى مسألة التسطيح بشيء
جديد و يكفى ان اقول :
لما كانت حاجة علماء الفلك و الجغرافيا ، لمعرفة امكنة الكواكب فى الكرة
السماوية و كذلك تعيين امكنة البلاد فى الكرة الارضية ، لتعيين الكسوفات ، واستخراج

مقادير الايام والليالي وغير ذلك من المواضيع الرئيسية في علم النجوم وعلم جغرافيا ،
فقد ركز العلماء جهدهم على الوصول الى هذه الغاية ، و الذى يخطر على البال
لاول وعلة هو تصوير الكواكب على كرة صناعية واثبات امكنة البلاد عليها ، وهذه
اسهل الطرق و اكثرها بدائية و لكنها غير ممكنة في صغار الاكر ، و ممكنة في
كبارها ، و الكبار منها عزيزة الوجود كبيض الانوق ، و صعبة الحمل و النقل ،
و لذلك ذهب العلماء الى نقل الصور و الاماكن الى بسيط السطوح المستوية فما
صعب في الاكر سهل فيها .

يقول البيروني (وقفت على كتاب بطلميوس في صورة الارض الموسوم بجغرافيا
او (صورة الارض) و فيما حكاه فيه عن مارينوس من الارشاد الى كيفية تصوير
صورة الارض على سطح مستو ، فامر بتخطيط خطوط موازية لخط الاعتدال واقامها مقام
دوائر العرض ، وبتخطيط خطوط موازية لخط نصف النهار واقامها مقام دوائر الاطوال ،
وزعم ان تقاطع دائرة الطول في البقعة المطلوبة مع دائرة عرضها هو موضعها في سطح التصوير
وبمثل سهاج بن جابر البتاني في رسمه حتى اراد استخراج سمت القبلة و موضع مكة من
الارض وعمل مثل ذلك . فاخذ من طرف الاعتدال الاقرب الى مكة في محيط الدائرة مقدار
فضل ما بين العرضين من جهة الجنوب ، ان كان عرض مكة اقل من عرض بلدنا ، او من جهة
الشمال ان كان عرض مكة اكثر منه واخرج من منتهى خط العرض ، موازيا لخط الاعتدال ،
ثم اخذ من طرف خط نصف النهار الواقع في جهة خط العرض ، مقدار ما بين الطولين
الى الجهة التى فيها مكة عن البلد ، و اخرج من منتهى خط الطول موازيا لخط
نصف النهار وزعم ان تقاطع خط الطول مع خط العرض هو موضع مكة في سطح
الارض واستخرج به حينئذ مقدار بعد سمته وذلك من عمل سمت القبلة فاطى
قد استدر كه عليه عامة العلماء في كتبهم فسمى سمت القبلة كابى سعيد احمد بن محمد
عبد الجليل السجزي وكابى منصور بن عراق ، وكابى محمود بن حامد الخضر الخجندى)
نقلا عن رسالة تسطيح الصور و تبطيح الكور .

و من البديهي ان الدوائر و النقط التى في الكرة لا تنتقل الى السطح بمثل

هذا العمل، لامتناع وجود النسبة المنطقية بين الخط المستقيم والمنحني، والحقيقة ان اول من انتقد مارينوس هو بطليموس اذ نسب هذا العمل الى العوام، و حاول اصلاح النظرية و ازالة ما يشوبها .

فكتب يقول : (فلمولاء ان كتب الخطوط التى هى من اجل دوائر نصف النهار مستقيمة ، و الخطوط المتوازية في دوائر ترسم حول نقطة واحدة ، تخرج منها جميع الخطوط الاولى معتبرة مركزا يقع في ناحية القطب الشمالى فهو جيدكى تبقى المشابهة لوضع الارض، وصورتها المرئية في بادىء النظر قبل الكل ،وينبغي الا تميل احدى دوائر نصف النهار الى المتوازيات، وتلاقى كلها في قطبها المشترك).

نقلًا عن جغرافيا لبطليموس

و شرح بطليموس يقصد من بيان المشابهة في هذه الخريطة قائلا : اذا نظرنا من وسط ربع الكرة الشمالى الى انصاف النهر ، وجدنا خطوطا مستقيمة ولكن نرى المدارات التى تمر فوق رؤسنا على شكل دوائر ، ولذلك نخرج من نقطة نفرضها القطب للتسطيح ، تعيين خطا مستقيما يقطع القوس الذى يقدر بمائه وثمانين درجة . اى طول المعمورة بحصص تبلغ الفواصل بينها خمس درجات ، خمس درجات اى ثلث الساعة ، و اضاف اننا نحتاج الى معرفة مساحة درجة واحدة من دائرة الاستواء لنجعلها حجر الزاوية في قياسنا ، و كان مارينوس قد استعان قبله للوصول الى هذا الهدف بمعلومات التجار الذين قطعوا البحر الهندي وحفظوا استقامة الخط بالاستعانة بالآلات الظلّية و الاطرلابات و كذلك باستقامة ارتفاع القطب في فواصل متساوية ، كما انهم راعوا الخسوفات لتعيين اختلاف الاطوال بين البلاد و معرفة اول درجة و اخرها و وجدوا طول درجة واحدة في الاستواء ، خمسمائة استاذيا، و بعد ذلك علموا اطول الساعات في البلاد التى ^(١) ارادوا تعيين عرضها و طولها و اقاموا تناسبات بين

١- المناسبة بين طول الساعات و درجة واحدة من الطول هى ان خمسة عشر درجة تساوى ساعة واحدة و اذا حصلنا على هذا يمكننا بالنسبات بين الساعات ان نعلم عروض البلاد كما فعل بطليموس .

جميع هذه المعلومات و تم ذلك كما يقول بطليموس بطرق هندسية اى الخطوط المستقيمة التى تدعى اوتار الدوائر ، و رسموا عروض البلاد و قسموها الى ثلاث وستين درجة فوق جزر بريطانيا ، ولم يكن لديهم معلومات عن اسكندنافيا ، وعينوا فواصل اطوال البلاد بالكسوفات القمرية و كذلك رسموا خريطة لربع المسكون و عمله هذا بعيد عن الصحة كل البعد ، و قد بقيت نظريته حتى العصور الاسلامية مجمدة لا يطرأ عليها اى تغيير .

و اذا نظرنا نظرة فاحصة الى هذه الخريطة نراها عملا بدائيا ، حتى يمكن ان نقول انه عمل عامى كما قال بطليموس عن عمل مارينوس ، و العمل بالا وتار دون العمل بالنسب الموجودة في المثلثات بعيد عن الصحة و اذا وضعنا البصر في مركز الكرة و نظرنا الى نصف نهار واحد نرى تصاويره على الصفحة مختلفة و اذا رفعنا البصر عن مركز الكرة ووضعناه ثانية في طرف قطر من اقطار الكرة ، و نظرنا الى تلك القوس ، نرى التصاوير ايضا على السطح المستوى مختلفا ولكن اقل من السابق ، وما كل هذا الا لان القوس لا تطابق قوسها ، ولا تكون فواصل تلك التصاوير كفواصل القوس المراد تصويرها ، ولا غرو في ان بطليموس لم يتنبه الى هذه المشكلة و الذين جاؤا بعده من علماء الرياضيات في العهد الاسلامي اخطاؤا ايضا وزكوا نفس الزلة التى واجهها بطليموس من قبل ، واستمروا في الخطاء الى ان ازاله علماء الافرنج كما نرى قريبا ، و نعلم في الوقت الحاضر ان تصاوير الاقواس مختلفة مع ذهاب الكنى كفى فضلا لبطلميموس انه اتى بكتابين هما المجسطى و (صورة الارض) وهذان الكتابان نصف علم البشر ونصفه الآخر هندسة افليدس ، و مخروطات ابولونيوس ، ولم يكن شان بطليموس وحده جمع معلومات من كان قبله بل زاد عليها و حقق نقدا ما لم موسا في علم الرياضيات ، و لو فرضنا انه كان معدو مالم يتتات لاحد مثل ما اتى به هذا الرجل العبقرى ، ولكننا نعيش في ظلمة تغشى ابصارنا و كننا نحتاج الى ان يمر علينا آلاف السنين حتى نبلغ من العلم مثل ما آتانا ، و لئن قال الشاعر العربى .

ولم تر امثال الرجال تفاوتاً من الناس حتى عد الف بواحد

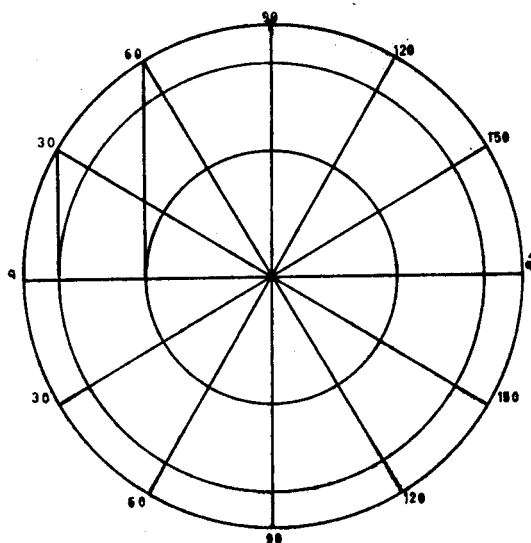
و كم كان حرياً به ان يضع الآلاف بدل الالف كى يلىق شعره ، بان يكون مدحا لبطليموس .

لما اشرق نور الاسلام من بين رمال الصحراء على ارجاء العالم و اضاء مشارق الارض و مفاربها بعد ان هدئت الاجواء في اوائل العصر العباسى اغتنم المسلمون هذه الفرصة المتاحة لهم و ترجموا علوم من سبقهم بلغة الضاد و ازدهر التعليمات في ظلال الخلفاء ولما امعنوا فيما ابدعه بطليموس في تسطيح الكرة على الاملس وفكروا فيها طويلاً و اعطوها حق الفكرة ظهر لهم ان هذا التسطيح لا يكفى بمهمة الرياضيين ولا يفي بمصالحهم العلمى ومن جرأ ذلك اشتغلوا بمعالجة هذه المشكلة واول من وضع حجر الزاوية لبناء البيت هو حكيمة العرب ابو يوسف يعقوب الكندى او الخالد المروروذى منجتم المأمون و الترديد جاء للمبيرونى من ناحية اختلاف النسخ لكتاب الكامل الذى الفه المنجتم ابو العباس الفرغانى و نقل تسطيح الذى ابدعه احد هذين الرجلين من بعد ما طعن فيه قائلاً : « و قد يمكن نقل ما في الكرة الى السطح بطريق آخر قد نسبه ابو العباس الفرغانى في عدة نسخ من كتابه الموسوم بالكامل الى يعقوب الكندى و في عدة منها الى خالد بن عبد الملك المروروذى وهو الذى يسميه اصطرباً بمبطحاً » . نقلاً عن رسالة تسطيح الصور و تبطيح الكور و نحن اليوم نجرّد فكرة التسطيح عن اطار الاصطرباب اذ هي آلة صارت اليوم شيئاً تعلق في المتاحف و المقصود تسطيح الكرة على السطح المستوى اياً كان من السطوح و نشرح هذا التسطيح حسب ما قالوا .

نضغط احد قطبي الكرة حتى تقع متقببة على القطب الآخر و تتحد القطبان و حينئذ يقع دوائر انصاف النهر خطوطاً مستقيمة و المدارات دوائر بعضها حول بعض .

و في بيان ذلك التسطيح يقول البيرونى : « احد الطرق التى تؤد نيا الى

ذلك هو عمل الاصطرلاب المبسط وذلك بان نخط دائرة كيف انفقت وكلما عظمت
كان اجود و نربعها بقطرين متقاطعين على زوايا قائمة و نقسم احد انصاف ذينك
القطرين بتسعين جزءاً قسمةً مستويةً ونجعل مركز الدائرة مركزاً وندير ببعد كل
واحد من الاقسام التسعين دائرة فتوازي تلك الدوائر ويتباعد بعضها من بعض بعداً
متساوياً ونقسم محيط المحيط بها باقسام الدور ونصل بين كل جزءٍ منها وبين المركز
بخطوط مستقيمة فاذ افعلنا ذلك توهمنا محيط تلك الدائرة الاولى فلك البروج
ومركزها احد قطبيه وعلمنا على فلك البروج نقطةً نجعلها اول برج الحمل وحصلنا
مواقع الكواكب ثم اخذنا كوكباً من الكواكب التى فى النصف الذى هئينا له تلك
الدائرة وعدنا من تلك النقطة المفروضة من جهة اليمين الى جهة اليسار مثل بعده
من اول الحمل فيكون المنتهى درجة ذلك الكوكب فى الطول ونعد منها على
استقامة الخط الممتد الى المركز مثل عدد عرضه من الدوائر التسعين فيكون المنتهى
موضع جرم الكواكب فينقط هناك نقطة صفراء او بيضاء على قدر الكواكب وعظمه
من الاقدار الستة وكذلك نفعل بكل كوكب مما عرضها فى جهة واحدة فافعلنا بهذا
حتى نفرغ مما فى تلك الجهة و نعيد مثل ذلك بما فى الجهة الاخرى حتى نحصل
كواكب الفلك كلها فى دائرتين .



نقلنا عن الآثار الباقية

وبقليل من التغيير في العبارة

عن رسالة تسطيح الصور

هذا التسطيح الذى بينناه وقلنا انه حدث قبل عصر البيرونى بمجاهدة المشكورة للكندى او المرور وذى نسميه في الزمان الراهن بتسطيح القائم على سطح الاستواء وان لم يسموه كذلك مبدعوها اذ لا يمكن الاتيان بالتسمية المذكورة ولا نتأتى لنا هذه التسمية الا بعد ما قسناها بنظيرتها على صفحة نصف النهار والّا بعد القياس بتسطيح المائل او المركزى .

ولم يصر هذا التسطيح مقبولا عند البيرونى الا بعد مضى زهاء قريب من القرنين من بعد حوار ونقاش حوله كما هوشان اى فكرة جديدة لذلك يقول البيرونى « واصحاب هذه الصنعة فيه فرقان اماماستهجن له واماماستحسن اياه والفرغانى ممن ينفيه اصلا ويتحامل في الرد على صاحبه ويمتعض له نقلنا عن رسالة تسطيح الصور القاضى لا يصير قاضيا عادلا في حكمه الا بعد ما سمع دعوى الخصمين بدقة ودعى تام ولا يكفيه الاصغاء بما يقول احدهما فيجب علينا ان نسمع ما يقول الفرغانى و ان نلفت النظر اليه لانه احد المتخاصمين و محمد بن شاكر والفرغانى لم يكونا من اوساط الناس بل كانا من مهرة الفن و ان لم يكد الفرغانى يبلغ شأ و محمد بن موسى بن شاكر .

يقول الفرغانى في الباب السابع وهو الاخير من كتابه الموسوم بالكامل ولا يمكن ان يعمل آلة الاصطربلاب على غير هذه الهيئة التى وضعناها و توهموا ان صنعة الاصطربلاب قد يمكن على وجه آخر وذلك انهم جعلوا بسيط الكرة كانه انفتق من احد القطبين فصار دائرة مسطوحة على القطب الآخر و يشكّل القطب المنفتق من القطبين في الاصطربلاب خطا محيطا بدائرة واذ كان قطبا معدّل النهار نقطتين ثابتين غير متحدثين فكيف يمكن ان يتشكل احدهما دائرة متحركة على القطب الآخر وهذا من اشنع ما يقال في هذا الباب و قد وصف محمد بن موسى شاكر في هذا الباب

ما فيه كفايةً في ابطال هذا المذهب ممن فكر فيه . نقلاً عن كتاب الكامل .

يقول البيروني في كتاب الاستيعاب لمعرفة الاصطرباب : لم يبين محمد بن موسى بن شاكرا في ذلك اكثر من الطعن على عامله و القدح في مستنبطه ولست احمل هذا من ذينك الفاضلين الا على حجب العصبية نور الانصاف عن قلبهما و تزوين العداوة والبغضاء وبشاعة الارتكاب عندهما فلقد كان بين بنى موسى بن شاكرا وبين يعقوب بن اسحق الكندى من النفرة والوحشة ما جعل الولدان شيبا و حتى صار ذلك لعدول الخلافة عن احمد بن معتصم .

نحن بعد ماسمعنا استدلال المتخاصمين و اردنا ان نقضى بينهما بالعدل نرى ان لمحمد بن موسى شاكرا و للمفرغانى بعض الحق اذ كما يقولان المقصود من الاصطرباب ان يدور بعض ما فى الكرة مع سكون البعض ولا يتأنى هذا الاعمال من هذا النوع من الاصطرباب اذ هى بالحقيقة نصف الكرة لا تمامها وما اجمل انصاف البيرونى لخصومه فى كلى كتابيه الاستيعاب و تسطيح الصور بانه آلة رياضية غير الاصطرباب ولكن الكندى او الخالد تجردوا التسطيح عن اطار الاصطرباب و ضربا بالاصطرباب عرض الحائط كما اننا فى الزمان الراهن ننظر الى هذا النوع من التسطيح مجرداً عن الاصطرباب ولو لم يتنبه الكندى او الخالد بهذا التجريد لكانا يقعان فى الشبكة التى وضعتها خصومهما فى طريقهما ونحن نوافق البيرونى بانه يجب علينا ان نشكر مستنبط هذا التسطيح ونقد رجهده ان كان الكندى او غيره اذ بفضل هذا التسطيح تشكل اطوال البلاد وعروضها

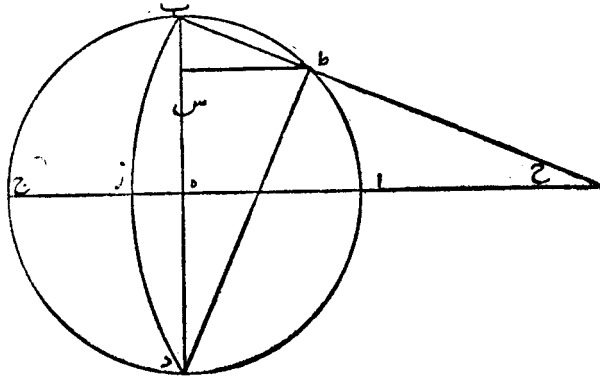
ان فى هذا التسطيح من وجهة علم الحديث عيباً يجب ان يزول عنه لكى يكون مقبولا فى صعيد العلم وهو ان التساوي بين فواصل المدارات غير صحيح وان كان التوازي باقياً على حاله لان اشعة كل من الدوائر الصغار تكون جيب تمام (Cosinuce) لعرض البلد الذى تمر هذه الدائرة عليه بالنسبة إلى شعاع الكرة اذا فرضناه واحداً وبعد هذا الاصلاح الجذرى قبله العلماء بحسن القبول ووضعوه جنباً إلى جنب بسائر الفرائيل المقبولة .

لكن البيروني ايضا يكره هذا التصوير من ناحية اخرى ويقول : « فلنحتدل له حيلة اخرى نزيل عنها بعض ماكر هناء في العمل المقدم » نقلاً عن الآثار الباقية .
هنا ينخدع القارى ويظن بانّه سوف يتخلص من مشكلة تصوير كواكب حول المعدل والمنطقة على شطرين ويأتى بخريطة تشمل كلى نصفى الكرة و لكن بعد التأمل فيما يقول يخاب امله اذ ليس ذلك بمقدور لاحد من ولد آدم .

« يقول الحكيم الليبى تلميذ البيروني كان من عادة شيخنا الاستاذ الرئيس رحمه الله إذا تأمر في كتبه من موامرات الاعمال لم يجرى بالمثل وإذا جاء على النرزميه جاء بالطرق المنغلقة والالفاظ الفصيحة البعيدة عن التفهم وسألته عن ذلك فقال رحمه الله سبب ذلك اننى اخلو تصانيفى عن المثالات ليجتهد الناظر فيها ما اودعته فيها لمن كان له دربة واجتهاد وهو محبٌ للعلم ومن كان من الناس على غير هذه الصفة فلست ابالى به فهم ام لم يفهم فعندى سواء » نقلاً عن مقدمة زاخاو للآثار الباقية
للاستهداف بهذا المرعى يقول البيروني :

« تدوير دائرة وتربعها ونكتب على نقط ارباعها اسماء الجهات ونخرج الخطين المربعين لها في جهاتها على استقامتها إلى ما امتدت إليه غير محدودة ونقسم كل واحد من انصاف الاقطار بتسعين جزء قسمة مستوية ودور الدائرة بثلاثمائة وستين جزء من اجزاء القطر وعلى كل واحد من نقطتى الشمال والجنوب فاذا حصلت وادرنا عليها ما يقع من تلك الدوائر داخل تلك الدائرة حصل مائة وثمانون قوساً تقسم القطر باقسام متساوية ونقاطع عند كل واحدة من نقطتى الشمال والجنوب وهي دوائر الطول ثم نعود إلى الخط الخارج من نقطة الشمال على استقامة القطر فنطلب عليه مركز دائرة تجوز على بعد جزء واحد عن كل واحد من نقطتى المشرق والمغرب في المحيط وعن المركز في القطر ثم على بعد جزئين وثلاثة حتى تتم التسعون دائرة ونعمل في النصف الجنوبي مثل ذلك على الخط الخارج من نقطة على استقامة القطر فتحصل لنا دوائر العروض وهي مائة وثمانون دائرة تقسم كل واحدة من دوائر الطول بمائة وثمانين قسماً ثم نفرض نقطة المغرب أوّل الحمل وخط المشرق والمغرب منطقة البروج ونعدّ

من أول الحمل مثل بعد الكوكب المفروض عنه فينتهي إلى درجته ثم نعدّ مثل عرضه في جهته على دائرة طوله فينتهي إلى موضع الكوكب ونعمل صورة أخرى مثلها نفرض فيها نقطة الطول بمائة وثمانين قسماً ثم نفرض نقطة المغرب أول الميزان فتمّ الكواكب كلها في كلتا صورتين وإن اردنا تشكيل البلاد هيئنا صورة على مثال ما تقدّم وعدّنا فيها من نقطة المغرب مثل طول البلد المفروض ثم على دائرة الطول الذي ينتهي إليه مقدار عرضه في جهته فينتهي إلى موضعه وكذلك نعمل بغيره فهذا هو الطريق الصنّاعي لذلك « نقلا عن الآثار الباقية ومع تغيير جزئي عن رسالة تسطيح الصور .



لغائل ان يقول لم تحمّل البيروني هذا العبء ليجد مراكز دوائر الأطوال اذ من المعلوم ان كل عمود منصف للوتر يمرّ بمركز الدائرة و بعد ما احدثنا الوتر نجوز عليها عموداً منصفاً و في كل نقطة لاقى القطر يكون هو مركز الدائرة .

اقول ان هذا العمل الذي يخطر ببالنا عمل ترسيمى و التوصل الى الحساب ادقّ في العمل خاصة في الدوائر الكبيرة التي يعسر الترسيم فيها .

في هذا النوع من التصوير يقع مراكز جميع الدوائر التي تمر على اجزاء القطر خارج الدائرة ولكي نعلم اننا كيف نجد مراكز هذه الدوائر نقول : اذا كان الضلعان من مثلث ABC القائمة الزوايا معلوماً يمكن لنا اولاً ان نجد وتر a ثانياً ان نجد قطعتي DC و BD وهما تصوير ان لخطي AC و AD ثالثاً ان نجد ارتفاع AD .

ولنفرض ١٢ متراً G = ١٦ متراً C =

نقول أولاً $a^2 = B^2 + C^2$ حسب قضية العروس

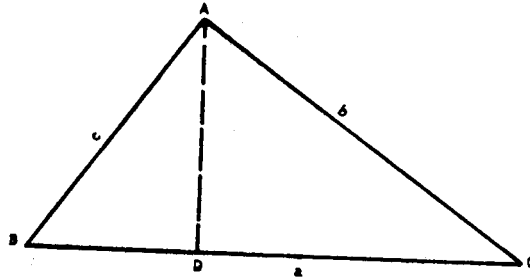
$$a = \sqrt{B^2 + C^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20$$

$$C^2 = a \times BD \quad B^2 = a \times DC \quad \text{ثانياً}$$

$$DC = \frac{12^2}{20} = 7\frac{1}{2} \quad CD = \frac{16^2}{20} = 12\frac{1}{2}$$

$$AD^2 = DC \times DB \quad \text{ثالثاً}$$

$$AD = \sqrt{DB \times DC} = \sqrt{7\frac{1}{2} \times 12\frac{1}{2}} = 9\frac{1}{2}$$



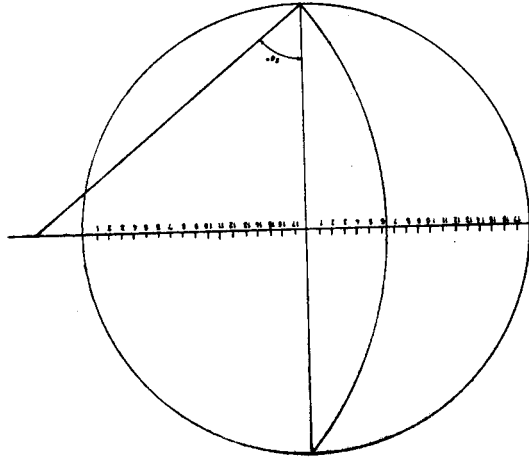
إذا علمنا هذا نأخذ جذر مجموع مربع الشعاع والشعاع نسمون مع جذر مربع كل جزء من اجزاء القطر وهو خط gO مثلاً فيحصل لنا ضلع C وهو خط يخرج من نقط C في الشكل الى g ثم نقسم هذا المقدار على التصوير فيحصل لنا القطر ثم نقسم القطر بنصفين ويصير شعاعاً و رأس احد الشعاعين يصير مركزاً للدائرة و ندير عليها الدوائر واحداً بعد واحد .

هذا التسطيح صار مقبولاً في العلم الحديث ولكن بعد اصلاحات جذرية فيها يجب علينا ان ننظر فيها جيداً وان نمعن النظر لنرى ماهي الاخطاء اللواتي ارتكبتها مبدعوها ولعمري مهما لم يعرف الداء لا يمكن الدواء .

على ما ارى في هذا النوع من التسطيح خطائين غير قابلين للاعراض عنه . الاول : في كل جذر نأخذ من مجموع مربع الشعاع و مربع التصوير يبقى مقدار و يكون الجذر اصمّاً و ما لم يصر الجذر منطقاً يظهر الاختلاف في خريطة السماوى بمسافات بعيدة خارجة عن التقدير .

الثاني : كالفلنا انفاً حفر بطلميوس لنفسه وللذين جاؤا بعده حفرة وقع هو

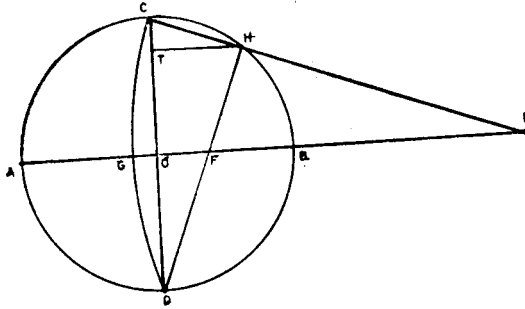
فيها وكل من اتبعه وذلك بانه زعم ان الفواصل في الخارطة تكون متساوية لفواصل الموجودة في الكرة والحال انه ليس كذلك ويكون التصوير القائم على نصف النهار كلما قرب الى ساحل دائرة التصوير ابعد عن الحقيقة وفي التصوير المركزي او المائل على صفحة نصف النهار يكون الامر بعكس ذا و من جرأ هذين الخطأين غير قابلين للاغماض والاعراض عنهما او سائر الاخطاء اللواتي لم نعرفها بعد تنكب علماء علم الحديث عن هذا الطريق الذي سلكه علمائنا و انوا بفكرة جديدة وهي ان نأخذ زاوية كل درجة اردنا ان نرسمها على السطح بدلاً مما قاله من سبقهم .



ثم بعد ما فرغ البيروني من كيفية تحصيل مراكز دوائر الاطوال شرع ثانياً ليجد نقطة بعد المجاز في هذه الدوائر وهي نقطة H التي تمر خط CE وتعتبر منها قال : د ومن احتاج الى استخراج بعد المجاز اعنى النقطة من محيط الدائرة التي ينتهى اليها الخط الواصل بين نقطة CE وهي قوس BH فاننا نصل لذلك CE بقطع المحيط على H .

والبيروني احتاج الى استخراج بعد المجاز اعنى النقطة من محيط الدائرة التي ينتهى اليها الخط الواصل بين نقطة CE وهي قوس BH ولاجل ذلك شكل

مثلثات متشابهة ونال بهذا الهدف ولا احتياج لنا بهذه النقطة لأنها يجيء لنا عفواً والمقصود منها ليس إلا المراقبة لصحة العمل فحسب .

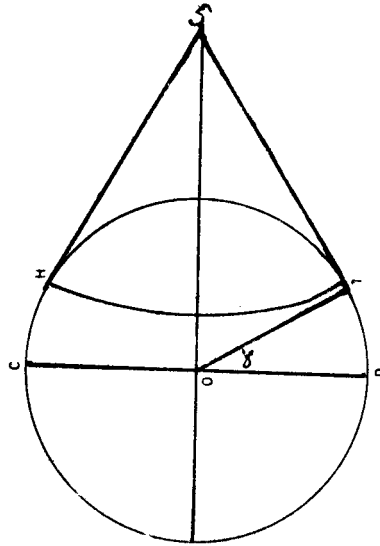


بعد ما فرغ البيروني من كيفية تحصيل مراكز دوائر الأطوال شرع ثانياً لتحصيل دوائر العروض قائلاً «نعيد الصورة لنعرف بها ما نقدّم ذكره من دوائر العروض وليكن الدائرة التي نريد معرفة نصف قطرها هي التي منها م كل و كل واحدة من ا م ه ك ج ل تكون متفقته في العدد نخرج عمود مع و هو جيب دم المعلوم و ه ع هو جيب ا م المعلوم فينقص من مع ه ع فيبقى مقدار ه ك بعدان نحو له من اجزاء التسعينى الى الستينى فيبقى كع فيقسم عليه مربع مع و نزيد على ما خرج كع و نأخذ نصف المبلغ فيكون ك ح و هو نصف قطر الدائرة التي منها مكل بالاجزاء التي بها نصف قطر دائرة ا ب ج د ستون جزءاً .

ننقص المساوى من المساوى لنصل على مقدار عك وهو يكون تفاضل احد المتساويين من الآخر الاّ الصفر وهذه المشكلة التي اشرنا اليها قد تبادر الى الازهان .

المعالجة للمشكلة : تقاسيم القوسين المذكورين يساوى في تعداد المراتب فقط مع تقاسيم خط المستقيم دون المقدار لأن تقسيم خط المنحنى لا يساوى تقسيم المستقيم . في الزمان الراهن مع تقدّم التعليمات في الصعيد العالمى اذا اردنا ترسيم دائرة العرض نعمل كذا .

نفرض من الدائرة التي جعلناها سطح التسطيح قوسى φ و m بقدر جاما اى درجة التي نريد منها عرض البلد ثم نمدّ m و m' حتى يلتقيا عند نقطة y و ندير بشعاع m و S دائرة العرض التي اردنا ترسيمها وهذا العمل يصلنا الى المقصود لكن من طريق الرسم دون الحساب واذا كان خط $S m$ طويلا جداً يكون من الصعب ان نجد نقطة التماس مع الدائرة والحال ان الخط مع الدائرة لا يماس إلاّ في نقطة واحدة واما بطريق الحساب كلما صارت الدائرة اعظم يكون العمل اذق من هنا يستطيع لى ان اقول ان هذا التسطيح الاخير الذي يذكره البيروني لتحصيل دوائر العروض اذق من تحصيل دوائر الاطوال بكثير .



بعد ما فرغ البيروني من الشكلين المذكورين اعلى عدم ارتياحه منها و شجبهما بان

الصورة اذا كانت علي فلك البروج والمعدل لا يمكن اتمام تصويرها في السطح بل تقع بعض اعضائها في نصف والباقي في نصف آخر فانظر الي مايقول البيروني :

«اقول ان تسطيح المبسطح لن يمكن فيه الا تصوير احد نصفي فلك البروج اما الشمالي و اما الجنوبي و تبطل اضافة النصف الآخر اليه لانساع الابعاد فيه كلما ازدادت ضيقاً في الكرة ومجاورة الحد المتساهل بمثله في ذلك ثم ان اكتفي على تصوير كل واحد من نصفي فلك البروج في شكل علي حدته فان اعظم الصور نفعاً و اكثرها حاجة الي العيان اعني المعرضة علي منطقة البروج وعلي معدل النهار ينقطع وينقسم الي كلي الشكليين و ذلك مما يبعد عن المطلوب » نقلاً عن الآثار الباقية للكواكب التي تقع علي نفس المنطقة والمعدل تكون اضواء للبصر و ابرخس قايس في روزس هذه الكواكب مع الشمس و وجد للكواكب حركة رجعية نحو الغرب و نحن نسمي هذه الحركة كيو الاعتدالين او تبادر الاعتدالين والقدماء كانوا يسمونها احرقة الخاصة للثوابت والمنجتم احوج الي تصوير هذه الصور من غيرها التي تبعد عن المنطقة والمعدل ومن المسلم ان ابرخس هو اول من اخرج هذه الحركة «الا ان حكمه كان بالحدس والتقريب اشبه منه باليقين والتحقيق لان ما وقع اليه من ارصاد القدماء كانت يسيرة جداً ونحن نجدها كما وجدها ابرخس محصلة في غاية استقصاء » نقلاً عن المجسطي لادري كيف انتهى علي ابرخس وكيف اُقد رمجهوده في هذا العمل الجبار و يكفيني مايقول عمر الخيامي : «ايها التراب لو شقوا صدرك لوجدوا فيك جواهر ثمينة وغالية» واذا علمنا ان المنجتم احوج بكواكب المنطقة والمعدل من غيرها وفي تصويرها علي الطريقة التي مضت تقع نصفها في سطح والنصف الآخر في سطح آخر هذه الحاجة الملحة الجاء البيروني بتفكير جاد ليجد خريطة تقع فيها هذه الكواكب مطابقة للعيان من دون ان يبطل نصف منه والحاجة تفتق الحيلة وبعد نصي زمن عليه انشد ضالته قائلاً بحماس وفخر : « ومنه اي من التسيطح نوع سميّة الاسطواني ولم يسبق لي ان احداً من اصحاب هذه الصناعة ذكره قبلي » نقلاً عن الآثار الباقية .

ثم شرح وليدة فكرته كذلك : «هوان يجوز علي ما في الكرة من الدوائر والنقط خطوطٌ وسطوحٌ موازيةٌ للمحور فيتشكل في سطح النهار خطوطٌ مستقيمة ودوائر و قطوعٌ ناقصة فقطء نقلاً عن نفس المصدر السابق .

امكن للبيريوني بفضل هذه الفكرة البديعة ان ينقل الصور التي علي فلك البروج والمعدل علي السطح المستوي من غير ان تبطل تلك الصور بوقوع نصفها في خريطة ونصفها في خريطة اخرى وهذه الفكرة حيةٌ ونعمل بها اليوم في خريطة السماوي ولكن مر كاتر Mercator الملاح الهولندي استفاد من هذه الخريطة و استخدمهما في سير البحر (Loxodromie) وكما ان في السطح المستوي يكون خط المستقيم بين النقطتين اقصر فاصلة بينهما كذلك في الكرة قوسٌ من الدائرة العظيمة التي يمر علي النقطتين يكون اقصر الفواصل بينهما شريطة ان يكون ذلك القوس اقصر من نصف المحيط ولان في التسطيح الاسطوانى يقع تصاوير انصاف النهر والمدارات خطوط مستقيمة كذلك يقع تصوير القوس الذى يمر علي النقطتين خط مستقيم و يحصل من هذا الخط المستقيم في المربعات التي يحصل من تصاوير تلك الاقواس زاوية اذا حفظ الملاح مرة واحدة هذه الزاوية في مسيرته يمكنه ان يسير خطأ مستقيماً حتى يصل الى الميناء .

قد فرغنا من مهمتنا الرئيسية التي كانت علي عاتقى وهى الاثيان بانواع من التسطيح الذى حدث في العهود الاسلامى و هو اربعة اقسام .

الاول: التسطيح القائم Orthographique علي الصفحة الاستواء وهو الذى ابدعه حكيم العرب الكندى او المروزي و قبل هذا التسطيح علي صعيد الرياضيات بعد اصلاح فيه .

الثاني والثالث التسطيح المائل stréographique للدوائر الاطوال والعروض و فيها تشكل جميع الدوائر دوائر والحال ان في التسطيح السابق كانت تشكل فقط المدارات دوائر دون دوائر انصاف النهر و في هذين التسطيحين وقع من جانب علماء الغرب اصلاح في كيفيته ترسيم دوائر الاطوال و ابدعوا ايضاً طريقة لتشكيل دوائر

العروض وهي جيدة وقد شرحناها قبل .

الرابع و هو الاخير التسطيح الاسطوانى الذى ابدعه البيرونى و هو كامل لايعتريه عيبٌ ليزول عنه وكان يهدف البيرونى من هذا التسطيح تسطيح كواكب حول المعدل والمنطقة ولكن اذا صار المقصود منه السير في البحر يحتاج باضافة خط آخر فيه لتحقيق الزاوية التى اذا اخذناها وصلنا الى الميناء .

يقول البيرونى في رسالة تسطيح الصور : « وقد سمعت ابا سعيد احمد بن محمد بن عبد الجليل المهندس يحكى عن ابي الحسين الصوفى انه كان يضع الكاغد الرقيق على الكرة ويلقه على بسيطها حتى يطابقها مهند ما على ظاهرهائم يخط فوقها الصور و تنقطة الكواكب على حسب ما يظهر منها بالاشفاف وذلك بقريب اذ كانت الصور صغيرة وبعيد اذ كانت كبيرة فانه اعنى اباالحسين الصوفى يزعم في مواضع من كتابه و في عدة من الصور انها ترى في الكرة خلاف مايرى في السماء وذلك لخطاء في جداول المجسطى التى منها يعمل الاكر فلعمري ان كان ذلك الخطاء اليسير يوقع في الكرة ما يظهر به التفاوت للعيان وكم بالحري ان يقع في السطح المستوى الذى لايطابق المقبب مهندماً الابان ينعطف منه مواضع وتلوى وتتضاعف فاذا اعيد الى استوائه عادالمنعطف مسنبسطاً والمضاعف منفرداً واذا كانت الالوجه المذكورة كلها كثرة التفاوت بين مايعاين في الكرة و بين ما يعاين في السطح وجب علينا ان نحتمل لها حلاً يقرب به الامر بين العيانين وان كان امتناع وجود النسبة المنطق بها بين الخط المستقيم والمستدير وعدمها كذلك بين السطح المستوي وبين السطح الكرى يحول بيننا وبين ان نعمل ذلك كما هى على الحقيقة اقول اذا اردنا ان نصور الصور الفلكية على سطح مستوائنا ندير على مركزه دائرة النخ، ثم يكرر البيرونى نفس الاعمال في الاثنيان بتصوير دوائر الاطوال والعروض وحكيناها عن هذه الرسالة والآثار الباقية و ماد منا لم نعرف الصوفى لايمكننا ان نعرف كيف كان اطلاع سائر العلماء عن التسطيح وهم لا يعدون من تلامذة هذا الرجل العبقري الذى قلما يات الايام بمثله ويكفى في فضل الصوفى تفضيله على بطلميوس من ناحية رجل خبير مثل البيرونى فانظر كيف يشنى عليه: «و الذى سنورده من اعظام الثوابت مع

الذى في المجسطى منها فهو بحسب اعتبار ابي الحسين من جهة انه يمكن ان يكون بطليموس اثبت ذلك عن بصيرة المشاهدة ويمكن ان يكون مقلداً آمن تقدّمه على قياس نقله مواضع الكواكب الى زمانه ولا يكسبه ذلك وضمة التفسير بقياس امر الثوابت من الصناعة مقام الصيدنة من الطب واما ابو الحسين فما كان يهتم من العلم ما كان يهتم بطليموس وانما افنى عمره في هذا الفن حتى عرف به وقاصر المهمة على شيء واحد اكثر استغراقاً له واصدق تتبعاً لروايته ودقيقه ممن شغب همته شعباً فلم يبلغ من عنايته الا اليسير». المقالة التاسعة من القانون المسعودى. الصوفى كشف مجرة في صورة الممرّة المسلسلة Andromeda وقبله كان العلماء لم يكونوا ان يعرفوا هذه المجرة وكشف ايضاً كواكباً مضعفة أو مزدوجة في الثوابت وعلم ايضاً كيف يزداد وينخفض اشعاع كوكب من الاقدار الستة التى عرفها بطليموس وكيف يتغيّر لون كوكب من بين الكواكب وعلم ايضاً ان بعضاً من الثوابت التى ذكرها بطليموس غابت عنا وكتابه الخالد الصور الكواكب يشهد بعلو كعبه وعظم مقامه فى النجوم واذا كان مثل هذا الرجل بمعزل عن التسطّيح لادرى ماذا اقول من الذين كان شوطهم وراء خطوه ولو كان يمشى على مهل و اذا علمنا هذا نعلم لم تحمل البيرونى هذه المشقة الباهظة ليجد حلاً علمياً للمسئلة وان يفتح امامنا طريقاً لكشف المعضلة. قد نعوذ البيرونى بالصراحة والصدّاقه وهو يعطى كل ذى حق حقه غير منتحل مجهود سائر العلماء ومن جرّاء ذلك تريبه فى كتاب (الاستخراج الاوتار) بجيء باسماء اثنى عشر عالماً رياضياً اسلامياً الذين تصدّ والحل مسئلة ارشميدس بطريق غير ماسلكه وكان البيرونى اذا ابدع فكرة جديدة يقول بصراحة تامّة هذا ما انتجته الخاطر لى اوفى برهان لى على حساب استخراجته او من وحى لى او مما ادتنبى الفكرة ونظائر هذه العبارات وكما اعزنا انه فى التسطّيح الاخير يدعى الفضل لنفسه ويقول : « ولم يتصل بى ان احداً من اصحاب هذه الصناعة ذكره قبلى » وكان خاطره ابو عذره كما انه ينسب الشكّلين السابقين الذين اتيا بهما بعد اكرامه من عمل الكندى او المرور وذى لعلّة ذكرناها الى نفسه ولا يوجد فى المصادر التى كانت قبل عصره

ایماء وایعاز الیہما ورایتہم رجلاً مثل الصوفی بقی حائراً فی هذه المسئلة کالبشانی قبلہ .
کمارا یتہم انتی صرت فی بحوثی مجرداً عن عصبیة القومیة او الدینیة وقد رت
کل التقدير مجهودات الغریبین بقدر ماسا همونا فی هذه الخرائط ولكن ليس الامر
کما يدعون هم و من تبعهم من العميان من انتساب جميع هذه المفارقات الیهم و قد
قلت الحق وان کان الحق مغضبة وارجوان تثير بحوثی هذا احساس المسلمین وینبئهم
ویوقظهم من رقدتهم بعدان ینبئهم بما کان مستوى العلم عندهم من اصالة بعيدة عن
التقليد او الاستنساخ اذ کان لهم انتقاد واجتهاد .

احمد الله تعالی علی ما وفقنی لتکریس هذه المسائل و ما کننا لنهتدی لولان
هدانا الله .

تنها نوشتن کتابی در ریاضیات کسی را در شمار دانشمندان ریاضی در نمی آورد بلکه آنچه ملاک است آوردن اندیشه‌ی تازه در این بازار است و گر نه مایه بینیم آنان که کتابی در این رشته نگاشته‌اند پایه‌ی علمی ایشان بالاتر و بالاتر از آن دسته نگارنده‌ی بی تحقیق است .

چون ما از این دیدگاه به بیرونی بنگریم خواهیم او را از شمار علمای ریاضیات دانست زیرا کارهای نو آورده و اندیشه‌های تازه به پیشگاه دانش تقدیم کرده که از آن شمار می‌باشد چند گونه گسترش کرده بر سطح مستوی که پیش از او دانشمندان یونانی زندگی خود را در این کار به پایان رسانیدند ولی آهن سرد کوفتند .

آنچه مرا بر این واداشت که با تهیدستی از دانش پنهان و ژرف ریاضی ، این رساله را بنگارم آن بود که نزد نویسندگان تاریخ علوم این يك اصل مسلم شده است که مسلمانان در این رشته کاری از پیش نبرده‌اند و برخی از آنان که دوست ندارم نامشان را بیاورم زبان به طعن و تسخر گشوده و از غفلت ما انگشت تحقیر بدندان گرفته‌اند حال خواهیم دانست که حقیقت چیست .

دانشمندان علم نجوم و جغرافیا در شناخت جایگاه ستارگان در کره‌ی آسمانی

و جایهای شهرها در کره‌ی زمین برای تعیین ماه گرفتگی و خورشید گرفتگی و دانستن اندازه‌ی روزها ، و شب‌ها نیازمند به تسطیح شدند و نخستین اندیشه‌ای که بر سر هر جوینده میگذرد این است که در تعیین جایهای ستارگان از کره‌ی آسمان و در تعیین شهرها از کره‌ی زمین پیروی کند اما این کار در کرات کوچک تقریباً ناممکن ، و در کرات بزرگ دشوار است و حمل و نقل آن به آسانی ممکن نیست این بود که دانشمندان در این اندیشه شدند که کره را بر سطحی مستوی مانند کاغذ بگسترانند تا از اشکالاتی که گفته شد رهایی یابند .

بیرونی در رساله تسطیح صور^(۱) میگوید : که بطلمیوس از مارینوس نقل کرده که او خطوطی مستقیم بموازات نصف النهار مبدأ و خطوطی هم بموازات دوائر عرض ترسیم کرده و محل التقای این دو خط را آن عرض و طولی که در محل التقای دایره عرض با طول قرار دارد دانسته است در دوره‌ی اسلام هم بتثانی برای تعیین سمت مکه نظیر این کار را کرد و سجزی و نصربن عراق و خجندی بر او خرده گرفتند .

پیش از این افراد که بر تثانی خرده گرفتند بطلمیوس کار مارینوس را نپسندیده و میگوید :

« هرگاه در مرکز بخش ربع کره‌ی شمالی که جایگاه ما میباشد قرار گیریم خطوط نصف النهار بطور مستقیم از بالای سر ما میگذرد در حالی که مدارات عرض بطور دایره عبور میکنند و چون این خطوط نصف النهار همه در قطب بهم میرسند پس ما باید يك قوس صد و هشتاد درجه ترسیم کنیم و خطوط نصف النهار که همه از قطب آمده اند پنج درجه پنج درجه يك سوم ساعت ، این قوس را قطع کند و بدانستن يك معلوم که سنک زیر بنای ما میباشد که هیچ از آن گزیری و گریزی نداریم نیازمندیم و آن ، اندازه‌ی يك درجه‌ی از محیط زمین است و از معلومات تجار

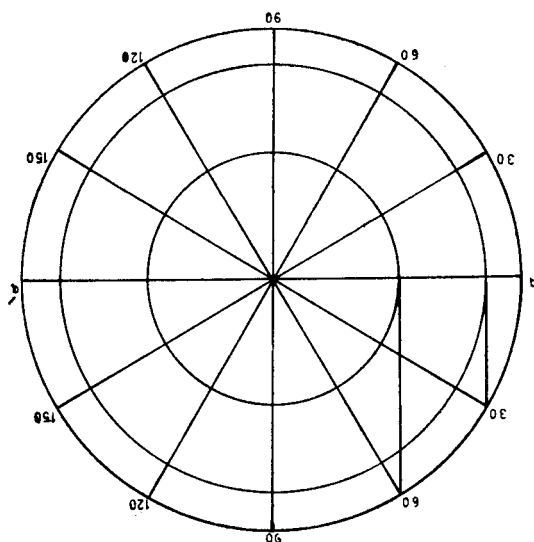
۱- این رساله خطی است و در دانشگاه موجود است .

کومک گرفتند و با آلات ظلی^(۱) و اسطرلاب ارتفاع قطب را در فواصل سیر دریا تشخیص دادند که خط مستقیم طی میکنند اما سرو ته این خط را که چند درجه است با تعیین خسوفات که هر پانزده درجه یکساعت است تعیین کردند و در نتیجه بدست آمد که يك درجه از محیط زمین پانصد استاد یا مپاشد سپس اطول روزها را در ایام سال در شهرهایی که مقصد تعیین عرض آنها بود نیز بدست آورد و ساعات را بدل به درجه کرده و با تناسب عرض بلاد را و با خسوف فواصل طولها را تعیین کرد و نقشه ای فراهم کرد که نمایا تکرر وضع زمین بود و چنانکه میگوید همه ای این ترسیمات بطور خط مستقیم است که اوتار قوسها باشد « نقل از جغرافیای بطلمیوس. چون علمای ریاضی این فکر را تخطئه کرده و محال دانستند این بود بفکر چاره جوئی افتادند و به گفته بیرونی در رساله ای استیعاب در شناسائی اسطرلاب^(۲) یعقوب کندی یا خالد مروردی این نوع تسطیح را اختراع کردند که بر سطح استوا نصف النهارات و مدارات تسطیح شود در نتیجه نصف النهارات بصورت خط مستقیم و مدارات بصورت دوائی حول مرکز که تصویر قطب است خواهد افتاد. این همان تسطیح قائم است که بر استوا تسطیح شده ولی در این کار دو عیب موجود است یکی از نظر بیرونی یکی از نظر ما که بسنگ علم جدید کار قدمار می سنجم و این عیب بسیار روشن نیست زیرا اگرچه مدارات بتوازی ترسیم میشود ولی فاصله آنها برخلاف آنچه ایشان گفته اند مساوی نخواهد بود و آنها نسبتهای مثلثاتی را بکار نمی بستند و ما میگوئیم شعاع هر يك از دوائر صغار عبارتست از

۱- شاخص واحد در نصف النهارهای شهرها سایه های مختلف می دهد و بیرونی در کتاب افراد المقال که بحث از سایه می کند می گوید هندیان عرض بلاد را با سایه تعیین می کردند و جمعی مأمور این کار بودند چون سایه ها درامکنه ای مختلف مساوی شد همه زیر يك دائره عرض واقفند و دارای يك مكان هندسی .

۲- این رساله خطی است و در مجلس موجود است .

کسینوس عرضهای بلادی که این دوائر بر آنجا میگذرد نسبت بشعاع کره در صورتیکه واحد باشد پس این تصرف که در کار مزبور شد آنرا بصورت علمی درآورد.



اما عیب آن از نظر بیرونی این است که صور کواکب چون در دو نیم دایره ترسیم میشود کواکب فلک البروج نیمی در این دایره و نیمی در دایره دیگر میافتد و چنانکه خود او در آثار الباقیه میگوید برای برطرف کردن کمی این عیب را باید بنوعی دیگر تسطیح متوسل شد و آن عبارت از این است که بجای خطوط مستقیم که تصویر نصف النهارات و دوائر می باشد اطوال هم دایره ترسیم شود و چون همه آن دوائر در دایره سطح تسطیح قرار نمیگیرد ناچار قوسی از آنها در دایره تصویر میشود و مرکز این دوائر در خارج دایره میافتد و برای پیدا کردن مرکز دوائر عرضها قضایای مثلثاتی بکار میبرد ولی این تسطیح که بعد میان دوائر عروض و دوائر اطوال مساوی باقی بماند تسطیح منظری است که مطابق رویت تسطیح شده است.

در بادی نظر خواننده باین گمان میشود که بیرونی میخواهد نقشه ای بسازد که در آن مرد و نیم کره را نمایش دهد ولی این کار تاکنون میسر نشده بلکه آنچه مقصود اوست چنانکه میگوید باید کمی این عیب از آن برطرف شود و آن عیب کم مستقیم بودن تصویر نصف النهارات میباشد و میخواهد همه تصویرها را یکسره بصورت قوس در آورد که ما امروز اینگونه تسطیح را تسطیح مایل یا مرکزی میگوئیم (Stréographique) درمقابل تسطیح قائم (Orthographique) و این اصطلاحات منذ اول ما، در آن عصر نبوده چه، پس از سنجیدن این تسطیحها باهم و اینکه هر يك بادیگری چه فرق دقیق دارد و کدام تسطیح بر صفحه ای استوار و کدام تسطیح بر صفحه ای نصف النهار است در قرون پس از بیرونی به کوشش اروپائیان پدید آمد.

حکیم لبیبی^(۱) میگوید که من به بیرونی گفتم چرا روشنتر چیز ننویسد و چرا مثالهای گوناگون نمی آورد او گفت من از اینرو آنچه نام که گفتم تا خواننده فکر خود را بکار بیندازد اما اگر خواننده فکر ندارد و نمیتواند مطلب را درک کند با چنین فردی کار ندارم و من برای امثال او چیزی ننوشته ام.

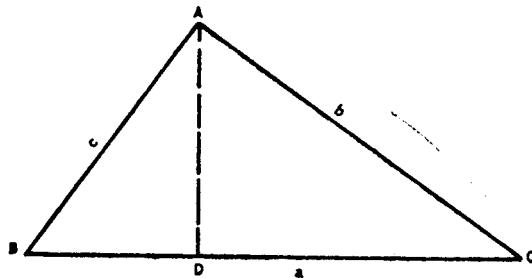
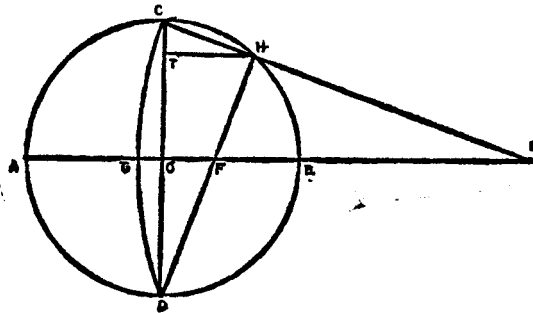
(نقل از مقدمه ی پروفیسور زاخائو بر آثار الباقیه)

اکنون بر سر مطلب برویم که چگونه بیرونی مرکز دوائر طول و بعداً مرکز دوائر عرض را پیدا کرده است.

در دائره O چهار نقطه آن چهار جهت باشد پس از آنکه دو قطر متعامد را اخراج کردید یکی از نیم قطرهارا نود قسمت میکنید و محیط را به ۳۶۰ قسمت میکنید.

۱- حافظه ام کاملاً یاری میدهد که بهار این لبیبی را همان لبیبی شاعر دانسته که بیتی در وصف غول که تهی از ظرافت نیست از او نقل کرده اما نمیدانم که حضوراً از او شنیدم یا در نوشته ای از او خواندم.

میخواهیم قوس DGC را بدانیم که مرکز دایره اش کجا است O C معلوم
و G O نیز معلوم است چون در مثلث قائم الزاویه دو ضلع معلوم شد بقیه عمل آسان
است و مرکز دایره بدست میآید .



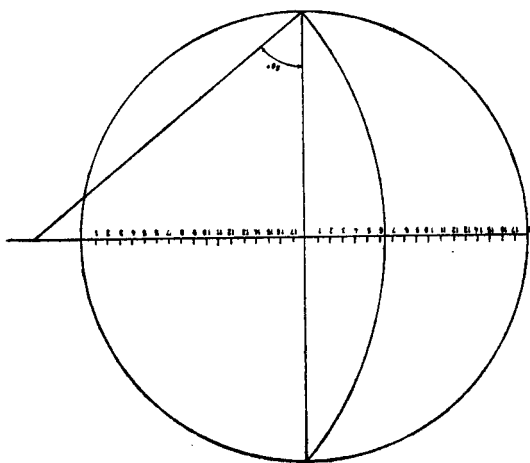
$$C^2 = a \times BD$$

پس از آنکه وتر a بدست آمد چون قائمه برابر قطر قرار می گیرد آنرا دو
نیم کرده و باشعاع دایره دوائر را یکی پس از دیگری رسم می کنیم .

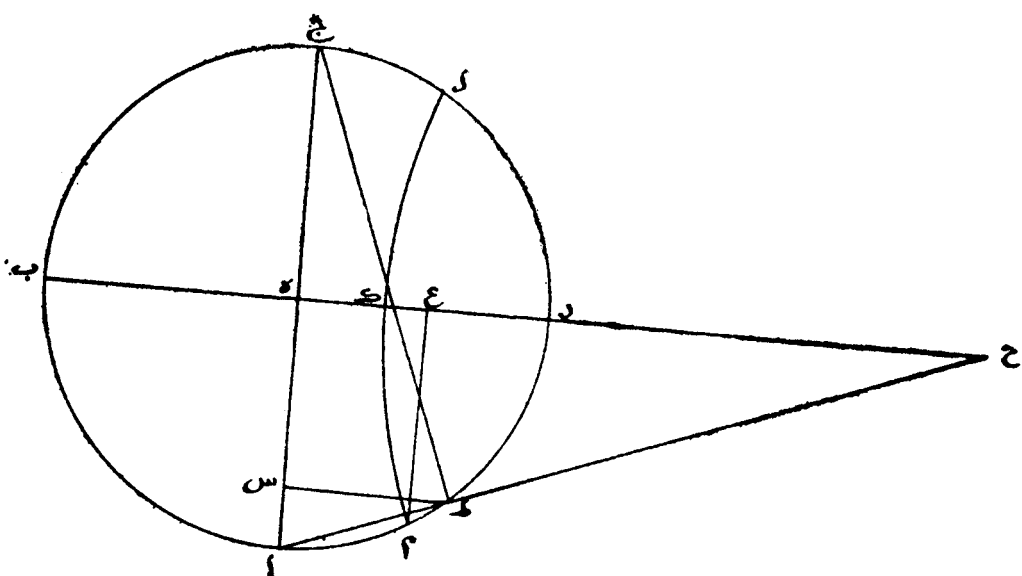
در این تصویر دو خطا بچشم می خورد

یکم - در هر جذری که از مربع شعاع و مربع تصویر بگیریم مقداری باقی
می آورد و جذر اصم است و همان مقدار باقیمانده ی کم در آسمان هزاران فرسنگ
اختلاف باواقع تولید می کند !

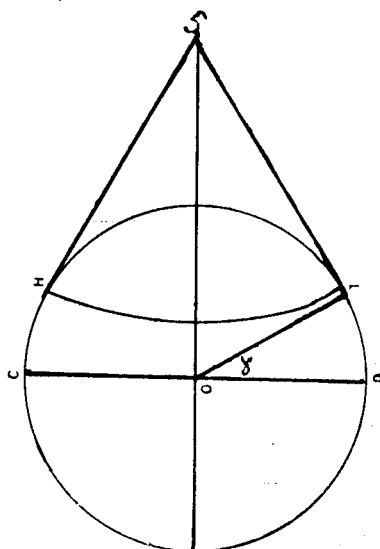
دوم - چنانکه در پیش گفتیم بطلمیوس چاهی کند که خود و پیروانش در آن افتادند چه ، او گمان می کرد که تصویر قوسها باهم برابر است و حال آنکه چنین نیست بنابراین این عمل که شعاع دایره و خود دایره را مساوی تقسیم کنیم درست نیست و چون ممکن است خطاهای دیگر هم باشد ، علمای اروپا اصل نقشه را پذیرفته و استدلال را عوض کردند و با گرفتن زاویه ی هر طول به مقصود راه بردند .



ناگفته نماند که برای بدست آوردن نقطه ی H که بعد مجاز است یعنی محل عبور این نقطه بابکار بردن مثلثاتی متشابه آنرا بیرونی بدست آورده و چون این نقطه همواره بدست می آید کار او فقط برای کنترل از صحت عمل است پس از اینکه بیرونی از ترسیم اطوال آسوده میشود بر سر دوائر عرض می رود و ابتدا سینوس قوس am را که مطلوب مامی باشد ترسیم می کند و بعداً سینوس متمم قوس را که m میباشد و با کم کردن دو سینوس ها از یکدیگر تصویر K بدست می آید و بقیه ی عمل مانند دایره طول است .



امروز با گرفتن زاویه عرض دائره عرض را ترسیم می کنند



البته عمل بیرونی را با کار امروزی باید سنجید و دید کدام دقیقتر است

بیرونی در رساله‌ی تسطیح صور میگوید من به نقشه‌ای نیازمندم که کواکب حول معدل و منطقه دویم نشود زیرا ایاز باین ستارگان بیشتر است و در چشم روشنتر دیده میشوند. البته میدانید که ابرخس هم بدو آدر این نوع ستارگان حرکت غربی را پیدا کرد. ولی در آثار الباقیه بمقصود خود موفق شده و میگوید:

« يك قسم دیگر از تسطیح، تسطیح استوانی نام دارد و تاکنون نشنیده‌ام هیچیک از اهل فن این نوع تسطیح را پیش از من ذکر کرده باشند ».

هنگامی که استوانه‌ی محیط بر کره گسترش یافت نصف النهارات و مدارات مربعانی تسطیح می‌شود و نواحی استوانی قریب بواقع و هر چه دورتر می‌رویم اشکال واقع بر کره بیشتر تغییر شکل میدهند و بیرونی راجع به عیب مذکور میگوید « ابعادی که در کره متساوی هستند در این تسطیح اختلاف بسیار می‌یابد بخصوص دوائر نزدیک به قطب ».

چنانکه می‌بینید تسطیح استوانی از بیرونی است و مقصود او در این کار تسطیح آسمان بوده تا کواکب حول منطقه و معدل را تصویر کند ولی مرکبات این تسطیح را برای دریا نوردی بکار برده و چون در کره اقصر فاصله میان دو نقطه قوسی از دایره عظیمه است که تسطیح آن خط مستقیم میگردد و این خط با نصف النهارات زوایائی تشکیل میدهند که چون يك مرتبه بدست آمد کشتیران همان زاویه را در حرکت کشنی حفظ میکنند پس مرکبات مقداری در تسطیح استوانی- ابداعی بیرونی تصرف کرده و آنرا در زمین هم قابل استفاده قرار داده است.

این چند تسطیح که ذکر شد نتیجه تقریباً دوست سال کار بوده که از زمان کندی تا زمان بیرونی را شامل میشود.

با تأملی ظرف سالها که در مسئله‌ی تسطیح کرده‌ام تا این تاریخچه را نگاشتم این مسئله برایم مسلم شد که پس از بطلمیوس هیچکس در این مسئله نشده و گاهی به پیش برداشته نشد و بزرگتر دلیل، عجز بتأنی است که مورد احترام کپرنیک میباشد و ناتوانی ابوالحسین صوفی منجم و متخصص در ثوابت از تسطیح کره

و مادام که ما با جمال صوفی را نشناخته باشیم نمی‌دانیم که بیرونی چرا قدم در میان نهاد و برای این کار کمر بست .

اینکه اروپائیان در کتب هیئت هرشل یا چند منجم دیگر را کشف ستارگان مزدوج یا مضعف می‌دانند عمداً یا سهواً حق بطلمیوس و صوفی را تضییع کرده‌اند و اگر صوفی ایرانی است و به گفته‌ی منتسکیو چگونه می‌توان ایرانی بود و برای این گناه حق او پایمال شده است ! . بطلمیوس که یونانی است حق این مرد عجیب را چرا تضییع کردید .

مطابق جدول ثوابت در مقاله‌ی هفتم مجسطی او نخستین کسی است که يك ستاره‌ی مزدوج از جنس سحابیات در چشم صورت را می‌یافته پس او امکان مزدوج بودن را واقع دانست .

يك کار دیگر بطلمیوس که در تواریخ علم بآن اشاره‌ای نرفته یافتن مقدار حرکت ثوابت است و مطابق ترجمه‌های مختلف که از کتاب سماء و عالم ارسطو داریم او همانطور که لغت ثوابت دلالت می‌کند این ستارگان را ثابت و بی‌حرکت می‌انگاشت و مسلماً نخستین کس که برای آنها حرکت یافت ابرخس بود اما مقدارش را نتوانست تعیین کند و بطلمیوس که کار ابرخس را که چندان قطعی بنظر نمی‌رسید صححه گذاشت، این اندازه را صد سال يك درجه دانست و بعداً در ادوار اسلامی مکرر این مطلب امتحان شد در صدی که زمان مأمون شد، و هر شصت و شش سال يك درجه دانسته شد و ابن اعلم را عقیده بر این شد که هر هفتاد سال يك درجه است ولی محی‌الدین مغربی در مراغه عین‌الثور a ثور (دبران) و قلب العقرب a عقرب را رصد کرد و همان رصد مأمونی را تصدیق کرد. عقیده‌ی ابن اعلم صحیحتر و ۷۲۵ سال کمتر از واقع است . در حالی که این مقدار که دو مرتبه در رصدهای ما بدست آمده با علم جدید در يك دوره تقریباً دو هزار سال تفاوت دارد ! و نوعاً مقادیری که در زیج‌های ما آمده برای نقص آلات ریاضی چند درجه یا بدقت چند دقیقه مختلف است . و نوعاً مقادیر مذکور در زیج‌ها و اسطرلاب که نام آن از يك دقیقه کمتر ندارد با يك

ملیونیم ثانیه در کامپیوتر فرق آشکار دارد!
اما آنچه از قدما قواعد ریاضی که کار دماغ است بهمارسیده بسیار ارزشمند است
و بحث ما در این گونه کار بود.

پس از او صوفی کواکب مزدوج متعدّدی کشف و يك کار بسیار مهمتر که
شاهکار جهانی است يك مجرّه دیگر در صورت Andromeda یافته و حال آنکه
پیش از او بطلمیوس يك مجرّه بیشتر نمی‌شناخته و بیرونی از دوست خود مهندس
عبدالجلیل سجزی که در شیراز صوفی را دیده نقل می‌کند که او کره ای مانند
کره آسمان ساخته بود و کواکب را بر آن نقش بسته بود و يك کاغذ نازک را پس از
آنکه این صور را رنگ می‌کرد روی آنها می‌گذاشت و چون کاغذ را می‌گسترانید
می‌دید که این صورنها در کاغذ و کره بسیار تفاوت دارند و نتوانست راهی برای
تسطیح بدست آورد و چون این مرد فرد با چنین هوش و اطلاع ریاضی، که چند
تن ریاضی دان درجهی يك را از قبیل بوزجانی و صفائی و کوهی در دربار عضدالدوله
دیده، در کار تسطیح و امانده باشد باید حال بسیاری از علمارا که شاگرد او هم بحساب
نمی‌آمدند دانست که چه بوده پس چون بیرونی وضع را بدین منوال دید به چاره -
جوئی پرداخت درغین حال صوفی را در امر ثوابت بر بطلمیوس ترجیح می‌دهد چه،
صوفی عمرش را در این يك کار تمام کرده و می‌گوید که بطلمیوس می‌خواست در بسیاری از
مسائل پیشرفت حاصل کند و صوفی در يك امر و کسی که حواس خود را بر يك کار
صرف کند از مرد پراکنده حواس موفقتر است و آنکه بخواهد همه چیز بداند
هیچ چیز را نخواهد دانست.

کتبی دیگر در تسطیح پیش از بیرونی و پس از او نگاشته شده که موضوعاً
با بحث ما مختلف است چه، آنها در باره ی ساختن اسطرلاب است و امروزه این
گفتگوها سودی ندارد زیرا آلت مذکور کهنه شده و تنها به درد آویختن در موزه‌ها
می‌خورد و از آن کاری ساخته نیست از این رهگذر ما نام این دفاتر و نویسندگان
را نیاوردیم تا بار حافظه را سنگین نسازد و نقشه ی زمینی و آسمانی همین‌ها بوده که

در طول عمر یافته ام .

خطاب من بطور عام با مسلمانان و بطور خاص با ایرانیان است که به بینند علم در قرن چهارم چه پایه بوده و چقدر کوشش و اجتهاد شده و بدبختانه به عللی مشروح این چراغ خاموش شد و امید است هر کس که این رساله را می خواند پس از اینکه آغاز سخن را در آن بیاد آورد که ریاضی دان یعنی شخص ریاضی آفرین این احساس در او یافت شود که باید گاهی بیشتر بنهد .