تحقيق ودراسة فصل"علم جرم الأرض واستدارتها" في مخطوط"هيئة الأفلاك" لقسطا بن لوقا

ديالا عتو*، مصطفى موالدي**

*طالبة دراسات عليا(دكتوراه)، قسم تاريخ العلوم الأساسية، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب

** أستاذ، قسم تاريخ العلوم الأساسية، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب

الملخص

نتناول في هذا البحث حساب نصف قطر الأرض ومحيطها في فصل"علم جرم الأرض واستدارتها" في مخطوط"هيئة الأفلاك" لقسطا بن لوقا، ويوضح البحث طريقة حساب نصف قطر الأرض ومحيطها، ويدعمها بالرسم ليفيد في تسهيل وتبسيط الطريقة، وتأتي أهمية هذا البحث من كونه يعرض مساهمة قسطا بن لوقا في تطور علم الفلك، ويهدف هذا البحث إلى تحقيق هذا الجزء من المخطوط، وإجراء دراسة علمية للنص المحقق، ودراسته تاريخياً لعصور سابقة وتالية لعصره، وقد تميزت طريقة قسطا في حساب نصف قطر الأرض ومحيطها ببساطتها، كما امتازت بالدقة، وروح الابتكار.

الكلمات المفتاحية: قسطا بن لوقا، هيئة الأفلاك، تاريخ علم الفلك، نصف قطر الأرض،محيط الأرض.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 1/ 9/ 2021

قبل للنشر بتاريخ 5/ 12/ 2021

Editing and Studying of Chapter of the Science of the Earth and Its circumference in the Manuscript of "*Hay't AL-Aflak*" by Qusta Ibn Luqa

Diyala ETTO*, Moustafa MAWALDI**

*Postgraduate Student (PhD), Dept. of the History of Basic Sciences, Arab Scientific Heritage Institute, Aleppo University.

** Prof., Dept. of the History of Basic Sciences, Arab Scientific Heritage Institute, Aleppo University.

Abstract

In this research, we tackle calculating the Earth's radius and circumference in the Chapter of the science of the body of the Earth and its rotation in the manuscript of "*Hay't AL-Aflak*" by Qusta ibn Luqa.

This research explains how to calculate Earth's radius and circumference and enriches this with drawings to facilitate and simplify the method.

The importance of this research comes from the fact that it presents Qusta ibn Luqa's contribution to the development of astronomy.

The research aims to edit this section of the manuscript and conduct a scientific study of this edited text, and it includes a historical study of the pre- and post-eras.

Qusta ibn Luqa's method of calculating Earth's radius and circumference was characterized by its simplicity, clarity, accuracy and a spirit of innovation.

Key words: Qusta Ibn Luqa, *Hay't AL-Aflak*, The History of Astronomy, Earth's radius, Earth circumference.

Received 1/9 /2021
Accepted 5/12 /2021

1-مقدمة

تميز العلماء العرب منذ القدم باهتمامهم، وانجذابهم لمعرفة أسرار الكون، كما تميزوا بتأملاتهم العميقة، واعتكاف الكثير منهم في سبيل إشباع رغبتهم بالعلم والمعرفة، ولذلك كان العلماء العرب يصرفون الكثير من مدخراتهم، وأوقاتهم في سبيل تحصيل المعارف والخبرات، ومنه فقد نشأ علم الفلك مثله مثل بقية العلوم الأخرى عن طريق استيعاب العلوم السابقة تمثلت في أعمال الساسانيين، والهيلينيين، والهنود والتي ترجمت وجمعت معاً، وفي المقابل كان لعلم الفلك العربي/الإسلامي تأثر وأثر واضح في نظيره البيزنطي، والهندي، والأوروبي، والصيني، فحتى الآن احتفظت بعض النجوم في السماء كالدبران والنسر الطائر بأسمائها العربية، وكذلك بعض المصطلحات الفلكية كالسمت، والعهدة، والمقنطرة، ومن أشهر علماء الفلك في الحضارة العربية/الإسلامية:

قسطا بن لوقا (ت 300هـ/912م)، البتاني (ت 317هـ/929م)، عبد الرحمن الصوفي (ت 376هـ/986م)،أبو الريحان(ت 440هـ/1048م).

ويعد قسطا بن لوقا من مؤسسي علم الفلك نظراً لانشغاله في البداية بترجمة العديد من الكتب، والمؤلفات الغنية بالمعارف والخبرات العلمية، ثم تحوله للنقد والتصحيح والتأليف في هذا المجال، وتعد مؤلفاته من الكتب الأولى التي أسست لعلم الفلك، وعلوم الحضارة الإسلامية.

2-أهمية البحث

تكمن أهمية هذا البحث في تحقيق جزء هام من مخطوط"هيئة الأفلاك" فهو يعرض مساهمة قسطا بن لوقا في تطور علم الفلك، وذلك من خلال توثيقه لطرق حساب نصف قطر الأرض ومحيطها، وقد امتازت هذه الطرق بالسهولة والبساطة، كما دعم قسطا شرحه برسم توضيحي يفيد في الفهم والاستيعاب.

3-هدف البحث

-يقدم البحث تحقيقاً لموضوع حساب نصف قطر الأرض ومحيطها في مخطوط"هيئة الأفلاك"لأول مرة.

-إجراء دراسة علمية توضح طرق حساب نصف قطر الأرض ومحيطها.
-يبين البحث مساهمة قسطا بن لوقا في تطور علم الفلك وتقدمه، ومقارنتها مع مساهمات بعض الباحثين القدماء والدراسات الحديثة.

4-وصف نسخ المخطوطة :

وجدت في كتاب **تاريخ الأدب العربي** لكارل بروكلمان[1] نسخة وحيدة لمخطوط"هيئة الأفلاك" لقسطا بن لوقا موجودة في مكتبة بودليان، جامعة أكسفورد في بريطانيا برقم(4206)، ولها نسخة مصورة عنها في معهد التراث العلمي العربي بحلب برقم(1400/مجموع)،وهي مؤلفة من 50ورقة،22سطر،حجم وسط.

يدرس المخطوط علم الهيئة وحركة الأفلاك لقسطا بن لوقا ويتضمن عدة موضوعات أهمها: وصف الفلك والبروج الاثني عشر والكون والكواكب، علم جرم الأرض واستدارته، صفة أفلاك الشمس، صفة أفلاك القمر، صفة أفلاك زحل، صفة أفلاك المشتري، صفة أفلاك المريخ، صفة أفلاك الزهرة، صفة أفلاك عطارد.

- **مؤلف المخطوطة:**

قسطا بن لوقا البعلبكي فيلسوف شامي،له تصانيف كثيرة،[2] ولد في بعلبك في حدود 205هـ/820م، جال في آسيا الصغرى في شبابه دارساً ثم استقر في بغداد[3]، وعاصر يعقوب بن إسحاق الكندي(185هـ/805م-256هـ/873م)[4].

في العصر العباسي دخل إلى بلاد الروم وحصَل من تصانيفهم الكثير، وعاد إلى الشام، واستدعي إلى العراق ليترجم كتباً من اللغة اليونانية إلى اللغة العربية[5]، كان

---

[1] **بروكلمان**،كارل،**تاريخ الأدب العربي**،ج4،ط3 ،دار المعارف،القاهرة،ص99.

[2] **الدفاع**،علي عبدالله،**رواد علم الفلك في الحضارة العربية الإسلامية**،دارالكتب العلمية للنشر والتوزيع،مصر،2000،ص57.

[3] BROCKELMANN(C),*Gesshichte der Arabischen Literature*, SI,Brill, Leiden,1973,P365.

[4] **القفطي**،جمال الدين،**إخبار العلماء بأخبار الحكماء**،طبعة القاهرة،مطبعة السعادة،مصر،1908،ص173.

[5] **ابن العبري**،يوحنا ابن أهرون،**تاريخ مختصر الدول**،ط3،دار الشرق،بيروت،1992،ص259.

فصيحاً باليونانية جيد العبارة بالعربية[1]، فكان جيد النقل فصيح اللسان اليوناني والسرياني والعربي، وقد نقل أشياء وأصلح نقولاً كثيرة [2]، وما وصل إلينا من ترجماته للمؤلفات اليونانية ليس هناك من الأصل إلا القليل[3]، وقد كان طبيباً حكيماً وعالماً بالهندسة والعلوم الطبيعية[4].

أما وفاته فقد توفي في أرمينية[5] واختلف في تاريخها فقيل: توفي سنة 300هـ/912م وهو التاريخ الأشهروالمرجح، فقد ذكر ذلك معظم المؤلفين كالقفطي في كتابه **إخبار العلماء بأخبار الحكماء**، و الزركلي في كتابه **الأعلام**[6]،وابن أبي أصيبعة في كتابه **عيون الأنباء في طبقات الأطباء**[7]، وقيل سنة 286هـ/899م كما جاء في **تراث الإسلام** وفي مقالات كثيرة لمستشرقين باحثين[8]، وقيل سنة 310هـ/922م[9].

من كتبه المطبوعة قديماً: كتاب هيرون في **رفع الأشياء الثقيلة** اعتنى بتصحيحه البارون كارا دي فو، وكتاب **الفلاحة الرومية** تأليف الحكيم قسطوس بن اسكورا سكينه[10]، ومن أهم مؤلفاته: كتاب المدخل إلى الهندسة، كتاب المدخل إلى المنطق، كتاب الفرق بين النفس والروح، كتاب المرايا المحرقة، كتاب الأوزان

---

[1] **ابن النديم**،أبو الفرج محمد بن إسحاق،**الفهرست**،ج2،مؤسسة الفرقان للتراث الإسلامي، لندن،2009م، ص293.

[2] **بدوي**،عبد الرحمن،**دور العرب في تكوين الفكر الأوربي**،مكتبة الأسرة،مصر ،2004،ص219.

[3] **سيزكين**،فؤاد،**تاريخ التراث العربي**،ج5،حتى سنة 430هـ،ترجمه عبد الله عبد الله حجازي،وحسن محي الدين حميدة،ومحمد عبد المجيد علمي،جامعة الملك سعود،الرياض،المملكة العربية السعودية،ص354.

[4] **كحالة**،عمر ،**معجم المؤلفين**،الجزء الثاني,مؤسسة الرسالة,بيروت,لبنان، 1993م،ص659.

[5] **الزركلي**،خير الدين،**الأعلام**،الطبعة 15،الجزءالخامس،دار الملايين،بيروت،لبنان،2002،ص196،197.

[6] **الزركلي**،خير الدين،**الأعلام**،الطبعة 15،الجزءالخامس،دار الملايين،بيروت،لبنان،2002،ص196،197.

[7] **ابن أبي أصيبعة**،أحمد بن القاسم،**عيون الأنباء في طبقات الأطباء**،ج1،تحقيق الدكتور نزار رضا،مكتبة الحياة،بيروت،1882ص244.

[8] **حميدان**،زهير ،قسطا بن لوقا،**الموسوعة العربية** ،هيئة الموسوعة العربية،دمشق،سورية،المجلدالخامس عشر ،2016،ص376.

[9] **جبوري**،عبدالله،**المستدرك على الكشاف**،مطبعة المعارف،بغداد،1965،ص299.

[10] **سركيس**،يوسف اليان،**معجم المطبوعات العربية والمعربة**،ج2،مطبعة سركيس،مصر ،1928،ص1510.

والمكاييل[1]، كتاب المروحة وأسباب الريح، كتاب قوانين الأغذية، كتاب العمل بالكرة النجومية[2]، **كتاب "هيئة الأفلاك"**.

5-منهج التحقيق والدراسة وإثبات النص

لقد اختصرت تدخلي في النص بقدر الإمكان، وفيما يلي القواعد التي اتبعتها في إثبات النص:

5-1)الأقوس والرموز:

/:ابتداء صفحة من المخطوطة.

و:وجه صفحة من المخطوطة.

ظ:ظهر صفحة من المخطوطة.

5-2)علامات الترقيم:

قمت بإضافة علامات ترقيم للنص مثل:

النقطة (.) , والنقطتين (:) , والفاصلة (,).

5-3)تقسيم النص:

قمت بإعادة تنسيق عناوين الفقرات وتمييزها بحروف كبيرة ولون غامق.

5-4)الكتابة:

قمت بتصحيح بعض الأحرف مثل:

وضع الهمزات، كتابة الياء لأن المؤلف كان يكتبها ألف مقصورة دون الإشارة لذلك في الحواشي، وضع تنوين النصب لجميع الكلمات التي تتطلب ذلك لعدم وضعه

5-5)مضمون الحواشي:

- بدايات صفحات المخطوطة

[1] **طوقان**،قدري حافظ،**تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك**،مطبعة المقتطف،مصر ،1941،ص179.

[2] **القفطي**،جمال الدين،**إخبار العلماء بأخبار الحكماء**،طبعة القاهرة،مطبعة السعادة،مصر ،1908،ص173.

6-النص المحقق

((/[1]علم جرم الأرض واستدارتها

نريد معرفة قدر عظم الأرض والشمس، فإن الأرض في منظر العين يراها الناظر أعظم من الشمس بأضعاف لا تحصى، لأنّا قد نرى الشمس كقدر شبر في شبر، فليس نرى قدرها عند الأرض يعد مع قدر عظم الأرض، ولأنا نعرف ضعف الحواس في امتحان الأشياء الكبار، ولا سيما إذا تباعدت فإنا نضعف عن إدراك معرفة قدرها، وألوانها، واختلاف بعضها من بعض، فشككنا عند ذلك فيما رأينا من صغر الشمس، وعظم الأرض، فالتمسنا في معرفة ذلك قياساً طبيعياً، وحدوداً منطقية وبراهين صحيحة، لكيلا نخدع من ضعف الحواس، فلنمتحن ذلك بقياس هندسي، ومعرفة عقلية حتى نجد معرفة ما نريد من ذلك بلا تقليد ولا شك.

ونبدأ في معرفة جرم الأرض وقياس ذلك الذي يعرف به حقيقة ما نريد من خط الإستواء الذي تحت الفلك المستقيم الذي قطباه كلاهما مع أفق الأرض، أحدهما في الشمال والآخر في الجنوب، وفي ذلك الموضع الذي تحت الفلك المستقيم تنقسم الأرض بجزئين معتدلين من الجهتين جميعاً، وبرهان ذلك دهرهم كله لم يزل ولا يزال ما بقي ليله ونهاره سواء لا يزيد ولا ينقص أبد الدهر كله، كذلك وساعاتهم في كل الأيام والليالي اثنتي عشرة ساعة كل يوم، واثنتي عشرة ساعة كل ليلة لا تزيد ولا تنقص.

والليل والنهار عليهم أبداً سواء، وكل موضع من الأرض سوى ذلك الموضع مما يلي الجنوب والشمال، فالأيام والليالي فيه مختلفة في زيادة الساعات ونقصانها، وطول الليل وقصره، ولا يستوي الليل والنهار على أحد منهم إلا في كل ستة أشهر يوماً واحداً.

فاعلم أن هذه المواضع خلاف ذلك الموضع، وأن ذلك الموضع تحت فلك معدل النهار/[2]والليل، ونعرف ذلك إذا تباعدنا عن الخط الذي وصفناه وهو خط

[1] بداية 9ظ.

[2] بداية 10و.

الاستواء نحو الشمال على قدر ما يرتفع عن الأرض القطب الشمالي، فعلمنا عند ذلك أن ميل سمت رؤوسنا وهو عرض الإقليم عند خط الإستواء في العرض إلى الناحية الشمالية كارتفاع القطب الشمالي كائناً ما كان جزءاً واحداً أو أجزاء كثيرة، فنبدأ من خط الإستواء نحو القطب الشمالي متوجهين حتى يرتفع القطب علينا جزءاً واحداً، ثم ننظر كم تلك المسافة من ميل إذا ارتفع القطب الواحد ، فنأخذ ذلك البعد فنضربه في٣٦٠ جزء الذي هو دور الأرض، لأن الفلك وكل استدارة عظيمة من الأفلاك كلها، فإنها تقسم على٣٦٠ جزءاً، فإذا ضربنا ذلك في٣٦٠ أخذنا ما اجتمع من ذلك فنقول: أنه كذلك يكون تدوير الأرض.

وقد قاسه الأولون فأصابوا إذا كان ارتفاع القطب جزءاً واحداً يكون من الأرض ٦٦ ميلاً وثلثي ميل، فإذا ضربنا ذلك في٣٦٠ جزءاً التي هي استدارة الأرض اجتمع من ذلك ٢٤٠٠٠ ميل، فنقول أن ذلك دور الأرض وقطرها الذي هو طولها وعرضها وغلظها ٧٦٣٦ ميلاً.

وكذلك قاسه بطليموس فوجده كذلك، فزعم أن استدارة الأرض١٨٠ اسطاذيوس والاسطاذيوس ٤٠٠ ذراع، والميل٣٠٠٠ ذراع، فالميل إذاً سبع اسطاذيوسات ونصف فإذا قسمنا١٨٠ ألف اسطاذيوس على ٧ونصف لنصيرها أمياﻻً استبان لنا أن استدارة الأرض٢٤٠٠٠ ميل، وقطرها سبعة آلاف وستمائة وستة وثلاثون ميلاً.

فتلك استدارة الأرض وطولها وعرضها وغلظها مع الماء والبحار، فإن الماء مستدير بالأرض أيضاً وحدهما واحد وكل ما ذكرنا من استدارة الأرض وطولها وعرضها وغلظها فهو مع استدارة الماء وطوله وعرضه وغلظه ونصف قطرها٣٨١٨ ميلاً.

فإن أردت معرفة حقيقة ما قلنا فقس بالاسطرلاب في أي موضع شئت من الأرض القطب الشمالي ثم تباعد/[1]من ذلك الموضع إن شئت إلى ناحية الشمال، وإن شئت إلى ناحية الجنوب ستة وستين ميلاً وثلثي ميل، ثم قس أيضاً ارتفاع القطب

[1] بداية 10ظ.

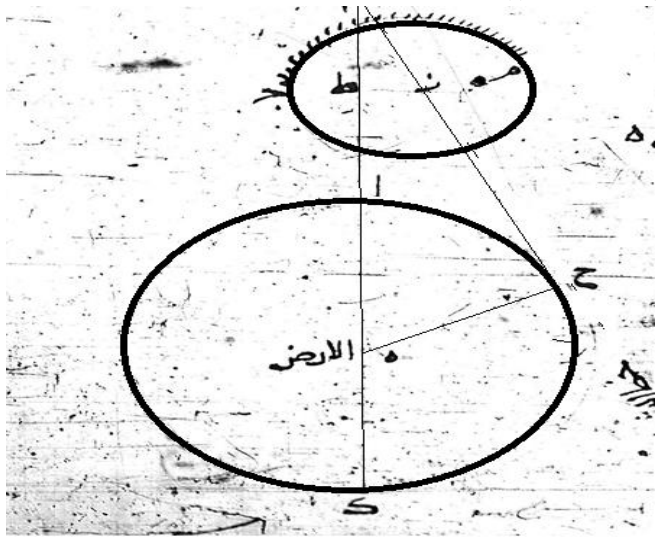
فإنك تصيبه قد ارتفع أو انخفض جزءاً واحداً فهذا قياس صحيح وبرهان واضح لمن أراد معرفة ذلك، وأيضاً إنا وجدنا مدينتين تحت خط نصف النهار وهو الخط الذي يقطع دائرة البروج من الجنوب إلى الشمال يكون طولهما واحداً، ويكونان في العرض مختلفين إحداهما أقل من الأخرى، وقطبيهما الشمالي أقل ارتفاعاً في الأخرى بدرجة واحدة، أو نحو ذلك، فلما مسحنا ما بين المدينتين علمنا كم ميلاً لكل درجة من الاستدارة السماوية في الأرض من الطول، فإن كان بين المدينتين درجة واحدة في ارتفاع القطب أو انخفاضه، فإنك إذا مسحت مسافة ذلك ستجدها **سو** ميلاً وثلثي ميل، وقد مسح ذلك في مدينتين معروفتين مدينة تدمر، ومدينة الرقة وذلك أنهم وجدوا ميل تدمر عن سمت رؤوسهم الذي هو ميل ارتفاع قطبها الشمالي **لد** جزءاً، وميل مدينة الرقة عن سمت رؤوسهم **له** جزءاً وثلث، وهي في سمت تدمر إلى ناحية الشمال، وهما جميعاً تحت خط نصف النهار واحد فوجدوا ما بين الرقة وتدمر ٩٠ ميلاً كما وجده من مسحه قبلنا.

فمن ذلك علم أن كل درجة من استدارة الفلك الأعظم يكون طولها من الأرض٦٦ ميلاً وثلثي ميل، وأيضاً في معرفة قطر الأرض تستخرج خط نصف النهار في بلد معروف العرض، ثم تسير على سمته وتنحفظ من الإنحراف، وتتحرس من الإعوجاج عنه، فإذا صرنا إلى بلد آخر يخالف عرضه عرض البلد الأول الذي ابتدأنا منه أخذنا فضل ما بين العرضين من الأجزاء فحفظناها ثم أخذنا عدد ما قطعنا من الفراسخ والأذرع من الأرض فيكون قدره من الأجزاء المحفوظة كقدر جميع دور الأرض من٣٦٠ التي هي الأجزاء المحفوظة منها فيكون دور الأرض ثم نعرف منه قطرها، فاعلم ذلك.

وأيضاً الشكل في علم دور الأرض /[1]نعلو جبلاً عالياً مرتفعاً وليكن بين يديه استواء من الأرض، ثم نأخذ صفيحة الإرتفاع فنرفع عضادتها ونحطها حتى نرى أفقنا وهو الموضع الذي كان السماء فيه تماس للأرض، فإذا رأينا ذلك من ثقبي العضادة علمنا أنه قد خرج من أبصارنا خط إلى ذلك الموضع يماس الأرض على نقطة من النقط،

[1] بداية 11و.

فنجعل دور الأرض دائرة **ك ح ل**، ومركزها **هـ**، ونجعل الصفيحة **ج أ م**، ومركزها **ن**، والتسعين المقسومة قوس **م ج**، ومري العضادة عنها على نقطة **أ** والخط الذي خرج من أبصارنا خط **أ ح ب**، والنقطة التي من هذا الخط الذي يماس حدبة الأرض نقطة **ح** ونخرج من **هـ** خطاً إلى **ح** وهو **هـ ح** فزاوية **ح** من مثلث **أ ح هـ** قائمة وزاوية **ط** من مثلث **أ ط ز** قائمة لأن خط **أ ط** جيب قوس **أج**، و خط **ط ن** جيب تمامها فمثلث **أ ح هـ** مشبه بمثلث **أ ن ط** فنسبة خط **ن ط** المعلوم إلى **ط أ** المعلوم كنسبة **ح هـ** إلى **ح أ**، فتعرف قدر **ح أ**، و تحفظه ثم قد علمنا أن ضرب خط **ك ل** هو ضعف **ح هـ** وزيادة ما بين أصل أبجد ونقطة أ وذلك أن ضرب خط **ل** المعلوم في **لا** المعلوم كضرب خط **أ ح** في مثله، فنعرف خط **ح أ** من هذه الجهة أيضاً، ثم تقابل به ما كنا حفظنا حتى يخرج لنا خط **ح هـ** وهو نصف القطر فقد اكتفينا بما قلنا من علم نصف قطر الأرض الذي هو٣٨١٨")).



7-الدراسة العلمية:

ذكر قسطا أننا نرى حجم الأرض أكبر من حجم الشمس بكثير، وأننا نرى الشمس بحجم الكف، وأن حجمها صغير جداً بالنسبة لحجم الأرض، وذلك بسبب عدم قدرة الحواس على إدراك حجم الأشياء الكبيرة وخاصة البعيدة، لذلك أصبح لدينا شك

في تقدير حجم الشمس، وهذا ما دفع العلماء للقيام بالقياسات الهندسية الطبيعية والمنطقية، وقاموا بالبرهان عليها.

7-1)قياس محيط الأرض:

يقول قسطا بأنه لقياس محيط الأرض فعلينا تحديد ذلك من على خط الاستواء الذي تحت الفلك المستقيم[1]، حيث يكون قطباه هما قطبي أفق الأرض الشمالي والجنوبي، وفي هذا المكان تنقسم الأرض إلى قسمين متساويين، وحيث يكون الليل والنهار متساويين أيضاً، أما في غيره من الأماكن فلا يتساوى الليل والنهار في معظم أوقات السنة إلا في كل ستة أشهر يكون هناك يوماً تتساوى فيه ساعات الليل مع ساعات النهار.

أما في ذلك الموضع الذي هو تحت معدل النهار، فإنه إذا ابتعدنا عن خط الاستواء متجهين نحو الشمال، ونحن نعلم أن ميل سمت[2] الرؤوس هو بعد الإقليم عن خط الاستواء، وهو يمثل ارتفاع القطب الشمالي، لذلك نبدأ بالقياس من خط الاستواء متوجهين نحو القطب الشمالي، حتى نبتعد جزءاً واحداً، فنأخذ ذلك الجزء، ونضربه في 360 جزء، فيكون الناتج هو محيط الأرض.

وقد ضربنا مقدار الجزء في 360 باعتبار أن الأرض دائرية، وبالتالي فهي مقسمة إلى 360 جزء كغيرها من الأفلاك.

وقد قاس العلماء الأولون محيط الأرض باعتبار مقدار الجزء يساوي 66.66 ميلاً تقريباً، وبالتالي محيط االأرض يعطى بالشكل :

---

[1] الفلك المستقيم: ((هو معدل النهار، وهو الدائرة العظمى التي تحيط على قطبي السماء الذين عليهما يتحرك من المشرق إلى المغرب دورة في كل يوم وليلة، سمي معدل النهار لأن الشمس إذا بلغته اعتدل النهار)).

الخوارزمي،محمد بن أحمد بن يوسف،**مفاتيح العلوم**،تحقيق محمد كمال الأدهمي،دار القلم للطباعة والنشر والتوزيع،بيروت،لبنان،2020، ص 136.

[2] السمت: ((ملتقى دائرة المرتفع من شمس أو كوكب أو غيرهما إذا اجتازت على قطبي الأفق مع الأفق يكون سمته)).

البيروني،محمد بن أحمد، **التفهيم لأوائل صناعة التنجيم**،المكتبة البريطانية، مخطوطات شرقية،رقم Or8349،ص134.

24000 ميل = 360 × 66.66

لقد قاس بطليموس محيط الأرض، ووجده 180000 اسطاذيوس.

حيث الاسطاذيوس = 400 ذراع، والميل = 3000 ذراع

إذاً الميل = 7.5 اسطاذيوس

24000 ميل = 7.5 ÷ 180000

وذلك يكون محيط الأرض متضمناً الماء واليابسة، ولكي نتأكد من صحة القياس:

7-1-1-يمكننا استخدام الاسطرلاب من أي مكان نريد.

7-1-2-ثم نتجه شمالاً أو جنوباً مسافة 66.66 ميل.

7-1-3- فنجد أنفسنا قد ارتفعنا أو انخفضنا جزءاً واحداً(درجة خط عرض).

وهذا برهان أن كل جزء يساوي 66.66 ميل.

أيضاً يمكننا البرهان بطريقة أخرى:

1- نحدد مدينتين تحت خط نصف النهار الذي يقطع دائرة البروج من الجنوب إلى الشمال.

2- وحيث يكون للمدينتين نفس خط الطول، والفرق بين خطي العرض درجة واحدة.

3- وبقياس المسافة بين المدينتين علمنا أن درجة خط العرض= 66.66 ميل.

وقد طبقنا ذلك على مدينتي تدمر والرقة، فوجدنا أن ميل مدينة تدمر يساوي 34 جزء، وميل مدينة الرقة 35.33 جزء، والمسافة بين تدمر والرقة تساوي 90 ميل.فمقدار الدرجة:

66.66 ميل تقريباً = 1.33 ÷ 90

7-2)قياس نصف قطر الأرض

يقول قسطا أن بطليموس قاس قطر الأرض، ووجده مساوياً 7636 ميل، وبالتالي فنصف قطر الأرض يساوي 3818 ميل.

ولقياس قطر الأرض:

7-2-1-نستخرج خط نصف النهار في مكان معين من بلد ما.

7-2-2- ونتجه وفق نفس خط طوله[1] إلى بلد آخر له درجة عرض[2] مختلفة عن درجة عرضه.

7-2-3- ثم نقيس المسافة بين عرضي البلدين.

7-2-4- ونضرب الناتج بعدد الأذرع من الأرض التي قطعناها.

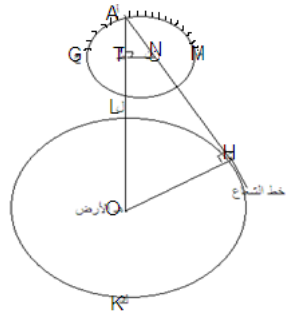
7-2-5- ثم نضربها ب 360 جزءاً فيكون الناتج محيط الأرض، ومنه نستخرج قطرها.

طريقة أخرى لقياس قطر الأرض باستخدام الاسطرلاب:

1- نتسلق جبلاً عالياً مطلاً على أرض مستوية حتى نبلغ قمته.

2- ونأخذ صفيحة الارتفاع، فنرفع عضادتها، ونضعها بحيث نرى الأفق الذي يكون فيه تماس بين السماء والأرض.

ونوضح ذلك من خلال الرسم:



1- نرسم دائرة الأرض **KHL**، ومركزها **O**.

[1] طول البلد: ((هو بعده من المشرق أو المغرب، وليس للمشرق والمغرب نهاية في الحقيقة عند المنجمين، لأن كل نقطة ن دائرة خط الاستواء هي مشرق لموضع ومغرب لموضع آخر، فإذا ذكر المشرق على الإطلاق عني به أقصى موضع من البلاد المعمورة في نواحي الشرق، وكذلك إذا ذكر المغرب على الإطلاق عني به أقصى موضع من البلاد المعمورة في نواحي الغرب)).

[2] عرض البلد: ((هو بعده من خط الاستواء ص137علم الهيئة: هو معرفة تركيب الأفلاك وهيئتها وهيئة الأرض)).

الخوارزمي،محمد بن أحمد بن يوسف،**مفاتيح العلوم**،تحقيق محمد كمال الأدهمي،دار القلم للطباعة والنشر والتوزيع،بيروت،لبنان،2020، ص136.

2- ونرسم الصفيحة **GAM** ، ومركزها **N**.

3- فيكون الخط الذي خرج من أبصارنا هو خط **AH**، والنقطة التي يمس بها الأرض هي النقطة **H**، ويكون نصف قطر الأرض هو **OH**.

في المثلث **AHO** لدينا الزاوية **H**= 90 درجة

وفي المثلث **ATN** لدينا الزاوية **T** = 90 درجة

ولدينا المثلثان **AHO**، **ATN** متشابهان(**A** زاوية مشتركة،**T**،**H** زاويتان قائمتان،**N**،**O** متساويتان)، ومن التشابه نجد:

$$\frac{\mathbf{HO}}{\mathbf{HA}} = \frac{\mathbf{NT}}{\mathbf{TA}}$$

وبالتالي: $\mathbf{HA} = \frac{\mathbf{HO\ X\ TA}}{\mathbf{NT}}$

ولدينا: $(\mathbf{AL}) \times (\mathbf{OL}) = (\mathbf{HA})^2$

وبماأن الطولين (**OL**)، (**AL**) معلومين

نستنتج الطول (**HA**)، ثم نجد الطول (**HO**)، وهو نصف قطر الأرض.

8-دراسة تاريخية في حساب محيط الأرض ونصف قطرها

8-1)أول من قاس محيط الأرض على أساس علمي سليم في العصور القديمة هو الفلكي الرياضي إراتوستين ERATOSTHENE(276 ق.م_ 194 ق.م)، حيث قارن ارتفاع قرص الشمس في منتصف النهار في مكانين مختلفين في الشمال والجنوب بينهما مسافة معروفة[1]، وقد اعتمدت طريقته لقياس المحيط على ملاحظة الفرق بين زاوية سقوط أشعة الشمس على سطح الأرض عند قرية سيين جنوبي أسوان الواقعة على مدار السرطان، ومدينة الإسكندرية وقت الظهيرة في يوم الإنقلاب الشمسي للشمس(21 يونيو)، وكان معروفاً أن مدينتي أسوان والإسكندرية تقعان على نفس خط الطول، وأن المسافة بينهما حوالي 5000 ستادياً، وتوصل إلى أن محيط الأرض يساوي 252000 ستادياً.

[1]RIDPATH(I),*The illustrated Encyclopedia of The universe*,Waston-Guptill,New-york,2001.P31.

8-2)وفي القرن الثاني قبل الميلاد حاول POSEIDONIUS(135ق.م_51ق.م) أحد فلاسفة اليونان أن يصحح الرقم، وأجرى قياساته على المسافة بين الإسكندرية ورودس، فوصل إلى الرقم 240000 ستادياً، ثم صحح POSEIDONIUS الرقم بعد ذلك إلى 180000 ستادياً[1].

8-3)وفي عصر الحضارة العربية/الإسلامية قام العلماء العرب أيام الخليفة المأمون بقياس محيط الكرة الأرضية، حيث أمر الخليفة بني موسى بقياس المحيط، فذهبوا إلى صحراء سنجار، ووقفوا في موضع منها، فأخذوا ارتفاع القطب الشمالي ببعض الآلات، وضربوا وتداً وربطوا فيه حبلاً طويلاً، ومشوا فيه إلى جهة الشمال، وقاسوا ارتفاع القطب الشمالي أيضاً هناك، فوجدوا الارتفاع قد زاد درجة عن الارتفاع الأول، فبلغ ستة وستين ميلاً وثلثي ميل، فعلموا أن كل درجة من درج الفلك يقابلها ستة وستون ميلاً وثلثي ميل[2].

8-4)أما أبو الريحان البيروني فقد قام بقياس محيط الأرض معتمداً على براعته في حساب المثلثات، وقد كانت دقة قياسه مقارنة بالحاضر تساوي الواحد بالمئة، حيث يقول البيروني:" وفي معرفة ذلك طريق قائم في الوهم صحيح بالبرهان، والوصول إلى عمله صعب لصغر الإسطرلاب، وقلة مقدار الشيء الذي يبنى عليه فيه ، وهو أن تصعد جبلاً مشرفاً على بحر أو برية ملساء، وترصد غروب الشمس، فتجد ماذكرناه فيه من الانحطاط، ثم تعرف مقدار عمود ذلك الجبل، وتضربه في الجيب المستوي لتمام الانحطاط الموجود، وتقسم المجتمع على الجيب المنكوس لذلك الانحطاط نفسه، ثم تضرب ما خرج من القسمة في اثنين وعشرين، وتقسم المبلغ على سبعة، فيخرج مقدار إحاطة الأرض بالمقدار الذي به قدرت عمود الجبل"[3]

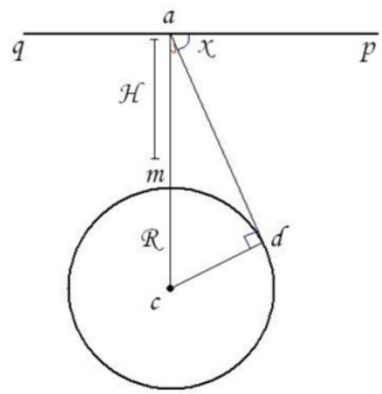
---

[1] **ساغان**،كارل،**الكون**،ترجمة نافع أيوب لبس،المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب،الكويت،1993،ص ص 25_30.

[2] **طوقان**،قدري حافظ،**تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك**،القسم الأول،الفصل السادس(مآثر العرب في الفلك)،مطبعة المقتطف،مصر،1941،ص63.

[3] **البيروني**،محمد بن أحمد أبي الريحان،**القانون المسعودي**،ج1،ط1،مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن،الهند،1956،ص48.

شرح الطريقة:



1- فرض البيروني أن النقطة **a** قمة جبل ما.

2- والخط **am** هو ارتفاع الجبل وهو خط يصل امتداده إلى النقطة **c** والتي هي مركز الأرض.

ثم رسم خط **pq** عمودياً على **ac** موازياً لأفق قمة الجبل **a**.

3- ورسم أيضاً خط **ad** المماس لمحيط الدائرة عند نقطة **d** وهي وقت غروب الشمس.

وبما أن **ad** هو مماس للدائرة **c**، فإن **cd** عمودياً على **ad**، وبالتالي يكون المثلث **adc** قائم الزاوية في **d**.

وتسمى الزاوية **pad** زاوية انخفاض لشمس وقت الغروب، ولنفرض أن قيمتها **x** درجة.

ومن الرسم نجد أن الزاوية تتمم زاوية **dac**، وبما أن زاوية **dca** هي أيضاً متممة لزاوية **dac** في المثلث **adc** القائم الزاوية،

فإن زاوية **acd** تساوي **x** درجة أيضاً.

فإذا رمزنا لنصف القطر بالرمز **R**، ولارتفاع الجبل بالرمز **H**، نجد مايلي:

$$H + \frac{R}{\sin(90)} = \frac{R}{\sin(90-x)}$$

وبما أن : $\sin(90) = 1 \quad , \quad \sin(90 - x) = \cos(x)$

فإن:

$$H + R = \frac{R}{cos(x)}$$

وبالتالي:

$$R = \frac{Hcos(x)}{1-cos(x)}$$

ولحساب محيط الأرض

$$P = 2\pi R \quad ; \quad \pi = \frac{22}{7}$$

وقد قام البيروني بقياس نصف قطر الأرض وهو 6338.80 كيلومتر، حيث قام بالتجربة عملياً في منطقة ناندانا في إقليم جبلي على نحو 100 كيلومتر من مدينة إسلام آباد عاصمة باكستان الحالية، والقياس الحقيقي لنصف قطر الأرض المعروف حالياً في المتوسط 6370.98 كيلومتر[1].

أما محيط الأرض عند البيروني فكان 41248 كيلومتر، وحسب قياس الأقمار الصناعية 40070 كيلومتر وهو قريب من الحقيقة، فيقول المستشرق نللينو: "وهو دال على أنه كان للعرب من الباع الطويل في الأرض، وعمل المساحة"، ويقول أيضاً:"إن قياس العرب للكرة الأرضية هو أول قياس حقيقي أجري كله مباشرة مع كل ما تقتضيه تلك المسافة الطويلة، وهذا الفريق الكبير من العلماء والمساحين العرب، فهو يعد من أعمال العرب المأثورة"[2].

9-نتائج البحث

9-1-الطريقة التي استخدمها قسطا بن لوقا في قياس استدارة الأرض كانت مبتكرة، وتميزت ببساطتها ووضوحها.

9-2-استفاد العلماء الذين اشتغلوا بعلم الفلك بعده من طرقه، وكانت قياساتهم تطابق القياسات التي توصل إليها.

9-3-توصل قسطا بن لوقا إلى قياسات دقيقة و قريبة جداً من القياسات الحديثة.

التوصيات

1-تحقيق ودراسة مخطوطات أخرى للعالم قسطا بن لوقا.

[1] **الدمرداش**،أحمد سعيد،**البيروني**،دار المعارف،القاهرة،مصر ،ص99.

[2] **طوقان**،قدري حافظ،**تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك**،مطبعة المقتطف، مصر ،1941، ص63.

2-إدراج طريقتي قسطا بن لوقا، والبيروني في قياس قطر الأرض ومحيطها في المناهج التدريسية لتعليم الطلاب الوصول إلى نتائج علمية بأدوات بسيطة.

المصادر والمراجع العربية

1. **ابن أبي أصيبعة**،أحمد بن القاسم،**عيون الأنباء في طبقات الأطباء**،ج1، تحقيق الدكتور نزار رضا،مكتبة الحياة،بيروت،1882ص244.
2. **ابن العبري**،يوحنا ابن أهرون،**تاريخ مختصر الدول**،ط3،دار الشرق،بيروت،1992،ص259.
3. **ابن النديم**،أبو الفرج محمد بن إسحاق،**الفهرست**،ج2،مؤسسة الفرقان للتراث الإسلامي،لندن،2009م،ص293.
4. **بروكلمان**،كارل،**تاريخ الأدب العربي**،ج4،ط3 ،دار المعارف، القاهرة، ص99.
5. **البيروني**،محمد بن أحمد أبي الريحان،**القانون المسعودي**،ج1،ط1،مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن،الهند،1956،ص48.
6. **البيروني**،محمد بن أحمد، **التفهيم لأوائل صناعة التنجيم**،المكتبة البريطانية، مخطوطات شرقية،رقم Or8349،ص134.
7. **جبوري**،عبدالله،**المستدرك على الكشاف**،مطبعة المعارف، بغداد،1965، ص299.
8. **حميدان**،زهير،قسطا بن لوقا،**الموسوعة العربية**،هيئة الموسوعة العربية، دمشق، المجلد الخامس عشر،2016،ص376.
9. **الخوارزمي**،محمد بن أحمد بن يوسف،**مفاتيح العلوم**،تحقيق محمد كمال الأدهمي،دار القلم للطباعة والنشر والتوزيع،بيروت،2020،ص 136.
10. **الدفاع**،علي عبدالله،**رواد علم الفلك في الحضارة العربية الإسلامية**،دارالكتب العلمية للنشر والتوزيع،مصر،2000،ص57.
11. **الدمرداش**، أحمد سعيد،**البيروني**،دار المعارف،القاهرة،ص99 .
12. **الزركلي**،خير الدين،**الأعلام**،الطبعة 15،الجزءالخامس،دار الملايين، بيروت،2002،ص196،197.

13. **ساغان**،كارل،**الكون**،ترجمة نافع أيوب لبس،المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1993، ص ص 25_30.

14. **سركيس**،يوسف اليان،**معجم المطبوعات العربية والمعربة،ج2**،مطبعة سركيس،مصر،1928،ص1510.

15. **سيزكين**،فؤاد،**تاريخ التراث العربي**،ج5،حتى سنة 430هـ، ترجمه عبد الله عبد الله حجازي،وحسن محي الدين حميدة،ومحمد عبد المجيد علمي، جامعة الملك سعود، الرياض،المملكة العربية السعودية،ص354.

16. **طوقان**،قدري حافظ،**تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك**،مطبعة المقتطف، مصر،1941، ص63.

17. **القفطي**،جمال الدين،**إخبار العلماء بأخبار الحكماء**،طبعة القاهرة،مطبعة السعادة، مصر،1908،ص173.

18. **كحالة**،عمر،**معجم المؤلفين**،الجزء الثاني,مؤسسة الرسالة,بيروت,لبنان، 1993م،ص659.

المراجع الأجنبية

1. Brockelmann(C),*Gesshichte der Arabischen Literature* ,SI ,Brill ,Leiden, 1973, P365.
2. Ridpath(I),*The illustrated Encyclopedia of The universe*,Waston-Guptill,New-york,2001.P31.
3. Smith(D.E),*History of Mathematics*,vol I,Dover publication,INC,New-york,1958,P174.