دراسة علمية لمسائل مساحية في القسم الأول من مخطوطة (كتاب أبي بكر بن أبي عابس في أخذ الأبعاد)

مها الشعار

أستاذ مساعد، قسم تاريخ العلوم التطبيقية، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب.

الملخص

تطور علم أخذ الأبعاد (علم المساحة المستوية حالياً) مع تطور المشاريع الهندسية التي قام بها الإنسان منذ أقدم العصور، فتم الاعتماد عليه في معرفة ميول الأرض الطبيعية بدقة لضمان جريان المياه في القنوات المبنية سواء كانت جوفية أو سطحية، وبات له دوراً هاماً في معرفة علو الحصون والقلاع لدراسة كيفية الوصول إلى أعلاها أثناء حصارها، وكان الأساس في قياس مساحات الأراضي الزراعية لتحديد ملكية الأراضي والضرائب المترتبة على كل أرض.

ولدراسة تاريخ تطور هذا العلم في الحضارة العربية لابد من العودة إلى المخطوطات العربية المختصة بهذا العلم، وهي نادرة، ومن هنا تأتي أهمية دراسة المخطوطة الهندسية "**كتاب أبي بكر بن أبي عابس في أخذ الأبعاد**" دراسة علمية، التي يعود تاريخ تأليفها إلى القرن الخامس للهجرة/ الحادي عشر للميلاد والتي تحوي على أجهزة جديدة استخدمت في عمليات القياس المساحية في ذلك الوقت، وبذلك نكون قد كشفنا عن بعض إسهامات علمائنا العرب ودورهم في تقدم علم المساحة وتطوره، ونحن بعملنا هذا؛ **الذي اضطررنا لتقسيمه إلى قسمين لضخامة العمل**؛ نفتح باباً لتأريخ مراحل التطور العلمي والعملي لعلم المساحة، وقد توصلنا إلى **عدة نتائج** أهمها: اخترع مؤلف المخطوطة أجهزة جديدة للقياس منها جهاز لقياس عمق مسطح مائي عميق كالبحر، وطغيان الجانب العملي على محتوى المخطوطة مما يدل على تمرس مؤلفها في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية: أبو بكر بن أبي عابس، مخطوطة "كتاب أبي بكر بن أبي عابس في أخذ الأبعاد"، علم المساحة قديماً، أجهزة المساحة قديماً.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 20/ 10/ 2021

قبل للنشر بتاريخ 30/11/ 2021

A Scientific Study of Surveying Problems of the First Section of the Manuscript of (the Book of Abi Bakr Ibn Abi Abbas in Taking Dimensions)

Maha AL-Shaar

Assistant Prof., Dept. of the History of Technology, Institute of the Arab Scientific Heritage, University of Aleppo

Abstract

The development of the science of taking dimensions (the science of surveying now) with the development of engineering projects was carried out by man since ancient times. It was relied upon to accurately know the slope of the natural land to ensure the flow of water in the built channels, whether they were underground or surface ones. It had an important role in knowing the height of forts and castles to study how to reach their top during their siege. It was also the basis for measuring the areas of agricultural land to determine the taxes incurred on each land. In order to study the history of the development of this science in the Arab civilization, we must return to the Arabic manuscripts concerned with this science, which are rare. Hence comes the importance of studying the engineering manuscript "**The Book of Abi Bakr ibn Abi Abbas in Taking Dimensions**" in a scientific study. It contains new devices used in measurement operations at that time. Thus, we have revealed some of the contributions of our Arab scientists and their role in the advancement and development of surveying science. We had to divide this work into two parts due to the enormity of the work. We have reached several results, the most important of which is that the manuscript's author invented new devices, including a device for measuring the depth of the sea. We also found that the practical side was predominant in the manuscript, which indicates the author's experience in this field.

Keywords: Abo Bakr ibn Abi Abbas, The Manuscript of "The Book of Abi Bakr ibn Abi Abbas in Taking Dimensions", The Science of Surveying in the Past, The Surveying Devices in the Past.

Received 20 /10 / 2021
Accepted 30/ 11/ 2021

أولاً–مقدمة: اهتم العرب كغيرهم من الأمم بعلم المساحة (علم أخذ الأبعاد قديماً) لحاجتهم الماسة إليه في مشاريعهم المختلفة، لذا خصص بعضهم فصلاً من مخطوطاتهم لهذا العلم، بينما أفرد بعضهم الآخر مخطوطة كاملة لحل مسائل خاصة بهذا العلم، تُعدّ مخطوطة أبي بكر بن أبي عابس من المخطوطات العربية الهامة المؤلفة في القرن الخامس للهجرة/ الحادي عشر للميلاد، والتي اختصت **بعلم أخذ الأبعاد**، وحلت مسائل مساحية عدة بأجهزة مخترعة جديدة لم يرد لها ذكر من قبل في المخطوطات العربية المختصة في علم أخذ الأبعاد والمتوفرة بين أيدينا.

طرح أبو بكر بن أبي عابس اثني عشرة مسألة في مخطوطته، **وقد اضطررنا لتقسيم الدراسة إلى قسمين، وهذا البحث هو القسم الأول من هذه الدراسة أوردنا فيه ست مسائل،** وسوف نورد القسم الثاني في بحث ثانٍ؛ إن شاء الله؛ **لعدم إمكانية نشره في بحث واحد لضخامة العمل المنجز.**

تناولت المسألة الأولى كيفية صنع آلة يُعرف بها عمق بحر أو بركة، والمسألة الثانية والثالثة قياس ارتفاع جبل وبعده عن موضع القياس بطرائق مختلفة، والمسألة الرابعة قياس ارتفاع جبل بواسطة المرآة، وفي المسألة الخامسة أورد المؤلف قاعدة هندسية رياضية ووضح كيفية العمل بها بهدف الاعتماد عليها في صنع آلة مساحية جديدة للقياس أورد كيفية صنعها في المسألة السادسة.

ثانياً–أهمية البحث: تناقش المخطوطة المدروسة عمليات مساحية على شكل مسائل، وتُقدم الحلول الرياضية المناسبة لها، كما تذكر أجهزة مساحية جديدة، لذا كان من المهم دراستها علمياً للتعرف على منهج المؤلف، والتأكد من صحة براهينه، وإضافاته الجديدة في هذا العلم.

ثالثاً–هدف البحث: التعرف على المستوى المعرفي في علم المساحة لعلمائنا العرب الذي لم يُدْرس حتى الآن. وذلك بدراسة المخطوطة التي قمنا بدراستها علمية بعد تحقيقها، وتعرفنا من خلالها على المنهج الذي اتبعه المؤلف في رسالته، فقد اعتمد على **المنهج الاستدلالي الرياضي** الذي يتسم بالدقة والوصول إلى الغاية المطلوبة من غير اللجوء إلى التجربة، ويلاحظ الدارس للمخطوطة أن المسائل مرتبة بأسلوب

رياضي يشابه المنهج المتبع في الوقت الحاضر، فكل مسألة يَذكر المطلوب منها أولاً، ثم يليها برهانها مع رسم رياضي توضيحي لها.

رابعاً–مؤلف المخطوطة: ذكرت المراجع المختصة بتراجم المؤلفين معلومات قليلة جداً عن المؤلف، فذكر فؤاد سزكين قائلاً: "أن أبا بكر بن عابس عاش قبل منتصف القرن الخامس هجري/ الحادي عشر ميلادي، وله **(كتاب في أخذ الأبعاد)**"[1]، وأورد الباحثان روزنفليد وإكمال الدين: "أبو بكر بن عابس عاش في القرن (10–11 ميلادي)، له مخطوط **(كتاب في أخذ الأبعاد)**"[2]، وعرفه زهير حميدان فقال: "رياضي، لم يذكر المصدر تاريخ وفاته، ظناً عاش قبيل عام 626هـ/ 1228م"[3]، وهو تاريخ نسخ المخطوطة.

خامساً–نسخة المخطوطة[4]: للمخطوطة نسخة وحيدة موجودة ضمن مجموع في مكتبة آيا صوفيا تحت رقم 14/4830، ويوجد صورة عنها في مكتبة المخطوطات المصورة (الميكروفيلم) في معهد التراث العلمي العربي تحت رقم 12839، (210ب–214ب)، 23 سطر، حجم وسط، نسخت في دمشق عام 626هـ.

سادساً–الدراسة العلمية: اتبعنا في الدراسة العلمية المنهج التالي، ذكرنا النص المحقق من قِبلنا لكل مسألة على حدة، ثم درسناها علمياً ليتم تتبع الحل بسهولة ويسر.

---

(1) **سزكين،** فؤاد، 1423هـ/ 2002م– **تاريخ التراث العربي (الرياضيات حتى نحو 430هـ).** ترجمة عبد الله عبد الله حجازي وحسن محيي الدين حميدة ومحمد عبد المجيد علي، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، مج5، ص503.

(2) ROSENFELD, Boris. A. & IHSANOGLU, Ekmeleddin., *Mathematicians, Astronomers& Other Scholars of Islamic Civilsation and Their Works (7th- 19th c.),* Rererch Center for Islamic History, Art and Culture (IRCICA), Istanbul, Turkey, 2003, P 139.

(3) **حميدان،** زهير، 1995م– **أعلام الحضارة العربية الإسلامية في العلوم الأساسية والتطبيقية.** منشورات وزارة الثقافة، دمشق، الجمهورية العربية السورية، مج1، ص184.

(4) **سزكين، تاريخ التراث العربي–الرياضيات حتى نحو 430هـ–**، المرجع السابق، ص503.

6-1-نص المسألة الأولى: القول على مثال آلة يُعرف بها عمق بحر أو بركة:

نصنع كرة من شبه[1]، ونلصق على ظهرها عروة منه، ونضع ثقالة في أعلاها حجمة[2] تدخل في العروة لترسب بالكرة، ويكون شكل الثقالة على هيئة إذا انتهت بالكرة إلى القعر تخلتْ عن الكرة وارتفعتْ الكرة، ويُعدل زمان رسوبها إلى أن تبدو الكرة على الماء طافية بطوف من الشبه مثقوب في قاعه ثقباً ضيقاً على ما عند إرسال الآلة إلى أن تبدو الكرة، فإن بدتْ رُفع الطوف ساعة ثم يُوزن ما اجتمع فيه من الماء، وينسب ذلك الماء إلى ما يوزن في زمن رسوبها في غديرٍ معلومٌ عَدد قيام[3] عمقه، فستكون نسبة وزن الماء إلى وزن الماء كنسبة عَدد القيام إلى عدد قيام عمق البحر المطلوب معرفة عمقه.

مثال ذلك: كرة عليها أ ب، وعلى العروة الملصقة فيها ب، وشكل الثقالة على هيئة الشكل الذي عليه جـ د هـ ر، على الحجمة جـ تكون زاوية الحجمة قائمة أو أقل من قائمة قليلاً، وتكون الثقالة من الثقالة بمقدار مَا ترسب بالكرة إذا أدخلت حجمة جـ في عروة ب، فإذا انتهت إلى القعر بالكرة، نزلت الثقالة على عمود هـ ر، وتميل جـ د هـ فتخرج حجمة جـ من عروة ب، وترتفع الكرة، وقبل أن تستعمل هذه الآلة تُنزل في ماءٍ قريب القعر لترى كيفية نزولها في القعر، وكيفية تخلي الثقالة عنها، فإن احتاجتْ إلى إصلاح شيءٍ فيها أُصلح قبل ما تبدو به الحجمة، ثم تتقدم قبل إرسالها لامتحان عمق بحر.

(1) **الشّبه:** ضرب من النحاس.

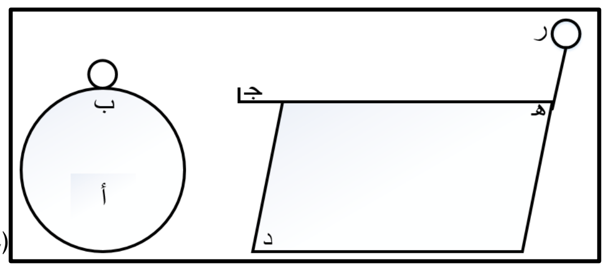
الجوهري، إسماعيل بن حماد (ت 398هـ)، 1430هـ/ 2009م-**الصحاح**. راجعه واعتنى به محمد محمد تامر وأنس محمد الشامي وزكريا جابر أحمد، دار الحديث، القاهرة، حرف الشين، مادة "شبه"، ص581.

(2) **حجمة:** نتوء, **الجوهري**، **الصحاح**، المرجع السابق، حرف الحاء، مادة "حجم"، ص228.

(3) **قيام:** من القامة، وهي وحدة طول، كان العرب والمسلمون يتعاملون بها، ولاسيما في قياس الأعماق، وهي تعادل تقريباً 1,72 متر.

فاخوري، محمود **وخوام**، صلاح الدين، 1422هـ/ 2001م-**موسوعة وحدات القياس العربية والإسلامية**. مكتبة لبنان ناشرون، مادة "قامة"، ص147.

نضع ثقالة كثقالة جـ د هـ ر في الوزن والشكل، ثم نرسل بالكرة على ما ذكرنا، فكأنها قد أرسلتْ في غديرٍ عمقه **عشر قيام**، ووضع الطوف المثقوب على ما سبق إرسالها في الغدير، فلما ظهرتْ الكرّة طافية، رُفع الطوف ذلك الحين عن الماء، ووُزن الماء المجتمع فيه في المدة التي نزلت الثقالة بالكرة إلى حين خرّوج الكرة، فكأنه قد ألفينا وزن الماء أربعة دراهم[1]، فكان وزن هذا الماء وعدد القيام التي اجتمع هذا الماء بالطوف المثقوب في زمن رسوب الثقالة بالكرة في العشر قيام إلى حين خروج الكرة أصلاً بحفظ ينسب إليه ما اجتمع في زمن رسوبها في بحر أو غيره، فكأنها أرسلتْ في بحرٍ لمعرفة عمقه، ووضع الطوف المثقوب على ماءٍ حين إرسالها إلى أن تبدو الكرة طافية، فحينئذ فما اجتمع في الطوف من الماء في الزمن الذي فيه رسبتْ إلى أن ظهرتْ الكرة وزن مئتي درهم، فتكون نسبة هذه المئتي درهم إلى الأربعة دراهم المجتمعة من الماء في زمن رسوب الكرة إلى أن ظهرتْ في العشر قيام كنسبة عدد قيام عمق ذلك البحر إلى العشر قيام، والمئتان خمسون مثل الأربعة، فكذلك يكون عمق ذلك البحر خمسين مثل العشر قيام، وذلك خمسمئة فهو عدد قيام عمود ذلك البحر إن شاء الله.



(2)

6-1-1-دراسة المسألة الأولى:

الفرض: كرة نحاسية مفرغة أ ب، ثقل على الشكل الموضح بالرسم جـ د هـ ر.

الطلب: قياس عمق بحر أو بركة ماء عميقة.

(1) **الدرهم:** وحدة وزن تعادل 3,183571غرام. **فاخوري**، و**خوام**، **موسوعة وحدات القياس العربية والإسلامية**. المرجع السابق، مادة "درهم"، ص51.

(2) **ملاحظة:** تم إعادة رسم الرسوم الهندسية كما هي واردة في المخطوطة.

العمل:

1- تُصنع كرة نحاسية مفرغة أ ب في أعلاها حلقة للتعليق ب.

2-يُصنع ثقل جـ د هـ ر من النحاس على الشكل الذي رسمه المؤلف، له ذراع ينتهي بنتوء جـ يُدخل في حلقة الكرة ب، وفي الطرف الثاني من الثقالة ر هناك حلقة (ربما لربط الثقل بحبل لاستعادته بعد أن تنتهي عملية القياس)، الهدف من صنع هذا الثقل هو تعليقه بالكرة لينزلها بشكل عمودي نحو قاع المسطح المائي المراد معرفة عمقه.

3-يُوضع طوف(1) من النحاس مفرغ من الماء ومثقوب على سطح الماء بنفس الوقت الذي تُنزل به الكرة مع الثقالة إلى الماء، فإذا نزلت الكرة إلى القاع ولمسته، فإن الثقالة تميل مما يؤدي إلى خروج النتوء بشكل تلقائي من العروة ب.

4-عندما تتحرر الكرة من الثقالة ترتفع نحو الأعلى لأنها مفرغة من الهواء.

5-نبه المؤلف أنه يجب أن تتم تجربة الآلة أولاً في مسطح مائي معلوم عمقه، والأفضل أن يكون قليل العمق، وذلك للتأكد من أن الثقل سينفصل عن الكرة بمجرد وصولهما للقاع بسبب تغير مركز ثقله، فإذا وُجد عيب في الآلة تم إصلاحه.

6-في حال نجاح التجربة يتم سحب الكرة والطوف المثقوب بمجرد وصول الكرة إلى سطح الماء، ويتم إفراغ الطوف من الماء الذي تسرب إلى داخله ووزنه.

7-تُعاد العملية في المسطح المائي المراد قياس عمقه، ويُعاد وزن الماء الذي تسرب إلى الطوف.

8-أصبح

(1) **الطوف:** الطوف قُربٌ ينفخ فيها، ويشد بعضها ببعض فتُجعل كهيئة سطح فوق الماء يُحمل عليها الميرة والناس ويُعبر عليها ويُركب عليها في الما.

ابن منظور، جمال الدين محمد (630-711هـ)، 1431هـ/ 2010م-**لسان العرب.** طباعة دار النوادر الكويتية، طبعة خاصة لوزارة الشؤون الإسلامية والأوقاف والدعوة والإرشاد، المملكة العربية السعودية، ج11، حرف الفاء، فصل الطاء، مادة "طوف"، ص128 وما يليها.

عمق المسطح المائي الأول (معلوم) ↗↖ وزن الماء الأول المتجمع في الطوف(معلوم)
عمق المسطح المائي الثاني(مجهول) ↘↙ وزن الماء الثاني المتجمع في الطوف (معلوم)

عمق المسطح المائي الثاني (مجهول)= (وزن الماء الثاني المتجمع في الطوف (معلوم) / وزن الماء الأول المتجمع في الطوف(معلوم)) × عمق المسطح المائي الأول (معلوم)

ثم يورد المؤلف مثالاً عددياً لتوضيح العملية:

عمق المسطح المائي الأول (١٠قيام) ↗↖ وزن الماء الأول المتجمع في الطوف(٤ دراهم)
عمق المسطح المائي الثاني (مجهول) ↘↙ وزن الماء الثاني المتجمع في الطوف (٢٠٠درهم)

فتصبح المعادلة السابقة:

عمق المسطح المائي الثاني ٢٠٠ / ٤ × ١٠ =٥٠٠ قيام

6-2-نص المسألة الثانية: مثال لمعرفة ارتفاع عمود جبل أو صنم، ومعرفة بعده عن موضع القياس في خط مستقيم، تقاطع العمود على زاوية قائمة:

فكان ارتفاع عمود الجبل خط أ ب ، والبُعد عنه خط هـ ب ، تقاطع عمود أ ب على زاوية قائمة على نقطة ب، فتقيم عند نقطة جـ عموداً قائماً على سطح الأفق على زوايا قائمة وهو جـ د، ثم تقيم عوداً آخراً موازياً له وهو هـ ر بمقدار القامة وأقصر من جـ د شبراً[1] ونحوه، تتقدم به أو تتأخر في أرض مستوية حتى ينظم[2] شعاع البصر من نقطة ر إلى نقطتي د أ ، وتتوهم خطاً يمر على نقط: ر ك ص موازياً لخط هـ جـ، ثم تعلم نسبة د ك إلى هـ جـ الذي هو مثل ر ك، فكأنك قد ألفيت

---

(1) **شبر**: وحدة قياس طول وتعادل 22سم تقريباً.

فاخوري، و**خوام**، **موسوعة وحدات القياس العربية والإسلامية**، المرجع السابق، مادة "شبر"، ص137.

(2) ينظم: من نظم، نظم اللؤلؤ جمعه في سلك، والانتظام الاتساق.

الرازي، محمد بن أبي بكر بن عبد القادر، **مختار الصحاح**، إخراج دائرة المعاجم في مكتبة لبنان، مكتبة لبنان، بيروت، 1986م، باب النون، مادة "نظم"، ص278.

هـ جـ ثلاثين مثلاً وثلثي مثل د ك، فكذلك يكون ر ص الذي هو مثل هـ ب ثلاثين مثلاً وثلثي مثل أ ص.

ثم تتأخر عن نقطة هـ استقامة خط هـ ب مئة ذراع[1] أو نحوها ما شئت في أرض مستوية وهو خط هـ ح، ثم تقيم العود الذي هو جـ د على نقطة ح، وهو خط ح ط على زوايا قائمة على سطح الأفق، وتتأخر إلى نقطة ن، ويكون خط ن مـ مثل خط هـ ر حتى ينظم شعاع البصر من نقطة مـ نقطتي: ط أ، وتتوهم خط ص ر ممتداً إلى نقطة مـ موازياً لـ ن ب، ثم تعلم نسبة ل ط إلى ن ح الذي هو مثل مـ ل ، فكأنك وجدت ن ح اثنين وثلاثين مثل ل ط ، و مـ ص الذي هو مثل ن ب اثنان وثلاثون مثل أ ص، والذي بين ن هـ معلوم، وقد كان هـ ب ثلاثون مثلاً وثلثي مثل أ ص و ن ب اثنان وثلاثون مثل أ ص ، و ن هـ مثل وثلث مثل أ ص، فيكون أ ص مثل ثلاثة أرباع ن هـ ، ثم تزيد على ما ألفيت من طول أ ص طول ص ب الذي هو مثل هـ ر، **فيكون عمود** أ ب **معلوم، وكذلك يكون** هـ ب **الذي هو البُعد معلوماً لأنه ثلاثون مثل** أ ص **وثلثا مثله، وهذه صورته0**

6-2-1-دراسة المسألة الثانية:

الفرض: الزوايا ب= جـ= هـ= ح= ب= قائمة

أ ب // د جـ // ر هـ// ط ح // مـ ن ، مـ ص = // ن ب، ن هـ معلوم

ص ب =كـ جـ = ر هـ =ل ح = مـ ن = قامة= ١,٧٢م.

كـ د = ط ل= شبر= ٠,٢٢م

[1] **ذراع:** وحدة طول تعادل 0,5م تقريباً.

فاخوري وخوام، موسوعة وحدات القياس العربية والإسلامية، المرجع السابق، مادة "ذراع"، ص124.

ح ط = جـ د = قامة + شبر=١,٧٢ + ٠,٢٢ =١,٩٤م.

هـ ح = ١٠٠ذراع= ١٠٠ ×٠,٥ =٥٠م

٢ ٢

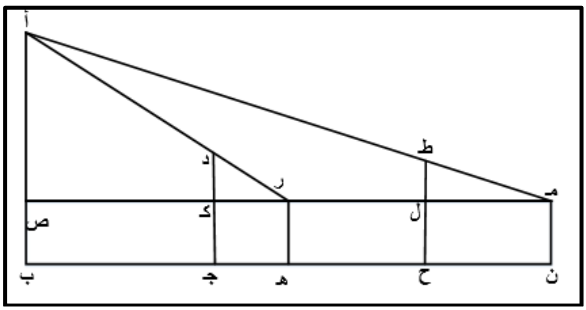
ر ك = هـ جـ = ــــ ٣٠ ك د = ــــــ٣٠ × ٠,٢٢ =٦,٧٥م

٣ ٣

ل مـ =ن ح = ٣٢ ط ل = ٣٢× ٠,٢٢ =٧,٠٤م

النقاط ن، ح، هـ، جـ على استقامة واحدة حسب ما ذكر في نص المسألة **(ومعرفة بعده عن موضع القياس في خط مستقيم).**

الطلب: ارتفاع الجبل أ ب، والبعد هـ ب



العمل:

1- أ ب ارتفاع الجبل المطلوب معرفته، وبعده هـ ب على بسيط الأرض، قائم في ب، يقيم الناظر عند النقطة جـ عموداً جـ د (طوله= 1,94م) قائماً على خط الأفق.

2-يقيم الناظر عوداً آخر (طوله=1,72م) قائماً في النقطة هـ ، وموازياً لـ أ ب، فيصبح لدينا العمود هـ ر، ثم يتقدم ويتراجع الناظر بالعمود هـ ر في أرض مستوية حتى يرى شعاع النظر ماراً من النقطة ر، والنقطة د ، والنقطة أ .

3- يرسم الناظر خطاً وهمياً موازياً لخط هـ جـ، ويمر في النقط التالية:

ر، ك (نقطة تقاطع الخط الوهمي مع العمود جـ د)،

ص (نقطة تقاطع الخط الوهمي مع العمود أ ب).

4-المثلثان ($\widehat{\text{دكـر}}$) و($\widehat{\text{أصر}}$) متشابهان، لأن:

الزاوية $\hat{\text{ر}}$ مشتركة، الزاوية $\hat{\text{ص}}$= الزاوية $\hat{\text{ك}}$= قائمة

وحسب نظرية تشابه المثلثات (يتشابه مثلثان إذا تساوت زاويتان من المثلث الأول مع زاويتين في المثلث الثاني)، ومنه:

$$\frac{\overline{\text{أص}}}{\overline{\text{دك}}} = \frac{\overline{\text{صر}}}{\overline{\text{رك}}} \quad \text{ومنه:} \quad \overline{\text{صر}} = \frac{\overline{\text{رك}}}{\overline{\text{دك}}}\ \overline{\text{أص}}$$

$$\overline{\text{رك}} = \overline{\text{جـهـ}} = ٣٠\tfrac{٢}{٣}\ \overline{\text{دك}} \Longleftarrow \frac{\overline{\text{رك}}}{\overline{\text{دك}}} = ٣٠\tfrac{٢}{٣} \quad \text{و} \quad \overline{\text{رص}} = \overline{\text{هـب}}$$

$$\Longleftarrow \overline{\text{صر}} = \frac{\overline{\text{رك}} \times \overline{\text{أص}}}{\overline{\text{دك}}} \quad \text{نعوض } \frac{\overline{\text{رك}}}{\overline{\text{دك}}} \text{ بقيمتها فيصبح لدينا}$$

$$\boxed{\overline{\text{صر}} = \overline{\text{هـب}} = ٣٠\tfrac{٢}{٣}\ \overline{\text{أص}}} \qquad (١)$$

7-يتراجع الناظر عن النقطة $\bar{\text{هـ}}$ على استقامة الخط $\overline{\text{هـب}}$ إلى النقطة ح، فيصبح لدينا الخط $\overline{\text{هـح}}$ (طوله= 50م)، يُثبت العود قائماً على النقطة $\bar{\text{ح}}$، فيصبح لدينا العمود $\overline{\text{حط}}$ والذي يساوي حـد فرضاً.

8-يتراجع الناظر بنفس الاستقامة إلى النقطة ن، ويقيم عمود $\overline{\text{نمـ}}$ يوازي ويساوي في الطول $\overline{\text{هـر}}$ ، وبحيث يمر شعاع النظر من النقطة مـ، والنقطة طـ، والنقطة أ .

9-يُرسم خطاً وهمياً من النقطة مـ يوازي ويساوي الخط ن ب حتى يقطع العمود أ ب في النقطة ص، فتكون النقطة ل تقاطع ط ح مع الخط الوهمي مـ ص .

10-المثلثان ط ل مـ و أ ص مـ متشابهان حسب نظرية تشابه المثلثات، لأن:

الزاوية و مشتركة، و الزاوية د = الزاوية ب = قائمة، ومنه:

أ ص / ط ل = ص مـ / ل مـ ⟸ ص مـ = أ ص / ط ل × ل مـ

ولكن لدينا ل مـ = ن ح = ٣٢ ل ط فرضاً ⟸ ل مـ / ل ط = ٣٢ ومنه

$$\boxed{\text{مـ ص = ن ب = ٣٢ أ ص}} \quad (٢)$$

ن ب = ب هـ + هـ ن ومنه ن هـ = ن ب - ب هـ

٢

ن هـ = ٣٢ أ ص - ٣٠ / ٣ أ ص ومنه

٤ / ٣ أ ص = ن هـ ومنه أ ص = ٣ / ٤ ن هـ

ن هـ = ن ح + ح هـ

ن ح = ٣٢ ط ل = ٣٢× ٠,٢٢ = ٧,٠٤م فرضاً

ح هـ= ٥٠ م فرضاً نعوض فيكون ن هـ= ٧,٠٤ + ٥٠= ٥٧,٠٤م

نعوض قيمة ن هـ فيصبح

أص = ٣/٤ ن هـ = ٣/٤ ٥٧,٠٤ = ٤٢,٧٨م إذاً أص = ٤٢,٧٨م

هـ ب = ٢/٣ ٣٠ أص نعوض هـ ب = ٢/٣ ٣٠ ×٤٢,٧٨ = ١٣١١,٩٢م أي

هـ ب = ١٣١١,٩٢م أصبح بُعد الجبل معلوماً

أ ب = أص + ب ص ولكن ب ص = هـ ب= ١,٧٢م نعوض

أ ب = ٤٢,٧٨ + ١,٧٢= ٤٤,٥٠م ومنه

أ ب = ٤٤,٥٠م أصبح ارتفاع عمود الجبل معلوماً

6-3-نص المسألة الثالثة: ومثال آخر لارتفاع عمود أ جـ صنماً كان أو عمود جبل: أن تأخذ عوداً أزيد من قامتك بنحو الذراع وهو ب د، ثم تزيد على القامة بخط ب ل، وتقسم ب ل بنصفين على هـ ، ثم تقيمه على نقطة د على زوايا قائمة على سطح الأفق، وتقيم عند مـ في أرض مستوية عوداً على مقدار القامة طوله مثل ل د، وهو مـ ح على زوايا قائمة موازياً لـ د ب ، وترمي شعاع البصر من ح حتى تظهر نقطتي هـ و أ، ثم تعلم ما نسبة مـ د الذي هو مثل ح ل إلى هـ ل فكأنك قد ألفيته ثلاثين مثلاً وثلثي مثله فتعلم أن ح ن الذي هو مثل مـ جـ ثلاثون مثلاً وثلثا مثل أ ن، ثم تتأخر على استقامة خط مـ جـ في أرض مستوية بعود مـ ح، وتقيم عند

نقطة ک موازياً لـ ب د حتى ينظم شعاع البصر من نقطة ط نقطتي: ب، أ، فكأنك قد قمت عند ک، ثم تعلم ما نسبة کد الذي هو مثل طل إلى ب ل، فكأنك قد ألفيته اثنين وثلاثين مثله، فتعلم أن طن الذي هو مثل کجـ اثنان وثلاثون مثل ن أ والذي يكون بين مـ و ک معلوم، فيكون مثل وثلث مثل أن، فيكون أن مثل ثلاثة أرباع مـک يزيد عليه مثل ن جـ الذي هو مثل مـ ح، فيكون عمود أ جـ معلوماً، **ويكون عمود** أن **معلوماً، ويكون** کجـ **اثنان وثلاثون مثله إن شاء الله، وهذه صورته.**

6-3-1-دراسة المسألة الثالثة:

الفرض: ب د = (قامة + ذراع= ١,٧٢م +٠,٥= ٢,٢٢م)،

ب ل = (ذراع= ٠,٥م)، ب هـ = هـ ل= (٠,٥ ذراع = ٠,٢٥م)

الزاوية جـ = الزاوية د= الزاوية مـ = الزاوية کـ = قائمة.

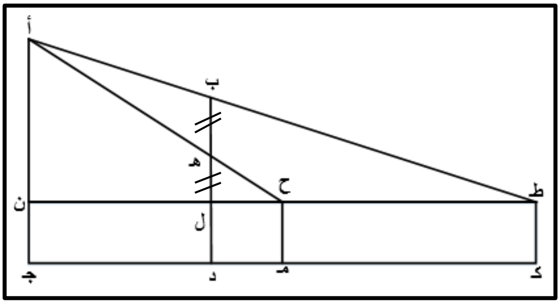
جـ ن= د ل = ح مـ = کـ ط = (قامة= ١,٧٢م)،

جـ أ // ب د // ح مـ // کـ ط

مـ د = ح ل = $\frac{٢}{٣}$ ٣٠ هـ ل، ط ن = // کـ جـ، ط ن = کـ جـ = ٣٢ ن أ

ح ن = مـ جـ = $\frac{٢}{٣}$ ٣٠ ن أ، کـ د = ط ل = ٣٢ ب ل

الطلب: ارتفاع أ جـ، والبعد کـ جـ .



العمل:

1-يأخذ الناظر عوداً ب د طوله معلوم، ثم يزيده مقداراً معلوماً ب ل، ويقسم ب ل إلى قسمين متساويين بالنقطة هـ، ثم يُثبت العود عند النقطة د بشكل عمودي، ومواز لـ جـ أ ، ثم يُثبت عند النقطة مـ عوداً بشكل عمودي فيصبح مـ ح طوله يساوي د ل ، وموازي لـ د ب.

3-يمرر الناظر شعاع النظر من النقطة ح ، والنقطتين هـ و أ .

4-المثلثان ($\widehat{\text{ح هـ ل}}$) و ($\widehat{\text{ح أ ن}}$) متشابهان، لأن:

الزاوية $\hat{\text{ح}}$ مشتركة ، الزاوية $\hat{\text{ن}}$ = الزاوية $\hat{\text{ل}}$ = قائمة.

وحسب نظرية تشابه المثلثات (يتشابه مثلثان إذا تساوت زاويتان من المثلث الأول مع زاويتين في المثلث الثاني)، ومنه:

$$\frac{\overline{\text{ح ل}}}{\overline{\text{هـ ل}}} = \frac{\overline{\text{ح ن}}}{\overline{\text{أ ن}}} \quad \text{ومنه} \quad \overline{\text{ح ن}} = \frac{\overline{\text{ح ل}} \times \overline{\text{أ ن}}}{\overline{\text{هـ ل}}}$$

$$\text{لدينا} \quad \overline{\text{ح ل}} = \overline{\text{مـ د}} = ٣٠\frac{٢}{٣} \quad \overline{\text{هـ ل}} = \frac{٩٢}{٣} \times ٠,٢٥ = ٧,٦٧\text{م}$$

$$\boxed{\overline{\text{ح ن}} = \overline{\text{مـ جـ}} = ٣٠\frac{٢}{٣} \; \overline{\text{أ ن}}} \quad (١)$$

5-يتراجع الناظر على نفس استقامة مـ جـ ، ويثبت العود كـ ط قائماً عند النقطة كـ وبطول يساوي طول مـ ح ، وموازي لـ ب د .

6-يمرر الناظر شعاع النظر من النقطة ط و النقطتين ب و أ.

5- المثلثان (ط ب ل) ، (ط أ ن) متشابهان، لأن:

الزاوية ط مشتركة، الزاوية ن = الزاوية ل = قائمة

وحسب نظرية تشابه المثلثات (يتشابه مثلثان إذا تساوت زاويتان من المثلث الأول مع زاويتين في المثلث الثاني)، ومنه:

ط ل / ل ب = ط ن / ن أ ⟸ ط ن = (ط ل × أ ن) / ل ب

ولكن كـ د = ط ل = ٣٢ ب ل = ٣٢× ٠,٥ = ١٦م

مـ كـ = كـ د - مـ د = ١٦- ٧,٦٧= ٨,٣٣م

ط ن = كـ جـ = ٣٢ أ ن (٢)

٦- ط ن= ط ح + ح ن بالتعويض من المعادلتين (١) و (٢)

ط ح = ٣٢ أ ن - ٣٠/٣ أ ن ومنه

ط ح = ١/٣ أ ن ومنه أ ن = ٣/٤ ط ح

لكن ط ح = مـ كـ نعوض أ ن = ٣/٤ مـ كـ = ٣/٤ × ٨,٣٣ = ٦,٢٥م

أجـ = أ ن + ن جـ نعوض أجـ = ٦,٢٥ + ١,٧٢ =٧,٩٧

كـ جـ = 32 أ ن نعوض كـ جـ = 32× 7,97 =255,04م

أصبح ارتفاع الصنم أجـ = 7,97م، والبعد كـ جـ = 255,04م وهو المطلوب

6-4-نص المسألة الرابعة: فإن كان الموضع الذي منه تقيس قريباً من الصنم أو عمود الجبل: وضعَت غضارٍ بماء أو مرآة عند نقطة أ، وتكون المرآة على موازاة سطح الأفق فإذا أحرفت عن الموازاة دخل القياس خطأ، ولذلك الغضار بالماء أقرب إلى الصواب، ثم تتأخر في أرض مستوية حتى ترى رأس الصنم أو رأس عمود الجبل الذي هو جـ في مرآة أ، فكأنك وقفتَ عند نقطة ر، ورميتَ بشعاع البصر من نقطة هـ إلى المرآة التي عند أ ، فوقع فيها على طرف عمود الجبل أو الصنم الذي هو جـ يحدث من شعاع البصر، ومن قامتك، ومن بُعد قدميك عن المرآة، ومن انعكاس شعاع البصر من المرآة إلى طرف عمود الجبل أو الصنم عند نقطة جـ ، ومن عمود الجبل أو الصنم ومن بُعد المرآة عن أصل عمود الجبل أو الصنم مثلثان متشابهان:

مثلث جـ د أ ومثلث هـ ر أ ، وتكون نسبة هـ ر إلى ر أ كنسبة جـ د إلى د أ ، فكأنك ألفيت ر أ ثلاثة أمثال وثلث مثل هـ ر ، فكذلك يكون أ د ثلاثة أمثال وثلث مثل د جـ ثم تتأخر بالمرآة أو بالغضار في أرض مستوية ثلاثين ذراعاً أو نحوها ما شئت إلى نقطة ب ، فتضع المرآة أو الغضارة عند نقطة ب ، ثم تتأخر حتى ترى رأس الصنم الذي هو جـ في مرآة ب ، فكأنك وقفتَ عند نقطة ط ، فرميتَ بشعاع البصر من نقطة ح حتى رأيت نقطة جـ في مرآة، فحدث مثلثان متشابهان:

مثلث جـ د ب ، ومثلث ح ط ب ، فتكون نسبة ح ط إلى ط ب ، كنسبة جـ د إلى د ب فكأنك ألفيت ط ب ثلاثة أمثال ونصف ط ح، فكذلك يكون ب د ثلاثة أمثال ونصف مثل جـ د ، **فما بين:** أ ب **سدس ارتفاع عمود** جـ د **إن شاء الله** ⊙

6-4-1-دراسة المسألة الرابعة:

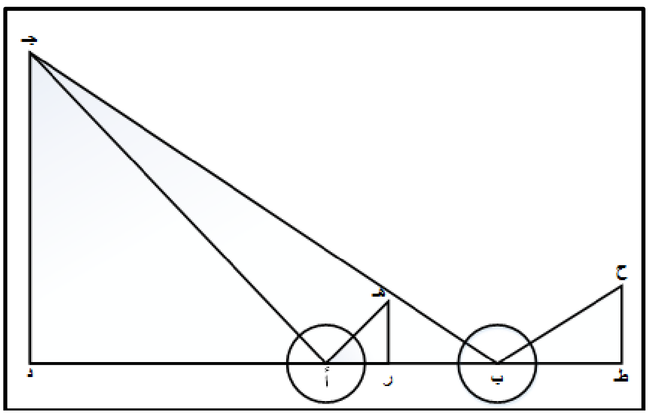
الفرض: الزاوية دَ = الزاوية رَ = طَ = قائمة.

هـــ ر = ح ط = قامة=١,٧٢م، أ ب معلوم ، ح ط // هـــ ر// جـــ د

ر أ = ١/٣ هـــ ر =٠,٥٧م   د أ= ١/٣ جـ د

ب أ = ٣٠ ذراع (٣٠×٠,٥= ١٥م)، ط ب= ١/٢ ط ح، د ب= ١/٢ ٣ د جـ

الطلب: ارتفاع د جـ



العمل:

1- يقترح المؤلف استعمال إحدى الطريقتين لحل هذا المثال:

الطريقة الأولى: إما أن نضع غضاراً في إناء، ونسكب فوقه الماء ونتركه ليترسب تماماً فيصبح سطح الماء عاكساً.

الطريقة الثانية: نضع مرآة عند النقطة أ، شرط أن تكون المرآة في النقطة أ موازية لسطح الأفق، لأنه إذا انحرفت عن الموازاة حصل خطأ في القياس، **ولذلك اعتبر المؤلف أن الغضار بالماء يكون أدق في القياس لأن سطح الماء يكون مواز لسطح الأفق دائماً.**

2- يتراجع الناظر إلى الوراء في أرض مستوية حتى يرى انعكاس قمة عمود الجبل جـ في المرآة أ، يسمي التي وقف عندها بالنقطة ر، ويسمي نقطة انطلاق شعاع البصر والتي تساوي قامة الناظر هـ ، فيكون شعاع البصر هو أ هـ.

3- المثلث هـ ر أ تشكل من نقطة خروج شعاع البصر (عين الناظر) إلى نقطة انعكاس صورة قمة الجبل في المرآة هـ أ، وقامة الناظر ر هـ، وبُعد الناظر عن نقطة انعكاس صورة قمة الجبل في المرآة أ ر.

والمثلث جـ د أ تشكل من نقطة انعكاس شعاع النظر عن المرآة إلى قمة الجبل أ جـ، ومن ارتفاع الجبل جـ د ، ومن بعد المرآة عن أصل الجبل د أ.

المثلثان(هـ ر أ) و(جـ د أ) متشابهان لأن: الزاوية دَ = الزاوية رَ = قائمة.

والزاوية جـ أ د = الزاوية هـ أ ر اعتماداً على قانون انعكاس الضوء الأول الذي ينص: (ينعكس شعاع الضوء الساقط على المرآة المستوية بزاوية انعكاس مساوية لزاوية السقوط، أي زاوية السقوط= زاوية الانعكاس)[1]

حسب نظرية تشابه المثلثات (يتشابه مثلثان إذا تساوت زاويتان من المثلث الأول مع زاويتين في المثلث الثاني)

[1] **مجموعة من المؤلفين، الموسوعة العربية العالمية**، مؤسسة أعمال الموسوعة العربية والتوزيع، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط2، 1419هـ/ 1999م، مج 15، مادة "الضوء"، ص337.

$$\frac{\overline{\text{هـ ر}}}{\overline{\text{ر أ}}} = \frac{\overline{\text{جـ د}}}{\overline{\text{د أ}}} \qquad \text{ولكن} \qquad \overline{\text{ر أ}} = \frac{١}{٣}\,٣\ \overline{\text{هـ ر}} = \frac{٤}{٣} \times ١,٧٢ \approx ٢,٣\ \text{م}$$

$$\overline{\text{د أ}} = \frac{\overline{\text{ر أ}} \times \overline{\text{جـ د}}}{\overline{\text{هـ ر}}} \qquad \text{بتعويض}\ \overline{\text{ر أ}}\ \text{بقيمتها}$$

$$\overline{\text{د أ}} = \frac{\frac{١}{٣}\,٣\ \overline{\text{هـ ر}} \times \overline{\text{جـ د}}}{\overline{\text{هـ ر}}} \qquad \text{ومنه}$$

$$\boxed{\overline{\text{د أ}} = \frac{١}{٣}\,٣\ \overline{\text{جـ د}}} \qquad (١)$$

4- يعيد الناظر العملية السابقة بحيث يتراجع بالمرآة أو بالغضار (أيهما استعمل) في أرض مستوية مسافة 30 ذراع أو قدر ما يشاء، ويضع المرآة في نقطة ولتكن ب ، ثم يتراجع حتى يرى قمة الجبل جـ في المرآة، ونسمي نقطة انطلاق شعاع النظر والتي تساوي قامة الناظر ط، فيكون شعاع البصر هو ب ح.

5- المثلث ح ط ب تشكل من نقطة خروج شعاع البصر (عين الناظر) إلى نقطة انعكاس صورة قمة الجبل في المرآة ح ب، وقامة الناظر ح ط، وبعد الناظر عن نقطة انعكاس صورة قمة الجبل في المرآة ط ب .

6- المثلث جـ د ب تشكل من نقطة انعكاس شعاع النظر عن المرآة إلى قمة الجبل ب جـ، ومن ارتفاع الجبل جـ د ، ومن بعد المرآة عن أصل الجبل د ب .

المثلثان ($\widehat{\text{ح ط ب}}$) و ($\widehat{\text{جـ د ب}}$) متشابهان للأسباب الموضحة سابقاً، وهذا يعني:

$$\frac{\overline{\text{ح ط}}}{\overline{\text{ط ب}}} = \frac{\overline{\text{جـ د}}}{\overline{\text{د ب}}}$$

ولكن $\overline{\text{ط ب}} = \frac{\text{١}}{\text{٢}}\ \text{٣}\ \overline{\text{ح ط}}$ فرضاً

$$\overline{\text{د ب}} = \frac{\overline{\text{ط ب}} \times \overline{\text{جـ د}}}{\overline{\text{ح ط}}}$$

بتعويض $\overline{\text{ط ب}}$ بقيمتها ⟸

$$\overline{\text{د ب}} = \frac{\frac{\text{١}}{\text{٢}}\ \text{٣}\ \overline{\text{ح ط}} \times \overline{\text{جـ د}}}{\overline{\text{ح ط}}}$$

ومنه

$$\boxed{\overline{\text{د ب}} = \frac{\text{١}}{\text{٢}}\ \text{٣}\ \overline{\text{جـ د}}} \qquad (\text{٢})$$

٧- $\overline{\text{د ب}} = \overline{\text{د أ}} + \overline{\text{أ ب}}$ بالتعويض من المعادلتين (١) و (٢)

$$\frac{\text{١}}{\text{٢}}\ \text{٣}\ \overline{\text{جـ د}} - \frac{\text{١}}{\text{٣}}\ \text{٣}\ \overline{\text{جـ د}} = \overline{\text{أ ب}}$$

ومنه

$$\overline{أب} = \frac{1}{6}\ \overline{جـ د} \quad \text{ومنه} \quad \overline{جـ د} = ٦\ \overline{أب}$$

لكن $\overline{أب}$ = $\overline{ر أ}$+$\overline{ر ب}$ = ٢,٣ +٣٠ =٣٢,٣م نعوض في المعادلة السابقة

$\overline{جـ د}$ = ٦× ٣٢,٣ = ١٩٣,٨م **ارتفاع الجبل** جـ د **وهو المطلوب**

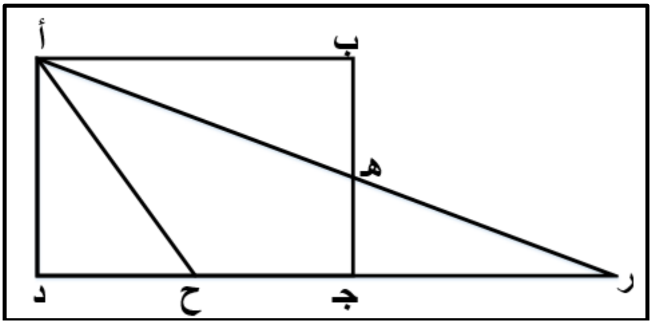
6-5-نص المسألة الخامسة: القول على مثال آلة لمعرفة ارتفاع جبل أو صنم أو غيرهما، ومعرفة كمية بعده عن موضع القياس في خط مستقيم مواز لسطح الأفق تقاطع عمود الجبل على زوايا قائمة، ومن قبل أن نذكر ذلك نُقدم ما يُحتاج إلى تقديمه، فنقول أن كل مربع قائم الزوايا، يخرج من زاوية من زواياه خطٌ إلى أحد الخطين المحيطين بالزاوية التي تقابلها، ثم يخرج ذلك الخط على استقامة، ويخرج الخط الثاني من الخطين المحيطين بالزاوية القائمة حتى يلتقيا، فإنه يحدث مثلثان متشابهان.

مثال ذلك: أن مربع $\overline{ب د}$، أُخرج من زاوية $\bar{أ}$ خط $\overline{أ هـ}$ إلى خط $\overline{ب جـ}$، ثم أُخرج على استقامة، وأُخرج خط $\overline{د جـ}$ على استقامة حتى التقيا على نقطة $\bar{ر}$، فأقول أن مثلث $\overline{أ ب هـ}$ يشبه مثلث $\overline{أ د ر}$.

برهان ذلك: لأن زاويتي: $\hat{د}$ $\hat{ب}$ قائمتان، وأيضاً خط $\overline{أ ر}$ وقع على خطي $\overline{أ د}$ $\overline{ب جـ}$ المتوازيين تصير زاويتا $\widehat{أ هـ ب}$ $\widehat{ر أ د}$ المتبادلتان متساويتين، وتبقى زاويتا $\hat{ر}$ $\widehat{ب أ هـ}$ متساويتين، فتتكون لذلك نسبة $\overline{أ ب}$ إلى $\overline{ب هـ}$، كنسبة $\overline{ر د}$ إلى $\overline{د أ}$ ، ويكون مثلث $\overline{أ د ر}$ يشبه المثلث المتوهم الذي يكون أحد أضلاعه عمود الجبل، والثاني خط البُعد.

فإذا كان مثلث $\overline{أ د ر}$ يشبه مثلث $\overline{أ ب هـ}$، ونسبة المثلث المتوهم مثل $\overline{أ ب هـ}$، ويشبه المثلث المتوهم المذكور، فإن مثلث $\overline{أ ب هـ}$ يشبه المثلث المتوهم، وتكون نسبة $\overline{أ ب}$ إلى $\overline{ب هـ}$، كنسبة خط البُعد إلى عمود الجبل من المثلث المتوهم، وإن وقع خط $\overline{أ ر}$

على خط ر جـ مثلاً على نقطة ح، **فإن نسبة** ح د **إلى** أ د **كنسبة خط البُعد إلى خط عمود الجبل، وهذه صورته.**



6-5-1-دراسة المسألة الخامسة:

الفرض: أ ب جـ د شكل رباعي، متوازي الأضلاع، قائم الزوايا.

أ ب = د جـ = معلوم، أ د = ب جـ = معلوم، ر جـ **و** ب هـ معلوم بالقياس

الطلب: إيجاد ارتفاع الجبل أ د، وبُعده عن موضع القياس ر د

العمل:

1-يرسم الناظر من الزاوية أ خطاً يقطع الضلع جـ ب في النقطة هـ، ويمد المستقيم خارج الشكل الرباعي، ثم يمد الضلع جـ د خارجاً حتى يلتقي مع امتداد المستقيم السابق في النقطة ر .

٢-المثلث أ ب هـ يشابه المثلث أ د ر لأن:

الزاوية ب = الزاوية د = قائمة

أ ر مستقيم قطع خطين متوازيين أ د و ب جـ ، فالزاوية أ هـ ب تساوي الزاوية ر أ د بالتبادل الداخلي، ومنه الزاوية أ ر د تساوي الزاوية ب أ هـ

وحسب نظرية تشابه المثلثات (يتشابه مثلثان إذا تساوت زاويتان من المثلث الأول مع زاويتين في المثلث الثاني)، وعليه

$$\frac{\overline{\text{أب}}\ (\text{معلوم})}{\overline{\text{ب هـ}}\ (\text{معلوم})} = \frac{\overline{\text{د ر}}\ (\text{مجهول})}{\overline{\text{أد}}\ (\text{مجهول})} \qquad (١)$$

يمكن حساب $\overline{\text{د ر}}$ بعد الجبل عن موضع القياس

$\overline{\text{ر د}} = \overline{\text{د جـ}}$ (معلوم فرضاً) + $\overline{\text{جـ ر}}$ (معلوم بالقياس) مما يعني أن $\overline{\text{ر د}}$ أصبح معلوماً، بتعويض $\overline{\text{ر د}}$، $\overline{\text{أب}}$، $\overline{\text{ب هـ}}$ في المعادلة (١) نستطيع إيجاد ارتفاع الجبل $\overline{\text{أد}}$

3–إن ما ذكر سابقاً يبقى صحيحاً أينما وقعت نقطة تلاقي الخط $\overline{\text{أر}}$ على الخط $\overline{\text{د جـ}}$ وكانت نقطة التلاقي هي ح، فتصبح المعادلة:

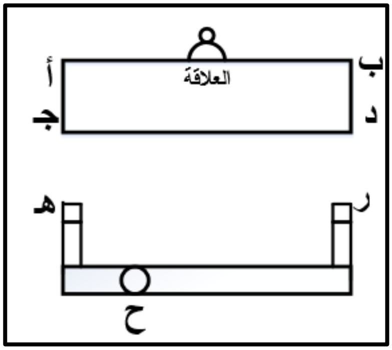
$$\frac{\overline{\text{ح د}}}{\overline{\text{أد}}} = \frac{\text{بعد الجبل عن موضع القياس}}{\text{ارتفاع عمود الجبل}}$$

6-6–نص المسألة السادسة: وقد ذكرنا ما وجب تقديمه، فلنذكر صنعة الآلة، تصنع مربعاً من أربعة أضلاع من شبه، قائم الزوايا، ذراع في ربع ذراع.

مثاله:

مربع أ ب جـ د، ضلع $\overline{\text{أ ب}}$ ذراع، **و** $\overline{\text{جـ د}}$ الذي يقابله مثله، وكل واحد من ضلعي $\overline{\text{أ جـ}}$، $\overline{\text{د ب}}$ ربع ذراع، وتقسم خط $\overline{\text{جـ د}}$ بمائة وعشرون قسماً نثبت **ح** بثلاثين قسماً مساوية لأقسام $\overline{\text{جـ د}}$، وتثقب عند نقطة $\overline{\text{أ}}$ ، تكون زاوية $\hat{\text{أ}}$ مركزاً لذلك، وتجعل

الآلة علاقة على خط أ ب، ثم تعمل عضادة كعضادة الإسطرلاب[1] عليها هـ ح ر، ويكون الخرقان[2] اللذان يُرمى عليهما شعاع البصر معترضين ليكون ذلك أشد تمكناً للنظر من أن يكونا مدورين عليهما هـ ر ، وتثقبها عند ح الذي تسمر منه في الصفيحة قريباً من طرفها، ثم تسمر العضادة على الصفيحة، **وهذه صورتها.**



6-6-1-دراسة المسالة السادسة:

العمل:

شرح المؤلف كيفية خطوات صنع آلة جديدة للقياس كما يلي:

1- يُصنع شكل رباعي (مستطيل) أ ب جـ د من النحاس، طول الضلعين أ ب، و جـ د ذراع، وطول الضلعين أ جـ، ب د ربع ذراع، والخط جـ د مقسم إلى 120 قسم.

([1]) **العضادة:** عارضة معدنية مستطيلة متوازية السطوح، تركب على ظهر آلة الاسطرلاب، ويعدل طولها قطر الاسطرلاب، ولها ثقب يدخل فيه القطب ويسمح لها بالدوران. وينتهي ذراعا العضادة برأس محدد يسمى الشظية أو الشطبة، وعلى العضادة صفيحتان صغيرتان مستطيلتان قائمتان بالقرب من الرأسين تسمى الواحدة منهما دفة أو لبنة أو هدفاً، وفي كل دفة ثقب صغير يرصد فيه شعاع الشمس أو النجم. **البابا**، زهير و**الكتبي**، زهير، **الموسوعة العربية**، مادة "الاسطرلاب"، هيئة الموسوعة العربية، دمشق، مج2، ص275.

([2]) **الخرقان:** مفرد خرق وهو الثقب المستدير. **الجوهري**، **الصحاح**، المرجع السابق، حرف الخاء، مادة "خرق"، ص315.

2- نحسب 30 قسماً من أقسام جـد ، ونضع علامة النقطة ح على الضلع جـد.

3- نثقب ثقباً عند النقطة أ بحيث تكون الزاوية أ مركزاً لهذا الثقب.

4- نضع علاقة على الضلع أ ب لتعليق الآلة.

5- نصنع عضادة كعضادة الإسطرلاب هـ ح ر، بحيث نحسب 30 قسماً من أقسام جـد ونحدد علامة النقطة ح على العضادة، وبحيث يمر شعاع النظر من ثقبي العضادة هـ، ر.

6- نثقب العضادة عند النقطة ح ونثبتها في النقطة أ الموجودة على الصفيحة.

سابعاً-النتائج:

أ-حوت المخطوطة على شرح لطريقة صنع جهازين جديدين لاستعمالهما في قياس الأبعاد لم يرد لهما أي ذكر من قبل في مخطوطات علم أخذ الأبعاد المتوافرة بين أيدينا حتى الآن، كما قدم أدوات بسيطة (عمودان، وعاء ماء في قعره غضار) لقياس الارتفاع.

ب-تميزت الأجهزة التي شرحها المؤلف بسهولة صنعها، ورخص كلفتها لتوافر المواد الأولية المصنوعة منها.

جـ-يؤكد المؤلف على تجربة الجهاز المصنوع في المسألة الأولى في بركة مائية قليلة العمق للتأكد من صلاحية الجهاز ودقة قياسه قبل استعماله في بحر عميق، فإذا وُجد عيب في الجهاز تم إصلاحه، وهذا يوضح أن المؤلف كان شخصاً عملياً، دقيقاً في عمله وفي قياساته.

د-يُلاحظ في المسألة الأولى أن آلية صنع الجهاز (الكرة المعلقة بالثقالة) بسيطة وسهلة، وكذلك طريقة عمله، ولم يقدم المؤلف أية أبعاد أو أوزان للأجهزة الموصوفة، وإنما ترك حرية تقريرها للشخص الذي سيقوم بالتجربة، وكانت طريقة حساب العمق المطلوب باستعمال جهاز موصوف طريقة صنعه سهلة وسلسلة.

هـ-في المسألة السادسة شرح كيفية صنع الأجهزة، واستقى من الإسطرلاب فكرة العضادة، فصنع عضادة تشبه عضادة الإسطرلاب وثبتها على الجهاز، وبذلك يكون قد اخترع أجهزة جديدة مستفيداً من آلات سابقة.

و-ظهر الجانب العملي واضحاً في محتوى المخطوطة مما يدل على تمرس مؤلفها في هذا المجال.

ز-حل أبو بكر بن أبي عابس مسائله اعتماداً على قاعدة هندسية واحدة (تشابه المثلثات)، وبأسلوب واضح، مفهوم، ومبسط بحيث يستطيع القارئ تتبع وفهم برهان المسائل بسهولة ويسر.

ثامناً-التوصيات:

ورد في القسم الأول من المخطوطة شرحاً مفصلاً لطريقة صنع جهازين جديدين لاستعمالهما في قياس الأبعاد، ونحن نوصي بتصنيع هذين الجهازين وفق ما ورد في المخطوطة ووضعهما في متحف خاص بالإنجازات التقنية للحضارة العربية /الإسلامية كمتحف معهد التراث العلمي العربي ليكونا نواة لقسم خاص بأدوات المساحة المخترعة من قبل مهندسينا القدماء.

تاسعاً-المصادر والمراجع:

1-أبو بكر ابن أبي عابس، مخطوطة (كتاب أبي بكر بن أبي عابس في أخذ الأبعاد)، مكتبة آيا صوفيا، رقم 14/4830، يوجد نسخة عنها في مكتبة الميكروفيلم في معهد التراث العلمي العربي، رقم 12839

2-ابن منظور، جمال الدين محمد (630-711هـ)، 1431هـ/ 2010م-**لسان العرب.** طباعة دار النوادر الكويتية، طبعة خاصة لوزارة الشؤون الإسلامية والأوقاف والدعوة والإرشاد، المملكة العربية السعودية، ج11، 430صفحة.

3-**الجوهري**، إسماعيل بن حماد (ت 398هـ)، 1430هـ/ 2009م-**الصحاح**. راجعه واعتنى به محمد محمد تامر وأنس محمد الشامي وزكريا جابر أحمد، دار الحديث، القاهرة، 1287ص.

4-**حميدان**، زهير، 1995م-**أعلام الحضارة العربية الإسلامية في العلوم الأساسية والتطبيقية**. منشورات وزارة الثقافة، دمشق، الجمهورية العربية السورية، مج1، 535 صفحة.

4-**سزكين**، فؤاد، 1423هـ/ 2002م-**تاريخ التراث العربي (الرياضيات حتى نحو 430هـ)**. ترجمة عبد الله عبد الله حجازي وحسن محيي الدين حميدة ومحمد عبد المجيد علي، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، مج5، 607 ص.

5-**فاخوري**، محمود و**خوام**، صلاح الدين، 1422هـ/ 2001م-**موسوعة وحدات القياس العربية والإسلامية**. مكتبة لبنان ناشرون، 501 صفحة.

6-**مجموعة من المؤلفين**، 1419هـ/ 1999م-**الموسوعة العربية العالمية**. مؤسسة أعمال الموسوعة العربية والتوزيع، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط2، مج 15، 704صفحة.

المراجع الأجنبية:

1-ROSENFELD, Boris. A. & IHSANOGLU, Ekmeleddin., *Mathematicians, Astronomers& Other Scholars of Islamic Civilsation and Their Works (7th- 19th c.),* Rererch Center for Islamic History, Art and Culture (IRCICA), Istanbul, Turkey, 2003, 833 P.