آفاق الثقافة والتراث

مجلة فصلية ثقافية تراثية

تصدر عن دائرة البحث العلمي والدراسات بمركز جمعة الماجد للثقافة والتراث

السنة السابعة : العددان الخامس والعشرون والسادس والعشرون - ربيع الأول ١٤٢٠ هـ - تموز (يوليو) ١٩٩٩م

■ كتاب الحلم والعلم لآدم بن أبي إياس العسقلاني - ٢٢٠هـ

* KITAB AL HILM WAL 'ILM, by Adam bin Abi Iyas Al 'Askalani - 220 A.H. - copy from the 7th century after Hijra.

ابن الهيثم وكتابه :

«في حل شكوك كتاب أقليدس في الأصول وشرح معانيه»

الجزء الثاني

الأستاذ الدكتور/ عمار الطالبي
جامعة قطر - قطر

برهان الخلف وبرهان الإستقامة

اهتم ابن الهيثم كثيرًا ببرهان الاستقامة، ولذلك أجهد نفسه في أن يرد كل برهان خلف إليه، فما السبب في ذلك؟

يرى أن برهان الخلف ليس واضحًا وضوح برهان الاستقامة، ولذلك فإن برهان الاستقامة أحسن منه في البيان والوضوح الفكري: «وبرهان الخلف ليس ظهور نتيجته كظهور نتيجة برهان الاستقامة»[1].

فما معنى برهان الخلف ؟

حدد معنى هذا البرهان بأنه «الذي يسميه المهندسون برهان الخلف هو أن يفرض خلاف الدعوى، ويلزم من ذلك الخلاف محال، مثل ما فرض في الشكل السادس، والشكل السابع»[2].

بيد أننا نجد عمر الخيام يذهب إلى رأي مخالف لرأي ابن الهيثم في برهان الخلف وجدواه، في شرحه لمشكلة المتوازيات، حيث يرى أن «من رام تفسير كتابه (كتاب أقليدس) أو حل شكوكه (...) فكان يلزمه البرهان على أمثال هذه القضايا وتصفحها والنظر فيها، لا ردّ المستقيم إلى الخلف، والخلف إلى المستقيم، فإن من عرف برهان شيء بالحقيقة فقد اكتفى به مستقيمًا كان أو خلفًا، فما معنى رد المستقيم إلى الخلف، وترك أمثال هذا غير مبرهن عليها»[3]، وقصد بذلك نقد طريقة ابن الهيثم التي قرأها وخاب ظنه فيها[4]. ويمكن أن يجاب عن ابن الهيثم بأنه قصد زيادة الوضوح، وإن كانت

طريقة النفي والإثبات في العلوم التجريبية لها أهميتها، فلا يكتفي بشواهد الإثبات، بل يقع التحقق أكثر أيضًا بشواهد النفي؛ لأن العالم يميل إلى ما يؤكد نظريته أكثر مما يميل إلى ما ينفيها.

هذا ويتجه ابن الهيثم إلى استنباط طرقٍ أخرى غير طرق أقليدس في البرهنة، ويصف بعض هذه الطرق بأنها لا يتطرق إليها الشك «والطريق الذي ذكرناه لا يتطرق عليه شك»(٥)، ولأن الطريق الذي جاء به أقليدس «مستهجن؛ لأنه تكلف لا حاجة إليه»(٦). ويصف طريقته أحيانًا بأنها صحيحة لا تعرض لها شبهة، «والبرهان الذي ذكرناه الآن ليس فيه تسلم، فهو برهانٌ صحيح، لا تعرض فيه شبهة»(٧)، أو أن برهانه أولى «وهذا الطريق أولى بأن يستعمل في عمل المثلث المتساوي الساقين...»(٨)، ويتجه هذا الاتجاه سواء في البرهنة النظرية أو البرهنة في إنشاء الرسوم وعملها «فبهذه الطريقة يمكن أن تعمل أعمال المسدسات بغير الطريق الذي ذكره أقليدس»(٩).

وهكذا نجده في برهنته في أثناء الكتاب كله، فإذا أخذنا مثلاً المقالة السادسة نموذجًا، فإننا نجده يبرهن على ست عشرة قضية من مجموع ثلاثٍ وثلاثين قضية (١٦/٣٣) ببراهين غير براهين أقليدس، وهي القضايا التي تتطرق إليها شكوك(١٠).

وأما القضايا التي لا يتعرض لها، فهي القضايا التي لا شكوك فيها، لا من حيث العمل، ولا من حيث اختلاف الأوضاع، ولا من حيث البرهنة، ففي الشكل الثالث عشر من المقالة الأولى يرى أنه «شكلٌ علمي، وليس يعرض فيه شيء من الشكوك، لا في معناه، ولا في البرهان عليه»(١١)، «وقد لا يعرض للشكل شك، ولكن يمكن أن يبنى بطريقٍ آخر غير طريق أقليدس»(١٢)، وقد يرى ابن الهيثم رأيًا في ترتيب قضايا كتاب أقليدس حتى ينبني بعضها على بعض دون خللٍ ولا شك(١٣) وليكتسب وضوحًا أتمّ.

أما اختلاف أوضاع الأشكال فقد نبه إليه في غير ما موضع من الكتاب، سواء كانت هذه الأوضاع من تصرف الشراح والمعاندين أو أنها في الإمكان أن تتعدد، ويقع الشك في بعضها أو الخلاف بين الشراح فيها، ففي الشكل التاسع عشر من المقالة الثالثة يوجد «خلافُ وضع، وفي اختلاف وضعه شك»(١٤). وفي الشكل العشرين من المقالة الثالثة «اختلاف وضعٍ وشكّ في بعض الأوضاع»(١٥)، وفي الشكل الرابع والعشرين «شك، ولكنه يكون على ثلاثة أوضاع»(١٦)، وقد رسم هذه الأوضاع فعلاً(١٧). وقد يرد على طعون أناسٍ آخرين ممن لم يفهم غرض أقليدس مثل تحديده للمقادير المتناسبة «وأما تحديده للمقادير (التي)(١٨) لبعضها نسبة إلى بعض وتحديد المقادير المتناسبة فهي(١٩) (كذا) معنيان يشتبهان على كثيرٍ من الناس، ويطعن فيهما من لم يعرف البرهان عليهما. وقد بيّنا هذين المعنيين في شرح المصادرات بالبراهين التي لا شبهة فيها، ومن أجل اشتباه هذين المعنيين بطرق الشكوك عليها، ولأن كتابنا هذا هو الكلام في حل شكوك الكتاب، وجب أن ننبّه في هذا القول على مواضع الشكوك فيه، ونكشف صحة ما أخذ به أقليدس من هذه المعاني؛ ليسقط اعتراض المتشكك فيها، ويكون هذا الكتاب مستوفيًا»(٢٠)، ومن الشكوك عنده ما يزال بإضافة كلمتين ليتم البرهان(٢١)، أو بزيادة ألفاظ(٢٢).

الأشكال العلمية والعملية

يلاحظ أن ابن الهيثم يصف بعض الأشكال بأنها علمية، وأخرى بأنها عملية، فما الفرق بينهما؟

يصف مثلاً الشكل الثاني عشر من المقالة الأولى بأنه «عملي وهو مما يستعمل في الصناعات العملية»(٢٣)، فالعملي ما يمكن عمله وتطبيقه، وأشار إلى طريقته في الكتاب في التمييز بين ما هو علمي وعملي بأن «كل ما نذكره مما ليس في دعواه عمل فهو علمي، وما ذكر في دعواه ذكر عمل فهو عملي،

وذكرنا هذا المعنى في هذا الموضع ليستغنى عن تكرير ذكر العلمي والعملي فيما بعد»[٢٤].

ففي المقالة الأولى مثلاً نجد أن نسبة الأشكال العملية إلى مجموع الأشكال التي شرحت فيها هي ٤٨/١٤، وفي الثانية ٢/١٤، وفي الثالثة ٥/٣٦، وفي الرابعة ١٢/١٦. وإذا كان بعض الأشكال مما يمكن الانتفاع بها في الصناعات العملية، فإنه يرى أنه لا «يحتاج فيها إلى إقامة البرهان على العمل»[٢٥]، فكأنه يميز بين صاحب التعاليم؛ أي الرياضي على الإطلاق، وبين المهندس وبين الصانع، ويرى أنه ليس «من عادة الصناع أن يبرهنوا على صحة أعمالهم، وإنما يعتبرون المساواة بالتقدير»[٢٦].

ولكن قد يمكن أن نبرهن على صحة العمل بخاصية المثلث، وهي أن مجموع زواياه يساوي قائمتين، وعلى قسمة الخط إلى ثلاثة أقسامٍ متساوية، وغير ذلك مما ينتفع به في الصناعات العمليّة، ولذلك فللمهندس صلة بالصنّاع. ويصف تنوع الطرق في عمل الأشكال بأنه من محاسن أعمال الهندسة، ولذلك «كثيرًا ما يورد المهندسون في كتبهم أشكالاً، ويبينونها بطريقين أو أكثر في موضعٍ واحد من الكتاب؛ لإظهار القدرة على التصرف في الصناعة»[٢٧].

الجانب التاريخي التطوري

نجد لدى ابن الهيثم شعورًا واضحًا بالجانب التاريخي التطوري للمعرفة العلمية، كما أشار إلى ذلك فؤاد سزكين[٢٨]، فهو يميز بين الرياضيين المتقدمين (اليونان) والمتأخرين (الإسلاميين)، وبينهم وبين الفلاسفة الذين يسميهم بالمتفلسفين، الذين يجمعون بين الفلسفة والرياضيات، ولكن تغلب عليهم الحكمة الأولى، ويميز بين عمل أقليدس في كتابه وعمل غيره من بعده «وهذا العمل عملٌ في حلّ شكوك كتاب أقليدس، فهو معمولٌ من بعد عمل كتاب أقليدس، وقد طعن المتأخرون على هذا العمل»[٢٩]، فهو متفطن للأعمال الدخيلة على الكتاب خلال الزمن، وينسب بعض ما فيه من الزيادة إلى المتأخرين أيضًا، ويذكر بعض العبارات الدقيقة، ويعزوها إلى أصحابها، وإن لم يعين أسماءهم أحيانًا يقول مثلاً: «قد يوجد في بعض النسخ بدل: [عبارة] مساويًا (لمثلثٍ) مفروض [عبارة] مساويًا (لشكل) مفروض، وهي زيادة زادها المتأخرون»[٣٠]، أو يقول: «وهذا الشكل ليس هو من أصل الكتاب، وإنما هو زيادة زادها المتأخرون»[٣١]. وهو في ذلك لا يغفل عن الإشارة إلى أعمال المتقدمين أيضًا، وما تسرّب منها إلى الكتاب «فهذه الطريقة ذكرها المتقدمون»[٣٢]. كما يشير إلى اختلاف أصحاب التعاليم في مسائل معينة، وإلى اعتراضاتهم على أقليدس[٣٣]، وإلى اختلاف المتقدمين والمتأخرين إلى عصره الذي هو فيه «والاختلاف بين أصحاب التعاليم المتقدمين والمتأخرين إلى عصرنا الذي نحن فيه واقعٌ في هذا المعنى، وأكثر أصحاب التعاليم يرون أن الدائرة ليست لها نسبة إلى المربع، وكذلك يرى أكثر المتفلسفين، وليس الأمر على ما تراه هذه الطوائف»[٣٤].

ويذكر أرشميدس في نسبة القطر إلى الدوائر، وأن تلك النسبة إنما هي على التقريب لا على التحقيق[٣٥]، وأن بعض القضايا التي وصل إليها المتقدمون قضايا جزئية كما هو الأمر في الشكل الثاني من المقالة الثانية عشرة[٣٦]. وذكر بني موسى الذين قصروا في فهم الشكل التاسع بالنسبة لمخروط الأسطوانة في صدر كتاب المخروطات[٣٧]، كما يشير إلى بعض الخواص لبعض الأشكال التي لم يذكرها أقليدس وذكرها قومٌ من المتقدمين[٣٨]، وأن في الشكل الرابع من المقالة الثالثة عشرة «زيادة لم يذكرها أقليدس وينبغي أن تذكر»[٣٩].

وتفطنه أيضًا إلى اختلاف النسخ أمرٌ واضحٌ جدًا، فيقول مثلاً: «وهذه المقالة[٤٠] في أكثر النسخ

أحد وعشرين (كذا) شكلاً»[٤١]، وقد أشرنا إلى ذلك من قبل.

ولا يذكر غالبًا أسماء معينة من المتقدمين، ولا من المتأخرين والمعاصرين له في هذا الكتاب[٤٢] ما عدا أرشميدس وبني موسى. وبالجملة فإن اتجاهه هذا يعبّر عن إحساسه التاريخي التطوري للمعرفة الإنسانية، وأنها عملٌ يتحرك في الزمن ولا تجمد على حال، وليس عملاً كاملاً لا يقبل الزيادة ولا التطور. وهو في الوقت نفسه مؤرخ لهذا العلم.

مؤلفاته التي ذكرها في هذا الكتاب

ذكر ابن الهيثم أربعة كتب من مؤلفاته في كتابه هذا، أولها «شرح مصادرات أقليدس»، وعدّه جزءًا مكملاً لكتابه الذي نحن بصدد الكلام عنه، وقد أشرنا إليه من قبل وإلى مواضع ذكره له في الكتاب.

والثاني «مقالة في الأشكال الهلالية»: «وقد كنا عملنا مقالة في الأشكال الهلالية»[٤٣]، وفي عيون الأنباء في طبقات الأطباء نجد له مقالتين:

١ – مقالة مختصرة في الأشكال الهلالية.

٢ – مقالة مستقصاة في الأشكال الهلالية[٤٤]، ويبدو أن المقالة الثانية هي التي وصلت إلينا وضاعت الأولى[٤٥]، وتشتمل الثانية على ٢٣ قضية، وهي متعلقة برسالةٍ أخرى أيضًا هي «مقالة في تربيع الدائرة».

وهي الرسالة الثالثة الذي ذكرها في الكتاب بقوله: «ولنا أيضًا مقالة مفردة بيّنا فيها أنه يمكن أن تكون الدائرة مساوية لمربع مستقيم الخطوط»[٤٦]، وهي التي أوردها ابن أبي أصيبعة بعنوان (مقالة في تربيع الدائرة)[٤٧]، وقد نشر النص العربي لهذه الرسالة مع ترجمته إلى الألمانية التي قام بها سوتر **(H. Suter)** سنة ١٨٩٩[٤٨].

والرسالة الرابعة هي (أصول المساحة)، وقد أشار إليها بقوله: «وقد بيّنا هذا المعنى في كتابنا في المساحة، ونحن نعيد ما ذكرناه في كتاب المساحة»[٤٩]. وقد ذكرها ابن أبي أصيبعة في المؤلفات التي ألفت بعد سنة ٤١٩هـ وقبل ٤٢٩هـ[٥٠]، ونشر ملخص لهذا العمل الذي يبدو مبكرًا في تأليفه الأول، في الرسالة السابعة من مجموع الرسائل[٥١]، وترجم ذلك إلى الألمانية سنة ١٩٠٩ قام بها فدمن E. Wiedemman. وهي رسالة ذات صبغة عملية، بيّن فيها قوانين مساحات المثلث والدائرة وحجوم الكرة والمخروط[٥٢]، ويمكن أن نستخلص من ذكر هذه المؤلفات ضمن كتابه أنه ألفه بعد سنة ٤٢٩هـ، كما ألف ذلك الجزء في الهندسة، الذي ألفه سنة ٤٣٢هـ؛ لأن هذه المؤلفات الأربعة ذكرها ابن أبي أصيبعة في القائمة التي أُلّفت بعد ٤١٩هـ لغاية ٤٢٩هـ كما أشرنا من قبل.

الرياضيات والفلسفة

لم يخل هذا الكتاب الذي هو في الرياضة البحتة من نظرات فلسفية تربط الرياضيات بالفلسفة، وتثير بعض المشكلات التي ندعوها في زماننا هذا بفلسفة الرياضيات، وبعض المشكلات المنطقية ذات الطبيعة الرياضية، أو المشكلات الرياضية، التي هي ذات طبيعةٍ منطقية؛ لأن المنظومة الرياضية الأقليدية منظومة منطقية متماسكة صارمة، كما أنها مبنية على تصوراتٍ للمكان أو العالم الفيزيائي صراحةً أو ضمنًا، من حيث هو لا نهائي أو نهائي، فالهندسة عنده قائمة على يقينٍ منطقي مطلق، فكأنها رؤية للعالم على ما هو عليه، وهذا ما جعل كنت Kant يعتقد أنها هندسة يقينية يقينًا مطلقًا، وأنها نموذجٌ للمعرفة القبلية التأليفية، فهي صادقة بالضرورة، وهذه الضرورة نابعة من طبيعة الفكر الإنساني، بل إن الفكر البريطاني التجريبي عدّ هذه الهندسة الأقليدية كاشفة لنا جوهر الواقع بيقينٍ كامل، على الرغم من أن المكان Space بناءٌ مستقل عن العقول، إذًا

فالهندسة الأقليدية عُدّت حقيقة يقينية مطلقة، وبقي الأمر كذلك إلى القرن التاسع عشر، حين ظهرت إمكانية قيام أنساقٍ أخرى افتراضية استنباطية غير أقليدية، وقدّرت قبل ذلك أنها وصفٌ للعالم الفيزيائي على ما هو عليه في واقعه(٥٣).

وإذا كانت هناك عدة هندسات يمكن أن تصف العالم، ولا يمكن الحكم على بعضها بأنه أصدق من بعض، فكذلك هناك الآن عدة أنساق من المنطق الصوري أو الرياضي، ولا يمكن القول بوجود نسقٍ صوري منطقيٍ واحد صحيح، وما عداه غير صحيح، فلا يؤخذ مثلاً بالمنطق الذي يبنى على المبدأ الثالث المرفوع، والذي يجعله منطقًا ذا قيمتين في الصدق على أنه وحده الصحيح، ويترك المنطق الذي لا يأخذ بهذا المبدأ، ويرى أن المنطق ذو قيمٍ متعددة (صدقٌ وكذب وحياد).

وحين ظهرت نظرية أنشتاين في الجاذبية سنة ١٩١٥م كانت مؤسسة على أساس مقدمة هي: أن مكاننا الفيزيائي له هندسة لا أقليدية، بسبب وجود الكتلة والطاقة في العالم(٥٤).

فاعتقاد أنشتاين في هندسة السطح أو الزمكان [الزمان والمكان] ليست هندسة أقليدية في نظريته في النسبية أمرٌ بدا واضحًا جدًّا الآن، فكأن النسق الرياضي يتأصل على أصلين:

١ – البديهيات (Axioms) التي تؤخذ على أنها صادقة بذاتها.

٢ – المنطق (Logic) الذي يكون مجموعة من القواعد التي تسمح باشتقاق قضايا صادقة جديدة من تلك البديهيات أو استنتاجها، وبنائها عليها.

النسق الرياضي منطق

بديهيات

فالبديهيات والمنطق جانبان من جوانب المتوازي الأضلاع، والنتيجة هي التي يتجه إليها قطر هذا الشكل(٥٥).

ولكن هذه البديهيات، وهذا المنطق، يمكن أن تكون لها صورٌ غير محدودة: أي هناك إمكانية تعدّد البديهيات، وتعدد الأصول المنطقية بلا نهاية على أساس إمكانية تعدّد الافتراضات، التي تُبنى عليها، فكأن الرياضيات دينٌ لا بدّ من التسليم فيه بقضايا لا برهان عليها، فيسلم بها تسليمًا، وأنه لا بدّ أن هناك ثغرة في معرفتنا بالعالم الفيزيائي أيضًا: أي لا بدّ أن يكون في ذلك عنصر إيمانٍ وتسليم لا برهان لنا عليه.

لم يكن ابن الهيثم وحده في الفلسفة الإسلامية الذي ربط بين منطق البرهان عند أرسطو والرياضيات، كما ربط بينهما وبين «العلم الكلي من الحكمة»، فمآخذ البراهين من المقدمات الأولية، ومن قضايا مبرهن عليها في صناعةٍ أخرى، ومن المصادرات ليس على صاحب الصناعة كالرياضي إثباتها، وإنما ذلك واجبٌ على صاحب الفلسفة الأولى(٥٦).

ويذكر الخيام أن سبب خطأ(٥٧) أبي علي بن الهيثم في مسلمة المتوازيات أنه غفل «عن المبادىء المأخوذة من الحكيم، واعتماده على القدر الذي أورده أقليدس في صدر المقالة الأولى، وليس يكفي هذا القدر»(٥٨)، وذلك لأن صاحب الهندسة إذا برهن على هذه الأصول من جهة صناعته، فإنه يقع في دورٍ دون أن يشعر(٥٩).

ويربط الرياضيات أيضًا بالاستدلال بالبراهين الحقيقية، وهي «التي يتوصل بها إلى تحقيق المعاد، وإثبات النفس وبقائها، وتحصيل أوصاف واجب الوجود تعالى جدّه، والملائكة، وترتيب الخلق، وإثبات النبوات، والسيد المطاع(٦٠) بين الخلق، الآمر والناهي إياهم بإذن الله تعالى بحسب طاقة الإنسان»(٦١). فإثبات النبوة والنفس وبقائها والمعاد، وصفات الله والملائكة، وترتيب نظام الموجودات في الوجود، إنما يكون بمساعدة البراهين الرياضية.

ابن الهيثم وكتابه «في حل شكوك كتاب أقليدس في الأصول وشرح معانيه»

ويرى أن ما هو راجعٌ إلى الحكمة الأولى من المبادىء مما هو خارجٌ عن الصناعة فإن الصناعة في حاجةٍ إليه «حتى تكون الصناعة متقنة فلسفية، لا يكون للناظر فيها شك، ولا يتخالجه ريب»[٦٢]، ويسمي بعض المقدمات بأنها «حكمية»؛ أي فلسفية، فهي مقدمات «عند العقل لا عند الوجود»[٦٣]، وهذه المقدمات تحتاج إليها الصناعة سواءٌ كانت هذه المقدمات موجودةٌ في الأعيان (المحسوسات) أم غير موجودة؛ لأن الاحتياج إليها إنما هو من أجل البراهين لا غير[٦٤]، وليس من الضروري أن يوجد ذلك بقانونٍ صناعي في الأعيان[٦٥]، وذلك ما يجعل المتعلم يتشوق ليمتد فكره «نحو معرفة أصول الصناعات والوقوف على العلوم الكلية، وعلى مبادىء الوجود، ومعرفة الواجب الوجود الحق، وسائر الأحوال الإلهية، وأمر المعاد»[٦٦]، فالعالم بالهندسة إذا تحقق وتفهم «ما ينبني على المقدمات كان عالمًا بالهندسة علمًا حقيقيًّا بحسب الصناعة، فإذا تحقق مبادئها من الحكمة الأولى كان عالمًا بها بحسب العقل»[٦٧].

وإذ قدمت نقد عمر الخيام لابن الهيثم ونظرته الفلسفية إلى الرياضيات قبل أن أعرض رأي ابن الهيثم المتقدم عليه نسبيًّا، فلأني أردت أن أبيّن أن الخيام غير محق في هذا النقد، وأن ابن الهيثم نفسه يذهب هذا المذهب في ربط الرياضيات بالحكمة، مما يجعله يرى رؤية فلسفية رياضية، أو يكون لنفسه فلسفة في الرياضيات. ويبدو أن سبب نقد الخيام له كان بسبب عدم اطلاعه على كتابه هذا، واقتصر فيما يبدو على قراءة مقالة واحدة من مقالاته، كما صرح بذلك هو نفسه.

وإذا رجعنا لابن الهيثم فإننا نجده على غرار الخيام يربط بين الفلسفة الأولى وبين الرياضيات في مقدمة كتابه في حلّ الشكوك، ومن خلال فقراتٍ متعددة منه، ففي تعريف النقطة التي حدّها أقليدس بأنها «شيءٌ لا جزء له»[٦٨] نجده يناقش هذا الحدّ منطقيًّا من حيث هو حدٌّ من الحدود المنطقية، وفلسفيًّا من حيث ماهية النقطة ووجودها، فوجه اعتراضًا إلى أقليدس، وهو أنه عرّف النقطة دون أن يبرهن على وجودها: إذ لا يحد «شيء من الأشياء إلا بعد أن تكون إنيته موجودة؛ لأن الحد قولٌ دالّ على ماهية المحدود»، فهو يميز المحدود من غيره، وليس يمكن أن يُميّز شيءٌ من أشياء إلا بعد أن يكون ذلك الشيء وجميع تلك الأشياء موجودة، وما بيّن أقليدس أن النقطة موجودة»[٦٩].

كما اعترض على «الفصل» المنطقي، وهو «لا جزء له»، ووصفه بأنه غير كافٍ؛ لأن الأشياء التي لا تتجزأ إلى أشياء كثيرة، والمتجزىء من الموجودات إنما هو المقادير فقط، وما سوى ذلك كالوحدة، والهيولى الأولى، والعقل الفعّال، والعدم لا يتجزأ؛ إذ «لاشيء» لا يتجزأ مع أنه يسمى شيئًا، فليس تنفصل به النقطة عمّا سواه.

وفي جوابه عن هذا الإشكال بيّن أن الكلام في مشكلة وجود الموجودات، وإثبات إنيتها ووجودها ليس بحثًا هندسيًّا، ولا يجب على المهندس إثبات وجود النقطة، «ولا إثبات وجود شيء من المقادير التي يستعملها؛ لأن إثبات وجود إنيات الموجودات إنما هو على الفيلسوف لا على المهندس، فلذلك تسلّم أقليدس وجود إنية النقطة»[٧٠].

وهذا ردّ واضحٌ على نقد الخيام الذي اتهم ابن الهيثم بأنه لم ينتبه إلى هذه القضية.

وكذلك القول في «الفصل» الوارد في التعريف، فهو لا يقصد به الفصل الذي تستعمله الفلاسفة في المنطق الذي له صلة بالميتافيزيقا، وإنما الحدّ في نظره قول محض يدل على المعنى الذي هو النقطة، ولا يشترط فيه أن يدل على الماهية بالجنس والفصل؛ إذ هي منتزعة من المقادير، ومأخوذة منها، فأراد «تمييز النقطة من المقادير التي هي منتزعة منها»[٧١].

فالتعريف عنده يكفي فيه تمييز المعنى فقط، كما يفعل العلماء لا كما يفعل الفلاسفة.

ثم بيّن أن هذا الجانب الفلسفي، وهو بيان إنيّة النقطة «وإن لم يكن واجبًا على المهندس تبيينه بما هو مهندس، فقد يجوز له أن يبيّن إنية النقطة بما هو متكلم كلامًا فلسفيًّا بل كلامًا مركبًا من الفلسفة والهندسة»[٧٢]. وهذا تمييزٌ واضحٌ بين الجانب الفني الرياضي الصناعي المحض، والجانب الفلسفي أو الجانب المركّب من الفلسفة والرياضيات معًا، وهذه الرؤية تجدها صالحة إلى يومنا هذا في مجال فلسفة الرياضيات ومنطق أسسها.

وهذا الجانب الابستمولوجي، أو المعرفي من الرياضيات لا يزال الفلاسفة يخوضون فيه إلى يومنا هذا.

ولابن الهيثم مذهبٌ في هذا السياق، تظهر ملامحه من كتابه هذا، فهو يتصور أن المقادير الرياضية، أو مفاهيم الأشكال كالجسم والسطح والخط، إنما هي موجودات في العقل أو في الخيال، وأن وجودها إنما هو وجودٌ منتزع من «الأجسام المحسوسة»، وأن محل التقاطع بين خطين متقاطعين مثلاً إنما هو موضع متخيّل معقول[٧٣]، وأنها صورةٌ معقولة موجودة في العقل والتخيل، وحقيقة موضع هذا التقاطع إنما هو «النقطة»؛ لأنها نهاية لكل جزءٍ من أجزاء الخطين المتقاطعين، وهذه النهاية لا طول لها ولا عرض ولا سمك، فالنقطة لا بعدَ لها، وينتهي إلى القول إنّ النقطة «موجودة في العقل والتخيل[٧٤]؛ لأنها ليست من ذوات المواد، فليس يجوز أن توجد بالحس»[٧٥].

وناقش ابن الهيثم مشكلة النهاية واللانهاية، حيث وجّه اعتراضًا إلى قول أقليدس: «ونهايتا الخط نقطتان». الذي يفهم من هذه القضية أنها كلية مطردة في كل خط، ويفهم منها أن كل خط فهو متناه، ورأى ابن الهيثم أنه ليس كل خط متناهيًا؛ إذ يمكن أن تعرض خطوطٌ مستقيمة ومنحنية ليس لها نهايات. فخط الدائرة مثلاً ليس متناهيًا نهاية وجودية «وإذا كان ليس كل خط متناهيًا فليس لكل خط نهايتان، فليس كل خط نهايتاه نقطتان»[٧٦]، وأجاب عن هذا الاعتراض بأن أقليدس إنما يتكلم على الخطوط الموجودة في التخيّل، والخطوط المستقيمة أو المنحنية الموجودة في التخيل هي متناهية: لأن الخطوط اللامتناهية لا تتشكل في التخيل جملتها، وذلك «لأن الجملة إنما تكون للمحصور بالنهايات، فما لا نهايةَ له لا جملةَ له، وما ليس له جملة فليس تتخيل جملته»[٧٧]، وكذلك القول في «محيط الدائرة فهو متناهٍ بالقوة، وليس هو متناهيًا بالفعل، وكلام أقليدس إنما هو في الأشياء المتناهية بالفعل»[٧٨]، وهذه نظرية أرسطية في ذهابه إلى القول بوجود اللاتناهي بالقوة. وينكر اللاتناهي بالفعل، الوجود بالقوة الذي لا يخرج كله إلى الوجود بالفعل، بل يخرج إلى الفعل حيث لا يقف عند نهايةٍ أخيرة، وليس بعدها زيادة فيبقى اللاتناهي دائمًا بالقوة، بعد ما دخل منه إلى الوجود، كسلسلة الأعداد التي يمكن أن تمتد في الزيادة بلا انقطاع، ويفهم من ابن الهيثم هنا أن المقادير الرياضية، أو الأشكال الرياضية، لا يمكن أن تتخيل إلا متناهية[٧٩].

ومن أهم المناقشات الرياضية الفلسفية مناقشته للخط المستقيم، وهو الذي تكون فيه أوضاع النقط متشابهة في وضعها على استقامة الخط نفسه، وهذا الوضع يخالف وضع النقط في الخطوط المنحنية أو المستديرة أو المحدبة؛ «لأن الخط المستدير إذا فرض عليه نقط، وكانت حدبة الخط المستدير تلي السماء كانت إحدى النقط أرفع من الأخرى، والأخرى أخفض من الأولى، وكذلك إن كان تقعير الخط يلي السماء فإن كان سطح تقويس الخط موازيًا للأفق فإن إحدى النقط التي على الخط تكون متيامنة عن أخرى، وتكون الأخرى متياسرة عن الأولى، أو متباعدة، والأخرى متقاربة، وكذلك جميع الخطوط

المنحنية، وليس كذلك الخط المستقيم: فإن الخط المستقيم ليس فيه تحديب ولا تقعير، فعلى أي وضعٍ كان وضعه بالقياس إلى السماء هو وضعه بالقياس إلى الأفق، وكان وضعه مما يلي يمنة الناظر إليه، إذا كان الناظر إليه يلي طرفه، هو وضعه مما يلي يسرة الناظر إليه»[٨٠].

وهذا التحليل في غاية الأهمية، يدلّ على سعة خيال ابن الهيثم الرياضي، فهو قد تفطن إلى الفرض الأساسي الذي افترضه أقليدس في هندسته، وهو أن المكان سطح مستو (Plane)، وأن العالم ثنائي الأبعاد في تصوره للعالم، وتنبّه إلى الفرض الآخر، وهو أن المكان محدبٌ مثل سطح الكرة، وإلى فرض أنه مقعر، وهذان فرضان يمثلان هندسة لا أقليدية، من الفروض التي جاءت في القرن الماضي، كافتراض السطح المقعر، وهذا هو الذي بنيت عليه الهندسة الزائدية، وافتراض السطح المحدب وهو الذي تأسست عليه الهندسة الناقصية، وقد وجدت الهندسة اللا أقليدية طريقها إلى التطبيق في نطاق النظرية النسبية العامة، التي تصورت أن الفضاء ليس أقليديًّا مستويًا، ولكنه منحنٍ، وتكون انحناءاته تبعًا لتوزيع الكتلة في الفضاء.

فهندسة تقع في إطار النظرية النسبية العامة هي هندسة للزمان والمكان، وليست أقليدية لاعتباراتٍ فلكية أيضًا.

وقد مسّ ابن الهيثم هذه المعاني، ولكنه لم يستطع أن يخرج عن أصول أقليدس، أو لما يحن الوقت بعد، فالهندستان اللا أقليديتان قائمتان على هذين المعنيين: السطح المحدّب، والسطح المقعر، والوضع الذي بالنسبة للسماء والأفق؛ أي الفضاء، ذو أهمية كبيرة – في نظري – في فتح الباب للخروج من أسر هندسة أقليدس، وأصوله الافتراضية الجاثمة على عقول البشر ما يزيد على ألفي سنة، وكذلك النسبية التي ذكرها نسبة الناظر إلى الخط يمنة ويسرة، ونسبة النقطتين إحداهما إلى الأخرى، متيامنة ومتياسرة، أو متباعدة ومتقاربة بالنسبة للخطوط المنحنية، وكون السطح يقوس الخط فيصبح موازيًا للأفق، فهذه الملاحظات والافتراضات تدل على خيالٍ رياضي واسع تجول في اتجاهاتٍ متنوعة يكاد بها يخرج عن أقليدس.

وما يقال في الخطوط يقال في السطوح من حيث كونها في نظره موجودات في التخيل، وكونها متناهية، ونهاياتها مع الخطوط[٨١]. وتنبه أيضًا في تصوره للسطوح إلى ما تنبه إليه في الخطوط المستقيمة من حيث إن نهايات السطح لا تكون إلا بخطوط مستقيمة حسب أصول أقليدس، وحدّد ابن الهيثم القضية جيدًا، وبيّن أن ذلك لا يكون إلا في «السطح المستوي: وذلك أن السطوح المحدبة والمقعرة ليس واحدٌ منها تقع فيه خطوطٌ مستقيمة على جميع الأوضاع»[٨٢]؛ لأن السطوح المحدبة والمقعرة، وهي السطوح الأسطوانية والمخروطة والمستديرة، لا تقع فيها خطوطٌ مستقيمة إلا في بعض الأوضاع دون بعض[٨٣]، ولخّص هذا كله في قوله: «وجميع السطوح المحدبة والمقعرة تقع فيها خطوطٌ منحنية، فليس سطحٌ يصح أن تقع فيه خطوطٌ مستقيمة على جميع الأوضاع غير السطح المستوي، أعني البسيط المسطح»[٨٤]. وبذلك فإن الخطوط المستقيمة تكون متوازية لا يرتفع أحدها عن الآخر، ولا ينخفض عنها، ولا يتيامن ولا يتياسر، «بل يكون قياس أحدها إلى الآخر هو قياس الآخر إلى الأول، وليس يكون الخطان على سمتٍ واحد ومتساويي الوضع إذا قيس أحدهما بالآخر إلا إذا كان السطح الذي فيه الخطان مسطحًا»[٨٥].

وكذلك فعل في تحليل تعريف الزاوية وتحديد ماهيتها ووجودها؛ لأن أقليدس لم يفعل ذلك من حيث هو فيلسوف، وأجاب عن ذلك فلسفيًّا وهندسيًّا بأن «الزاوية هي الشيء الذي يحدث من انحراف الخطين،

والشيء الذي يحدث من انحراف الخطين هو صورة معقولة متخيلة (...) فالزاوية إذن معقولة متخيلة، وإذا كانت معقولة متخيلة فهي موجودة»[٨٦].

وهكذا فإن فلسفته العامة في المعاني الرياضية، من حيث ماهياتها ووجودها، تتمثل في الماهيات أو الصور العقلية المتخيلة، فيذهب إلى «أن وجود المعاني التعليمية إنما هو في التخيل فقط»[٨٧].

ناقش فكرة الدائرة أيضًا مناقشةً فلسفية، وبيّن أن تعريف أقليدس لها مفهومٌ من حيث الوصف، ولكن معنى هذا الوصف غير موجود، «ولا يصح وجوده لأنه ليس يوجد في الحسّ شكل على هذه الصفة، أعني على غاية الاستدارة، حتى تكون في داخله نقطة، كل الخطوط الخارجة منها إلى المحيط متساوية في غاية التساوي، فللخصم أن يقول: إن هذا القول إنما هو مثل صفتنا لعنقاء مغرب، فالصفة مفهومة والعنقاء غير موجودة»[٨٨].

وجوابه على هذا الاعتراض يقع ضمن فلسفته العامة، وهي أن الموجودات قسمان: موجود محسوس، وموجود متخيّل أو معقول. والوجود الحقيقي عنده إنما هو للموجود بالتمييز والتخيل، وأما الموجود المحسوس فليس بموجودٍ بالتحقيق[٨٩]، وعلّل ذلك بعلتين إحداهما أن الحواس كثيرة الأغلاط، ولا يحس الإنسان بغلط حسه، ولذا فلا يوثق بوجود حقيقة المحسوس، والموجود الذي لا يوثق بوجود حقيقته ليست له حقيقة موجودة، فهو إذن غير موجود[٩٠].

والعلة الأخرى أن الأشياء المحسوسة كائنة فاسدة تستحيل وتتغير، ولا ثبات لها على حال ولا في آن، فإذًا ليس لها حقيقة ثابتة، وإذا لم تكن لها حقيقة ثابتة فليس لها وجودٌ على الحقيقة[٩١]، ويخلص إلى القول إنه «ليس يكون شيء من المحسوسات موجودًا على غاية التحقيق، والموجود بالتخيل هو موجودٌ على غاية التحقيق؛ لأن الصورة التي تحصل في التخيل هي متخيلة على حقيقتها، وليست تستحيل ولا تتغير إلا بتغير المتخيل لها»[٩٢]. فالدائرة إذًا صورة معقولة متخيلة، فهي إذًا موجودة[٩٣].

ويرى أنه إذا كنا نرى في الأجسام الطبيعية مسافات[٩٤] كثيرة مستديرة فإنها غير مستديرة على الحقيقة، ويقدر أصحاب المساحات هذه المسافات المستديرة ويمسحونها على أنها دوائر، وليست دوائر على الحقيقة[٩٥]، فيصح القول إنه ليس في الوجود دوائر متساوية، ولا دائرة صحيحة الاستدارة من بين هذه الدوائر «الموجودة في الأجسام الطبيعية التي في عالم الكون والفساد، التي تدرك بالحواس»[٩٦]، فليس عنده «في الأجسام الطبيعية سطحٌ مستدير في غاية الاستدارة، ولا خط مستدير صحيح الاستدارة»[٩٧]، حتى إذا ما فرضنا أنه موجودٌ فلا طريق لنا لأن نعلم بوجوده على هذه الصفة على الحقيقة للعلتين اللتين أشرنا إليهما آنفًا وهما: أن الأجسام الطبيعية متغيرة لا تثبت على حال ولا في آن، وأن «الحواس لا تدرك هيئات الأجسام الطبيعية على غاية التحقيق؛ لأن حاسة البصر ليست تدرك المبصر الذي في غاية الصغر، فإن الجزء من ألف جزء من عين البعوض لا يدركه البصر، وكذلك حاسة اللمس لا تدرك الجزء من ألف جزء من رجل النملة»[٩٨]، وكذلك يقال كما تقدم في الخط المستقيم المتناهي، والسطح المستوي، ووضع الخط في السطح، كلها صورٌ موجودة في التخيل، كما أن إثبات إحدى نهايتي الخط وتحريكه على استدارة في السطح الذي هو فيه أمرٌ ممكن[٩٩] عقليًّا. وما يقصده أقليدس في نظره إنما هي «الأشكال المعقولة المدركة بالتخيل»[١٠٠]، وهذا ما ذكره عينه في كتابه (المناظر)[١٠١]، ومعنى ذلك أن دراسة الهندسة إنما هي دراسة للمجردات، ولا ضرورة للتفكير فيما إذا كانت لها علاقة بدراسة الواقع أو المكان في العالم الفيزيائي إلا تاريخيًّا.

مسلمة التوازي

اعترض ابن الهيثم على أقليدس أنه لم يبيّن وجود خطين مستقيمين موازيين إلى ما لا نهاية، فهو قد ذكر صفة المسلمة، ولم يوضح وجودها، إلا أنه اعتذر له وأجاب عنه بأنه لم يبيّن ذلك؛ لأن هذا «المعنى كان مستقرًا عند أهل زمنه وبينا عندهم، فلذلك استغنى عن تبيينه، إلا أن تبيينه في زماننا واجبٌ على أهل هذه الصناعة»[١٠٢] وأحال إلى كتابه (شرح المصادرات) وإلى بيانها فيه، وأخذ هنا قضية مكافئة لها هي «أن كل خطين مستقيمين متقاطعين لا يوازيان خطًّا واحدًا مستقيمًا»[١٠٣] بدلاً من قضية «أنه متى وقع خطٌ مستقيم على خطين مستقيمين فصير الزاويتين الداخليتين اللتين في جهةٍ واحدة أقل من قائمتين، فإن ذينك الخطين إذا أخرجا في تلك الجهة التقيا»[١٠٤]، «فتقوم هذه القضية مقام الأخرى»، وتكون «أبين عند الحس، وأوقع في النفس»[١٠٥] وبرهن على ذلك في كتاب (شرح المصادرات).

المقالة الأولى مسلمة ٥

بحيث أ + ب من زاويتين قائمتين

على الرغم من أن ابن الهيثم غير حسي في فلسفته إلا أنه استعمل دليلاً حسيًّا؛ لأنه أظهر وأوقع في النفس، وهذا الدليل هو «أن الخطين المتوازيين اللذين لا يلتقيان يكون البعد الذي بينهما أبدًا متساويًا»[١٠٦]، وذلك لأن «تساوي البعد بين الخطين المتوازيين يشهد به الحس؛ لأنه كل خطين يوجدان في الأجسام الطبيعية[١٠٧] إذا كان البعد الذي بينهما متساويًا، فالحس يشهد بأنهما لا يلتقيان، وإذا فرض الخطان، وفرض أنهما لا يلتقيان، فالحس يشهد أن الأبعاد التي بينهما متساوية»[١٠٨]. وينتهي في النهاية إلى النتيجة الآتية: «فلهذه العلة يشهد الحس والتمييز أن الخطين المتقاطعين لا يوازيان خطًّا واحدًا»[١٠٩].

وفكرة الأبعاد المتساوية هذه ذهب إليها بعض الكتاب اليونان مثل بوسدنيوس Posidonius وسمبلقيوس، كما ذكر ذلك النيريزي، وبعض شراح أرسطو[١١٠]، وعمر الخيام[١١١]، كما حاول أن يبرهن على هذه القضية بطليموس، وبروقلس أيضًا، وجاءت محاولاتٌ أخرى حديثًا إلى أن ظهر Saccheri في القرن الثامن عشر، وكذلك

Lobachvski, Gauss (١٧٩٣ – ١٨٥٦)، وبويلي Bolyai (١٨٠٢ – ١٨٦٠). وفتح ريمن Riemann (١٨٢٦ – ١٨٨٦) الباب لهندسات لا أقليدية، وتبيّن أن هذه المسلمة الأقليدية مستقلة عن مسلماته الأخرى، ويمكن افتراض ما يناقضها، فيمكن عند لوكاشفسكي من نقطة خارج خط مستقيم أن يرسم أكثر من خط موازٍ، بل تُرسم خطوط متوازية بلا نهاية، ومجموع زوايا المثلث تكون دائمًا أقل من قائمتين، وكذلك نسبة المحيط إلى قطر الدائرة هو دائمًا أكبر من π فهو أيضًا يتصور المكان لا نهاية له.

وطوّر ريمن نمطًا آخر من الهندسة الذي ينظر إلى المكان على أنه متناهٍ، وأنه من نقطة خارج خط مستقيم لا يمكن رسم أي خط موازٍ له، وأنه من نقطتين يمكن وجود أكثر من خط مستقيم، وأن مجموع زوايا المثلث في هذه الهندسة يكون دومًا أكبر من قائمتين، ونسبة محيط الدائرة إلى قطرها أقل من π وأن الخط لا يمتد إلى ما لا نهاية إذا كان المكان محدودًا.

وأما إذا رجعنا إلى نظرية النسبية لأنشتاين فإننا نجدها تمثل التحدي الحقيقي لهندسة أقليدس؛ إذ كان يعتقد أنها الوصف الحقيقي الصادق الوحيد للمكان، فنظرية النسبية في حقل الجاذبية يصح بمقتضاها أن مجموع زوايا المثلث أكبر من قائمتين، وأنه بين نقطتين متفرقتين يمكن أن يوجد أكثر من خط مستقيم واحد، وبرهنت نظرية النسبية بذلك على أن تصور المكان Space أقرب إلى تصور ريمن منه إلى أقليدس في تصوره العام[١١٢].

ابن الهيثم وكتابه: «في حل شكوك كتاب أقليدس في الأصول وشرح معانيه»

الجانب الابستمولوجي في الرياضيات

يرى ابن الهيثم أن ما يسمى بالعلوم المتعارفة أو العلوم الأول مثل: «الكل أعظم من الجزء» ليس من قبيل المعرفة العقلية الفطرية، وإنما أصل ذلك مأخوذٌ من الحس، ويدرك بالقياس؛ لأنه معنى من المعاني التي تتبيّن بالقياس، وإن كان مصدره مأخوذًا من المحسوس، فالحس يدرك أجزاء الجسم الواحد، ويدرك التمييز الكثرة والعظم، ثم يستقر في النفس[١١٣]، ومثل هذه القضايا إنما تصبح بديهية متعارفة بسبب «كثرة استعمال الناس لها، لا لأنها علوم أول تعرف بفطرة العقل»[١١٤]، وبيّن هذا المعنى نفسه في كتابه (المناظر)، ونفى عنه أن يكون فطريًّا، وأرجعه إلى القياس؛ لأن الإنسان في نظره مطبوعٌ على التمييز والقياس، قياس الشيء بالشيء ابتداءً من الحس والتخيّل والعقل[١١٥]، ومما يدل عنده على أن هذه الفكرة ليست مما يدرك بفطرة العقل دون تمييز أن كثيرًا من الناس إذا سمعوا هذه القضية لم يفهموها إلا بعد أن تفصّل لهم وتشرح، ثم بعد ذلك يحكم السامع منهم أنها قضية صادقة، فإن «سكان الأطراف وأصاغر العوام، ومن لا يعرف الكتابة والقراءة، ولا يعرف الحساب، ولا يتمعس[١١٦] بالبيوع والأشرية لا يعرف الكل ولا الجزء ولا معناهما إلا بعد أن يشرح له. والمعنى الذي لا يدركه كل أحد بالبديهة ليس هو أولاً في العقل، ولا معلومًا بفطرة العقل، فليس هو من العلوم الأول، فالكل أعظم من الجزء ليس هو من العلوم الأول، ولم يحصل في التمييز إلا بالقياس على الوجه الذي ذكرناه»[١١٧].

وضرب مثالاً آخر من المعاني التي يراها بعض الفلاسفة أنها معرفة فطرية ومعانٍ بديهية أولية، وهو «علمنا بأن اثنين في اثنين أربعة»، وقرر أن هذا العلم ليس علمًا ضروريًّا يعرف بفطرة العقل، وإنما أصبح كذلك «بكثرة استعمال الناس (...) وبكثرة تكرارها لا بكونها أولاً في العقل»[١١٨]. ويستدل على ذلك بأن «كثيرًا من الناس وهم عوام الناس لا يعرفون نتائج الأعداد المضروب بعضها في بعض (...) وكلهم مع ذلك، أو جمهورهم، يعلمون أن اثنين في اثنين أربعة»[١١٩]، ومن الأدلة على ذلك أنه لو كان «ضرب اثنين أولاً في العقل لكان ضرب كل عددٍ في كل عدد أولاً في العقل»[١٢٠]، وليس الأمر كذلك. وهذا ينطبق أيضاً على ما يظنه الناس بديهة وهو «الأشياء المساوية لشيءٍ واحد فهي متساوية»، فإن هذه القضية وأمثالها «لو عرضت على عوام الناس، ومن لم يعرض لشيء من العلوم لم يعترف بها، ولم يعتقد صحتها، وربما لم يفهم معانيها»[١٢١]، وإنما اعتقد بعض الفلاسفة أنها علومٌ متعارفة فطرية، وأصبحت كذلك عند الناس؛ لأنها «متعارفة لكثرة استعمالها، ولسهولة الطريق إلى معرفة صحتها». وإذًا فهي ليست علومًا أولية ولا ضرورية، فالبداية عنده في المعرفة إنما هي الحس والمحسوس، ودليل فكرة المساواة انطباق المقادير المتساوية بعضها على بعض، وهذا الانطباق محسوس، فالمساواة «إنما هي مأخوذة من الحس»[١٢٢]، ويؤكد هذا بقوله: «ثم استقر هذا المعنى عند واحد واحد من العقلاء المميزين، وتكرر ذلك فيما بينهم صارت هذه القضية (المقادير المساوية لمقدارٍ واحد فهي متساوية) من القضايا المتعارفة التي لا شكّ فيها، ومن أجل استقرار هذه القضية في نفوس ذوي العقول، واشتهارها استغنى أقليدس عن تبيينها»[١٢٣].

وانتهى في مسألة التطابق إلى قضية كلية هي «أن كل جسمين انطبق أحدهما على الآخر، ولا يفضل طول أحدهما على طول الآخر فإن العقل يحكم بتساوي طوليهما»[١٢٤]، وكذلك يقال في الخطوط والسطوح، والدوائر، والأشكال الأخرى كالمربع المعين، والمربع القائم الزوايا، والمثلث القائم الزاوية[١٢٥]، فحكم العقل هنا إنما هو مبني على الحس أولاً والتخيل، وإنما «لكثرة تكرر هذا المعنى على الحس، أعني انطباق السطوح والخطوط بعضها

على بعض، واستمراره صار مستقرًّا في النفس (...)، ثم انتقل هذا المعنى من الحس إلى التخيل: لأن الإنسان مطبوعٌ على أن يتخيل كل ما أدركه بحسه من بعد إحساسه به»[١٢٦]، وفي طبيعة الإنسان أيضًا «أن يقيس الشيء بالشيء»[١٢٧]، وذلك لأن المعرفة عنده ليست «إدراكًا بمجرد الإحساس»[١٢٨]، بل المعرفة إنما تحصل «وتكون بضربٍ من ضروب القياس»[١٢٩]، ومقدمات المقاييس الكلية مستقرة في النفس وحاضرة بالتذكر. فالمتخيلات والمعقولات عنده أساسها الحس، «إن جميع المتخيلات إنما هي ملتقطة من الحواس، ومنتزعة من الأجسام المحسوسة، ثم إذا انتزعت الصورة من الجسم المحسوس، وحصلت في التخيل استغنى المتخيل بعد ذلك عن الجسم المحسوس. والمثال المحسوس للمثلث تفهم منه صورة المثلث...»[١٣٠]، بل إن الخيال بعد ذلك يتحرر، فيتخيل أصغر ما يمكن من الأشياء، وأكبر ما يمكن منها، إلى أي حدّ شاء[١٣١].

وذهب خيال ابن الهيثم إلى تصور خط مفروض يمثل قطر العالم، يعمل عليه مثلث متساوي الأضلاع، فإذا كان هذا الخط المستقيم المفروض هو قطر العالم، ويقام عليه مثلث، فإن ذلك يحتاج إلى مكانٍ أوسع من العالم، وإذا كان العالم ليس وراءه ملاء ولا خلاء ولا شيء من الأشياء على حسب تصور الفلاسفة، فلا يتم إنشاء هذا العمل (عمل المثلث المتساوي الأضلاع على قطر العالم)، ولكنه يجيب على ذلك بأن المقادير الرياضية لا تحتاج إلى مكان، ولا يحتاج إلى المكان إلا الأجسام الطبيعية فقط، وأما الخطوط والمقادير المتخيلة فإنها لا تحتاج إلى مكان، وهذا «ممكن في التخيل، أن يتخيل وراء العالم خلاء سعته بحسب اختيار المتخيل، وإن لم يكن وراء العالم خلاء موجود وجودًا طبيعيًّا»[١٣٢].

فالقضية إذًا كلية تنطبق على كل الخطوط المتخيلة كبيرها وصغيرها، ولو كان الخط يبلغ أضعاف قطر العالم: لأن المقادير الرياضية لا تحتاج إلى مكانٍ محسوس[١٣٣]، وهذا في الواقع تحرر تام من المكان المتناهي.

وإن كانت هذه القضايا الرياضية فيما يبدو في ضوء التجربة الفلسفية والرياضية لا يمكن أن يبرهن عليها برهنة مباشرة، بل لا يمكن أن تفهم باستقلالٍ تام عن الحواس، وذلك أن تحديد طبيعة اعتماد عمليات العقل عمومًا على الحواس إنما هو من بين الصعوبات الرئيسة في كل الفلسفات، وبناء على هذا يرى بعض المعاصرين من فلاسفة الرياضيات أنه من الصعب التمسك بأنه في استطاعتنا أن نفهم البناء الرياضي، بل الفكرة العامة لموضوعها التي تتأصل عليه دون البدء بتمثلاتٍ حسية على الأقل. ففكرة الفئة ass في الرياضيات يمكن تفسيرها باللجوء إلى الاستعمال اللغوي ودلالته Semantics [١٣٤]، كما فعل فريجة. ويمكن البدء بفكرة مجموعة Group من الأشياء، بل إن المثال الثاني هو نفسه بحاجةٍ إلى اللجوء إلى اللغة أيضًا، ولا نستطيع أن نتحرر من التمثلات الرمزية[١٣٥].

لذلك نجد ابن الهيثم أكثر واقعية، فلا يكاد يقول بالأفكار الفطرية، وإنما يرى أن «النفس الإنسانية إذًا مطبوعة على القياس»[١٣٦]. ولاحظ ذلك في الطفل عند نشوئه[١٣٧]، فهو «يميز، ويقيس الشيء بالشيء دائمًا بالطبع بغير تكلف»[١٣٨] في الإدراك وفي الأفعال، فالطفل يختار الأحسن على القبيح من الصور عن طريق قياس إحداهما بالأخرى، كما يرى أن الحدس السريع والتمييز أمرٌ رئيس في هذه العملية.

ويذهب إلى أن الحس أوثق من القياس في الإدراك البصري[١٣٩]، وهو وإن كان يقسم الإدراكات إلى ما يكون بفطرة العقل، وما يكون بالمعرفة، وما يكون بالتمييز والتأمل[١٤٠] إلا أنه لا يكاد – كما قلنا – يقرر معنى من المعاني الرياضية أو

غيره دون أن يربط ذلك بالحس، وقد وجدنا نصًّا له يقرر فيه أن «الانطباق في الخطوط المستقيمة يعلم بفطرة العقل أو باليسير من التنبه»(١٤١). ولكن إدراك هذا الانطباق حسي في أصله على حدّ تعبيره، ولذلك قال: «أو باليسير من التنبّه»، ومعنى ذلك أنه ليس معنىً فطريًّا خالصًا، وكذلك يوجد نص آخر يدور حول هذا المعنى، وهو أن «التمييز يحكم بفطرة العقل» في مسألة الانطباق؛ إذ «الخطوط المستقيمة لا يشتبه انطباق بعضها على بعض، بل التمييز يحكم بفطرة العقل أن الخط المستقيم ينطبق على الخط المستقيم، ويظهر ذلك ظهورًا بيّنًا»(١٤٢)، فهل هذا الإدراك منقطع الصلة بالحس؟ إنه حسي وإلا تناقض مع نفسه في أخذه التطابق دليلاً حسيًّا في غير ما موضع من كتابه. وأشار في نص آخر إلى وجود المقدمة الفطرية، وهذا يدل على اعترافه بها، فالمقدمة عنده سواء كانت من الأوائل المدركة بفطرة العقل أو كانت معلومة بالقياس، تكون النتيجة عنها صحيحة(١٤٣)، فهو في اتجاهه هذا فيلسوفٌ واقعي أو تجريبي، يجمع بين الحس والصورة، ولكن الأولية للحسّ، والأوليّة للصورة أو المعقول، وهو لا ينفي صراحةً كل معنى فطري، ولكن لم يستعمل أي معنى فطري بوضوح، ويبني عليه نتائج، ويسمي القضايا الرياضية «بالعلوم المتخيلة»(١٤٤).

أما الجانب المنطقي فإننا نجد ابن الهيثم يستعمل الأقيسة المنطقية بكثرة وبوضوح في كتبه، وفي هذا الكتاب بصورة أشد وضوحًا، فقد تكلم على المعاني الكلية المطردة(١٤٥)، ويصف قضايا أقليدس بأنها مهملة(١٤٦)، وقضايا أخرى بأنها كلية(١٤٧)، أو بأنها كلية ضرورية(١٤٨).

وأشار في مواضع متعددة من الكتاب إلى استعمال أقليدس لعكوس القضايا دون توضيحٍ لها، ويقصد بذلك ما نسميه بعكس القضية(١٤٩)، ويختلف تصوره للحدّ أو التعريف عن تصور الفلاسفة؛ أي الحد الذي يتم بالحدس والفصل: «إنا نريد بالحد القول الدال على المعنى، لا ما يشير إليه المتفلسفة من تقرير لفظ الحدّ وترتيبه»(١٥٠).

أما طريقة التحليل والتركيب فقد تفطن ابن الهيثم إلى أن أقليدس نهج منهج التركيب لا التحليل في كتابه (الأصول)؛ أي إنه استعمل طريقة الانتقال من المعلوم إلى المجهول من أجل البرهنة على القضايا الرياضية، ولم يلجأ إلى طريقة التحليل، وإن كانت طريقة البرهان بالخلف يمكن أن ينظر إليها على أنها تحليل(١٥١)، وقد ألف ابن الهيثم (مقالة في التحليل والتركيب) شرح فيها معنى التحليل والتركيب وضرورتهما لاكتشاف القضايا والبرهنة عليها وبنائها، وتطبيقها في مسائل الحساب والهندسة والفلك والموسيقا، كما اهتم ابن الهيثم بالحدس الصناعي أو العلمي الذي يحدس به القضية قبل البدء في التحليل، وكذلك ألف رسالة «في المعلومات» التي يقصد بها المعطيات، وفن التحليل عنده لا يمكن أن يتم بدون المعلومات(١٥٢).

هذا وقد حدّد أحمد بن محمد بن عبد الجليل السجزي (٣٤٠هـ - ٤١٥هـ) التركيب بأنه «سلوك الطريق نحو النتيجة بالمقدمات»(١٥٣)، أما التحليل فهو على العكس «سلوكه (الطريق) نحو المقدمات التي تنتج المطلوب»(١٥٤)، ويسمى التحليل بالعكس، وهو إما أن ينتهي إلى مقدمات ولزوم النتيجة عنها، وإما أن ينتهي إلى مقدماتٍ كاذبة لا تلزم عنها النتيجة(١٥٥)، ويلزم في ذلك التحليل الحدس، والحذق، والارتياض والدربة، والحيلة أو المهارة أيضًا. ونسب أحمد السجزي استعمال الحيل إلى الشارح اليوناني إيرن(١٥٦).

ويستعمل ابن الهيثم فكرة العلة والمعلول بالمعنى المنطقي في الرياضيات أيضًا «إن العلة والمعلول لا يفترقان، فإذا وجد أحدهما وجد الآخر»(١٥٧)، «فتساوي الساقين في مثلث هو العلة في تساوي

الزاويتين، ولما كان تساوي زاويتي المثلث من خواص المثلث المتساوي الساقين، وكانت علة تساوي الزاويتين إنما هي تساوي الساقين، كانت العلة التي من أجلها صار كل مثلث متساوي الزاويتين متساوي الساقين»(١٥٨)، ويسميها العلة الأولى أحيانًا «فهذه هي العلة الأولى في تساوي زاويتي المثلث المتساوي الساقين»(١٥٩).

مفهوم العدد

ناقش ابن الهيثم تعريف أقليدس للعدد(١٦٠)، وبيّن أنه استعمل الاستعارة فيه، فاقترح هو حدًا آخر تدخل ضمنه فكرة الوحدة، وهو «العدد هو الوحدة، وما يحدث من تكرارها»(١٦١)، وهذه الفكرة، فكرة التكرار(١٦٢)، لم يتحدث عنها أقليدس، وهي فكرة جيدة، يقول بها بعض المعاصرين في تكرار الرموز بلا نهاية (١، ١١، ١١١...) وفكرة التتابع والتوالي، وذلك أن البداية تكون بعملية العدّ، عدّ مجموعة من الأشياء تنتهي إلى وجود تناظر بينها وبين الأعداد، حيث يكون التناظر واحدًا بواحد

"One To One Correspondence" ، ويرى أن البصر يدرك العدد بالاستدلال من المعدودات؛ إذ يدرك مجموعة من الأشياء المتفرقة معًا، وفي وقتٍ واحد، وإذا أدرك تفرقها فقد أدرك أن كل واحدٍ منها غير الآخر، وبهذا يدرك الكثرة، وإدراك الكثرة يجعل قوة التمييز عند الإنسان تدرك العدد من هذه الكثرة(١٦٣)، كما يدرك الحدس بعد المبصرات مثلاً(١٦٤). وقد تكلم الرازي من بعده على فكرة التكرار، وعبّر عنه بأنه «إنشاء العدد بتكرير وحدة معينة لا بإضافة الأخرى إليها»(١٦٥). ويعرض مذهبًا فيثاغوريًا في كون الأعداد والمقادير والأشكال معقولة بذاتها لا تحتاج إلى مادة، «وأن التعليميات علة للطبيعيات... والعدد علة للجسمانيات»(١٦٦)، فيكون العدد مبدأ للصور الهندسية، ثم الصور الهندسية مبدأ للجسمانيات، فالخط مركب من وحدتين، والسطح مركب من أربع وحدات، كما يعرض رأيًا آخر يعدّ الأعداد في غير حاجة إلى توسط الصور أو الأشكال الهندسية بينها وبين الجسمانيات، فكل مرتبة من مراتب الأعداد صورة مطابقة لصورة طبيعية، ومعنى هذا أن الأعداد أصولٌ تكوّنت عنها الموجودات الطبيعية، ولكن ابن الهيثم ليس فيثاغوريًا بهذا المعنى ويرى أن «الحسّاب يجعلون الواحد من العدد بمنزلة الواحد من المعدود، والواحد من العدد ليس هو الواحد من المعدودات؛ لأن الواحد من العدد إنما هو الوحدة، والواحد من المعدودات إنما هو معدودٌ بالوحدة، ثم جزأوا الواحد، وضربوا أجزاءه بعضها في بعض، وضربوا الأجزاء أيضًا في الواحد، والوحدة لا تتجزأ ولا تنقسم»(١٦٧)، ونراه يعود دائمًا إلى الحسّ من حيث هو أساس الرياضيات، فيرى أن «أصل ذلك مأخوذٌ من المساحة؛ فإن المسّاح يستعملون الذراع في المساحة، ويسمونه واحدًا؛ لأنه ذراعٌ واحد، وهو خط مستقيم، وهو ينقسم ويتجزأ، وهم يقدّرون المسافات؛ أعني الأطوال والعروض بالذراع (...) وربما بقي من المسافة بقية، فتكون تلك البقية جزءًا من الذراع أو أجزاء، واضطر المسّاح إلى أن يستعملوا أجزاء الذراع، وهم يسمون الذراع واحدًا»(١٦٨)، ويلاحظ هنا أنه أدخل فكرة الكسور التي قد توصل إليها الناس من الأشياء الباقية، التي لا تكون وحدة من وحدات القياس، وهي نفسها؛ أي الوحدة أخذت من العمل المحسوس من المسافة أو الذراع، ثم إن هناك أمرًا آخر في غاية الأهمية، وهو ما سمّاه بالاستعمال، استعمال الذراع وحدة، وأن الذراع يسمونه واحدًا، وبما أن الذراع خطّ مستقيم فإنه يقبل التجزئة، ففكرة التسمية فكرة اتفاقية وضعية، وهذا يرجع إلى فكرتين: فكرة اللغة (يسمونه)، وفكرة الاستعمال؛ أي قوة العادة الاجتماعية والمرانة عليها، وإذا رجعنا إلى الانثروبولوجيا فإننا نجد أن فكرة الأعداد ليست موجودة عند كل القبائل البدائية،

فبعضها لا يتجاوز في العدّ الواحد والاثنين، ومعنى ذلك أن حدس العدد ليس تلقائيًا ولا ضروريًا، وتطوّر كلمات العدد ورموزه نفسها بعيدةٌ عن الحدس الفطري، فأغلب نظم العدّ ظهرت من عملٍ وتطبيق في شؤون الحياة، ومرتبطة بعدّ الأصابع، فلا يوجد معنى مجرّد للعدد عند البدائيين، وإنما نشأ في المراكز الحضارية المتقدمة، وانتشر بعد ذلك، فظهر في حضارة السومريين والبابليين، فهم أول من استعمل الرموز في كتابة العدد حوالي ٢٠٠٠ سنة ق.م. استعمله رياضيون وفلكيون بابليون، ونظامهم أعلى من كل نظامٍ آخر استعمل في العالم القديم(١٦٩).

وعمليات العدّ هذه تختلف في القديم باختلاف الأمم وباختلاف الثقافات، وهذه الفكرة التي نتحدث عنها في عصرنا في الانثروبولوجيا، وأصل الأعداد وتطورها، نجد فيها لمحات ذكية ونظرات نافذة جاء بها ابن الهيثم، قال: «وقد يختلف المسّاح في مقدار الذراع، فقوم يقدرونه بذراع اليد، وقومٌ يزيدون فيه، وتختلف زيادتهم في الذراع، بل كل طائفة من الأمم لهم مقدارٌ يقيسون به، ويخالف بعضهم بعضًا في مقداره»(١٧٠).

فالحدس الأول يمكن أن يكون في جذور شيءٍ آخر، في التطور الذي حصل فيه تفرقة وتمييز بين حالات العالم (ذكر، أنثى، حار، بارد، عالٍ، منخفض)، فالإنسان يملك قدرة على التمييز بين الأشياء والوصول إلى فهم الكثرة والوحدة، كما أن وجود نظام ما في الطبيعة أمرٌ ضروري سابق لوجودنا، وتطورت عمليات العدّ، ولم تبق فكرة العدد مرتبطة بمجموعة معينة من الأشياء، ولمّا صارت فكرة العدد مجردة في الذهن أصبحت حقيقة الرياضيات ليست الأعداد المجردة في حدّ ذاتها، وإنما في مجموعة من العلاقات الناشئة بينها، وبذلك دخل الإنسان عالمًا جديدًا(١٧١).

وقد أخذ فريجه Frege بعنصر اللغة في تفسيره، فمحمولات العبارات تقوم مقام الكميات، واستعمل Wittgenstein فكرة العادة والمرانة، وكذلك الاتفاق الضمني لا المقصود في أعمالنا وتطبيقاتنا في الفلاحة، وفي التجارة، وبناء المعابد، والاستعمالات اليومية للأشياء.

فليس هناك داعٍ اليوم لأن نضفي على القضايا العددية والرياضيات عمومًا اليقين والدقة المطلقة، ما دامت فروضًا تنطبق على العالم الفيزيائي، ومأخوذة منه في الأصل التاريخي، ولا داعي للقول إنها أولية موجودة في حدّ ذاتها، بعد ما ظهر من التناقضات في نظرية المجموعات نفسها خاصةً، ولكن إذا كانت قوانين الحساب تأصلت من التجربة، فإنها يمكنها أن تتجاوز في تطبيقاتها الموضوعات المحسوسة إلى حقائق مجرّدة، فتكون متعالية، كما سمّاها ابن الهيثم بأنها «علومٌ متخيلة». ويلاحظ أن ابن الهيثم لم يستعمل الأرقام في رموزها وإنما بأسمائها اللغوية، ولكنه يكثر من استعمال الرموز الأخرى الحرفية في الأشكال الهندسية، فلا ندري ما رموز الأرقام التي كان يستعملها من خلال هذا الكتاب، ويعبّر عن الأعداد بالأشكال(١٧٢) في المقالات العددية من الكتاب (I X - V II). وكان ابن سينا قد أشار إلى هذا الجمع بين الأشكال والأعداد في وصفه لكتاب أقليدس «إن كتاب الاسطقسات قد أعطى أصولاً كثيرة في علم العدد، ومعوّل هذا الفن عند التحصيل على تلك الأصول، وقد يمكن أن يُنقل كثير من الأشكال الهندسية التي تتعلق بالضرب والقسمة وبأحوال النسبة إلى العدد»(١٧٣).

وصرّح بأنه «قد شبهت هيئات الأعداد في تأليفها بالمقادير»(١٧٤) ويقصد بالمقادير هنا الأشكال الهندسية.

وهذه نزعة فيثاغورثية واضحة في توحيدها بين الأعداد والأشكال، وعدّها أصلاً للموجودات، وأنها

تمثل جوهر الأشياء الحقيقي، وقد تأثر بذلك أفلاطون في نظرية المثل في آخر حياته. نلاحظ أيضًا أن ابن الهيثم لم يُشِر إلى أفلاطون، ولا إلى أرسطو، وإن كان شرح كثيرًا من كتب أرسطو، ولم نجد له اهتمامًا واضحًا بفلسفة أفلاطون، ولعل مقالته (في تشويق الإنسان إلى الموت بحسب كلام الأوائل) فيها نزعةٌ أفلاطونية محدثة، وكذلك رسالته (تلخيص جوهر النفس الكلية) و(مقالة في الأخلاق)[١٧٥].

وفي الختام لا بدّ من الإشارة إلى جودة لغة ابن الهيثم العلمية في هذا الكتاب، وإلى دقتها ووضوحها، وجمالها وعذوبتها مع جفاف موضوعاتها وتعقيدها، وهذا ما يمكن لنا في عصرنا هذا أن نفيد منه، نفيد من الأسلوب العلمي الرصين البيّن، ومن الاصطلاحات العربية الواردة فيه في حياتنا العلمية في الجامعات وفي تعريب الرياضيات وغيرها من فروع المعرفة العلمية، التي نحن الآن مقبلون عليها؛ لرفع أمتنا إلى مستوى الأمم التي بلغت شأوًا بعيدًا في العلم النظري والتقنية العالية، وهذا ما يحفظ وجودنا في هذا العالم بقوةٍ على أساسٍ من قيمٍ عليا متأصلة في هويتنا عبر التاريخ، وهي زادنا القوي في مسيرة «تحدي المستقبل». ●

●●●

الحواشي

١ – المصدر نفسه: ٣٨٠، وانظر: ٧٩، ٨١، ٨٧، ٨٨.
٢ – المصدر نفسه: ٨٥، ويقصد بالشكلين هنا الواردين في المقالة الأولى من مقالات أقليدس.
٣ – مصادرات أقليدس: ١٦.
٤ – اطلع عمر الخيام على مقالة واحدة من مقالات ابن الهيثم، وهي المقالة الأولى تبعًا لما ذكره في رسالته.
٥ – في حل الشكوك: ٢٣١.
٦ – المصدر نفسه: ٢٣١.
٧ – المصدر نفسه: ٢٧٤، في شرحه للشكل الرابع عشر من المقالة السادسة.
٨ – المصدر نفسه: ٢٣١، في شرح الشكل العاشر من المقالة الرابعة.
٩ – المصدر نفسه: ٢٣٩، في شرح الشكل الخامس عشر من المقالة الرابعة.
١٠ – وهذه القضايا هي: ٢، ٣، ٤، ٥، ٧، ٩، ١٠، ١١، ١٤، ١٥، ١٨، ٢٠، ٢٦، ٢٨، ٢٩، ٣٠. وانظر المقالة الأولى أيضًا ص ٨٤، ٩٢، والمقالة الرابعة ص ٢٣٩ والخامسة ص ٢٥٤، ٢٥٨، ٢٥٩، ٢٦٢.
١١ – المصدر نفسه: ١٠٠.
١٢ – المصدر نفسه: ١٠٤، وفي الشكل السادس عشر من المقالة الأولى: ١٠٦، ١٠٧، ١٠٨، ١٢٦، ١٢٨، ١٣٤، ١٤٠، ١٤١، ١٤٢، ١٤٩، ١٥٨، ١٥٩، ١٦٠، ١٦٥.
١٣ – المصدر نفسه: ١٦٩.
١٤ – المصدر نفسه: ٢٠٥.
١٥ – المصدر نفسه: ٢٠٨.
١٦ – المصدر نفسه: ٢١٢.
١٧ – المصدر نفسه: ٢١٣، وانظر: ٢١٨، ٢٢٠، ٢٢١.
١٨ – إضافة ليصح التركيب.
١٩ – كذا في الكتاب والصواب: فهما.
٢٠ – المصدر نفسه: ٢٤٤.
٢١ – المصدر نفسه: ٢٩٦ (الشكل الخامس من المقالة السابعة).
٢٢ – المصدر نفسه: ٣٠٧ (الشكل الواحد والعشرون من المقالة السابعة).
٢٣ – المصدر نفسه: ٩٨.
٢٤ – المصدر نفسه: ١٨٧.
٢٥ – المصدر نفسه: ٩٤.
٢٦ – المصدر نفسه: ٩٤، ٩٥.
٢٧ – المصدر نفسه: ٩٤.
٢٨ – مقدمة كتاب في حلّ الشكوك: ٢.
٢٩ – في حل الشكوك: ٥٠، ٩٤.
٣٠ – المصدر نفسه: ١٧٥.
٣١ – المصدر نفسه: ٢٢٢.
٣٢ – المصدر نفسه: ٢٤٠.
٣٣ – المصدر نفسه: ٣٧٧.
٣٤ – المصدر نفسه: ٣٧٨.
٣٥ – المصدر نفسه: ٣٧٩.
٣٦ – المصدر نفسه: ٣٧٨.
٣٧ – المصدر نفسه: ٣٨٠، ويقصد بذلك كتاب أبولونيوس المتوفى في أوائل القرن الثاني قبل الميلاد، وقد عني بنو موسى بترجمة هذا الكتاب، وقد كتب ابن الهيثم «مقالة في شكل بني موسى»، عيون الأنباء: ٥٦٠.

٣٨ – المصدر نفسه: ٣٩٦.

٣٩ – المصدر نفسه: ٣٩٧.

٤٠ – أي المقالة الثالثة عشرة.

٤١ – المصدر نفسه: ٤٠٧.

٤٢ – وقد ذكر عدة علماء وفلاسفة ومتكلمين قدماء ومحدثين ومعاصرين له عناوين مؤلفاتٍ أخرى له، مثل بطليموس وأبولونيوس وجالينوس وأرسطو، وفرفريوس الصوري، ويحيى النحوي، وإبراهيم ابن سنان، وأبي هاشم المعتزلي، وأبي الفرج عبدالله بن الطيب البغدادي، وأبي بكر الرازي، وأبي علي الجبائي، وابن الرواندي، وأبي الحسن علي بن العباس. عيون الأنباء: ٥٥٥ – ٥٥٩.

٤٣ – في حلّ الشكوك: ٣٧٩، كما أشار إليه في ص ٢٤٧، فقال: «وقد بيّنا في مقالتنا في الهلاليات كيف نجد هلالاً مساويًا لمثلث مستقيم الخطوط».

٤٤ – عيون الأنباء: ٥٥٩.

٤٥ – ابن الهيثم في قاموس البيبليوغرافيا العلمية: ٢٠٢، ٢٠٦.

٤٦ – في حلّ الشكوك: ٣٧٩.

٤٧ – عيون الأنباء: ٥٥٩.

٤٨ – ابن الهيثم في قاموس البيبليوغرافيا العلمية، ٢٠٦.

٤٩ – في حلّ الشكوك، ١٧٢. وانظر عيون الأنباء: ٥٥٩.

٥٠ – وإن كان ابن أبي أصيبعة أشار إلى كتابٍ سمّاه «كتاب في المساحة على جهة الأصول» في القائمة التي ألفت إلى سنة ٤١٧هـ، فهل هما كتابٌ واحد وأعاد تأليفه وتطويره؟

٥١ – التي نشرت بحيدر آباد الدكن، ١٣٥٩هـ = ١٩٤٠م.

٥٢ – الحسن بن الهيثم وأثره على المسيرة العلمية الحديثة: ٣٠.

٥٣ – Pi in the Sky, Counting, Thinking, and Being, p. ١٠ – ١١.

٥٤ – المصدر نفسه: ١٣.

٥٥ – المصدر نفسه: ١٧.

٥٦ – المصادرات: ٤ – ٥.

٥٧ – المصدر نفسه: ١٨.

٥٨ – المصدر نفسه: ١٦ – ١٧.

٥٩ – المصدر نفسه: ١٧.

٦٠ – أي الرسول.

٦١ – المصادرات: ٣ – ٤.

٦٢ – المصدر نفسه: ٣٤ – ٣٥.

٦٣ – المصدر نفسه: ٤٧.

٦٤ – المصدر نفسه: ٤٨.

٦٥ – المصدر نفسه: ٦٠، ٧٧.

٦٦ – المصدر نفسه: ٧٥.

٦٧ – المصدر نفسه: ٧٩.

٦٨ – في حل الشكوك: ٥.

٦٩ – المصدر نفسه: ٥ – ٦.

٧٠ – المصدر نفسه: ٦.

٧١ – المصدر نفسه: ٧.

٧٢ – المصدر نفسه: ٧.

٧٣ – المصدر نفسه: ٨.

٧٤ – كتب في الأصل كلمة «التوهم» فوق كلمة «التخيل» إشارة من الناسخ إلى أن لفظة «التوهم» توجد في بعض النسخ.

٧٥ – في حل الشكوك: ٨.

٧٦ – المصدر نفسه: ٩.

٧٧ – المصدر نفسه: ١٠.

٧٨ – المصدر نفسه: ١٠.

٧٩ – هذا ما يذهب إليه الرازي من أنه لا يتخيل الشكل الرياضي إلا في صورة متناهية. المباحث الشرقية: ٣٢/١.

٨٠ – في حل الشكوك: ١١ – ١٢.

٨١ – المصدر نفسه: ١٣.

٨٢ – المصدر نفسه: ١٤.

٨٣ – المصدر نفسه: ١٤، وذكر في ذلك تفاصيل جيدة.

٨٤ – المصدر نفسه: ١٦.

٨٥ – المصدر نفسه: ١٦.

٨٦ – المصدر نفسه: ١٩.

٨٧ – المصدر نفسه، ١٩.

٨٨ – المصدر نفسه، ٢٠.

٨٩ – المصدر نفسه، ٢٠.

٩٠ – المصدر نفسه: ٢٠ – ٢١.

٩١ – المصدر نفسه: ٢١.

٩٢ – المصدر نفسه: ٢١.

٩٣ – المصدر نفسه: ٢٢.

٩٤ – يقصد المساحة التي يحيط بها محيطٌ دائري.

٩٥ – في حل المشكلات: ٢٤٦.

٩٦ – المصدر نفسه: ١٧٩.

٩٧ – المصدر نفسه: ١٧٩.

٩٨ – المصدر نفسه: ١٧٩.

٩٩ – المصدر نفسه: ٢١.

١٠٠ – المصدر نفسه: ١٨٠.

١٠١ – المصدر نفسه: ٦٠، ذكر المثال نفسه (عين بعوض).

١٠٢ – المصدر نفسه: ٢٤.

١٠٣ – المصدر نفسه: ٢٤.

١٠٤ – المصدر نفسه: ٢٥.

١٠٥ – المصدر نفسه: ٢٥.

١٠٦ – المصدر نفسه: ٢٦.

١٠٧ – كتب في الأصل ما يفيد أن «الطبيعية» يوجد بدلها «المحسوسة» في بعض النسخ.

١٠٨ – في حل المشكلات: ٢٧.

١٠٩ – المصدر نفسه: ٢٧.

١١٠ – Euclid. in Dict. Scient. Biogr. p. ٤٣٣.

١١١ – مصادرات أقليدس: ١٤، قال: «والبعد بينهما متساوٍ، أعني لا يتضايق ولا يتسع».
١١٢ – لانتقال شعاع من الضوء بين نقطتين يوجد أكثر من طريق لينتقل فيه. انظر:
Geometry in the Encyclopaedia of Philosophy Vol.3, p. 287 - 288.
١١٣ – في حل الشكوك: ٣٦.
١١٤ – المصدر نفسه: ٢٨.
١١٥ – المناظر: ٢٢٤ – ٢٢٥.
١١٦ – أي يمارس ممارسة مجرب في الأسواق.
١١٧ – في حل الشكوك: ٣٧.
١١٨ – المصدر نفسه: ٢٩.
١١٩ – المصدر نفسه: ٢٩.
١٢٠ – المصدر نفسه: ٢٩.
١٢١ – المصدر نفسه: ٢٩.
١٢٢ – المصدر نفسه: ٣١.
١٢٣ – المصدر نفسه: ٣٥.
١٢٤ – المصدر نفسه: ٣١.
١٢٥ – المصدر نفسه: ٣٤٤، وانظر: ٢٧٤ دليل التطابق في المثلث والتكافؤ في الأضلاع.
١٢٦ – المصدر نفسه: ٣٢.
١٢٧ – المصدر نفسه: ٣٣، المناظر: ٢١٨ – ٢١٩.
١٢٨ – المناظر: ١٩.
١٢٩ – المصدر نفسه: ٢٢٠.
١٣٠ – في حل الشكوك: ٣٩.
١٣١ – المصدر نفسه: ٣٩.
١٣٢ – المصدر نفسه: ٣٩.
١٣٣ – المصدر نفسه: ٤٠.
١٣٤ – هي دراسة العلاقة بين التعابير اللغوية والأشياء التي توضع لها، وتطلق عليها مما ليس لغويًّا.
١٣٥ – دائرة المعارف الفلسفية، أصول الرياضيات: مج٥/١٩٨.
١٣٦ – المناظر: ٢٢٨.
١٣٧ – المصدر نفسه: ٢٢٨.
١٣٨ – المصدر نفسه: ٢٢٧.
١٣٩ – المصدر نفسه: ٥١٧ – ٥١٨.
١٤٠ – المصدر نفسه: ٢٢٧.
١٤١ – في حل الشكوك: ٦١.
١٤٢ – المصدر نفسه: ٦٠.
١٤٣ – المصدر نفسه: ٣٧.
١٤٤ – المصدر نفسه: ٤٥.
١٤٥ – المصدر نفسه: ٩، ١٠، ١٣، ١٧، ٥٢.
١٤٦ – أي لم يجعل لها سور. المصدر نفسه: ٣٠.
١٤٧ – المصدر نفسه: ٣٥.
١٤٨ – المصدر نفسه: ٢٣.
١٤٩ – المصدر نفسه: ٦٠ – ٦١.
١٥٠ – المصدر نفسه: ٢٩١، انظر: ٥ – ٦ أيضًا.
١٥١ – Euclid in Dict. Scient. Biogr. p. 202-203.
١٥٢ – هذه الرسالة «في التحليل والتركيب» موجودة في مخطوطة
Chester Beuatty
Ms. 6352
وأشار إليها ابن أبي أصيبعة، في عيون الأنباء: ٥٥٥.
١٥٣ – كتاب في تسهيل السبل ضمن رسائل ابن سنان: ٣٤٢.
١٥٤ – المصدر نفسه: ٣٤٣.
١٥٥ – المصدر نفسه: ٣٤٢.
١٥٦ – المصدر نفسه: ٣٤٤.
١٥٧ – في حل الشكوك: ٧٣ – ٧٤.
١٥٨ – المصدر نفسه: ٧٤، ٨٨، ٨٩.
١٥٩ – المصدر نفسه: ٨٩.
١٦٠ – المصدر نفسه: ٢٨٠ – ٢٩٣.
١٦١ – المصدر نفسه: ٢٩١، وذكر هذا المعنى في شرح المصادرات، وبرهن على صحته.
١٦٢ – أشار ابن الهيثم إلى هذه الفكرة وأثرها في الحفظ، حفظ المعاني والصور، انظر: المناظر: ٣٢٤ – ٣٢٥.
١٦٣ – المناظر: ٢٩٨.
١٦٤ – المصدر نفسه: ٢٥١.
١٦٥ – المباحث الشرقية: ١/٢٠٠.
١٦٦ – المصدر نفسه: ١٩٩.
١٦٧ – المصدر نفسه: ٢٩٢.
١٦٨ – المصدر نفسه: ٢٩٢.
١٦٩ – Pi in The Sky p. 83.
١٧٠ – في حل الشكوك: ٣٣٠ – ٣٣١ وتكلّم عن الذين لا يعرفون القراءة والكتابة والحساب وسكان الأطراف والعوام، وما إلى ذلك من الظواهر الاجتماعية، ونشأة الطفل، مما يثبت أن الأعداد ليست فطرية ولا تلقائية، وإنما هي تجريبية.
١٧١ – Pi in The Sky p. 105.
١٧٢ – في حل الشكوك: ٢٩٣، ٢٩٤، ٣٠٤، ٣١١، ٣١٨، ٣١٩.
١٧٣ – الارثماطيقي: ١٧.
١٧٤ – المصدر نفسه: ٥١.
١٧٥ – عيون الأنباء: ٥٥٦ – ٥٦٠. نشر هذه الرسالة عبد الرحمن بدوي في: دراسات ونصوص في الفلسفة والعلوم عند العرب، وصدر عن دار المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ١٩٨١، وتضمنتها الصفحات من ١٠٧ – ١٤٥، وقد شكّك فيها بدوي ورجح أنها له من حيث الأسلوب، ومن حيث ورودها في فهارس أعماله، ولأنها تحمل اسمه في أول المخطوط بوضوحٍ تام.

ابن الهيثم وكتابه: في حل شكوك كتاب أقليدس في الأصول وشرح معانيه

المصادر والمراجع

ابن أبي أصيبعة.
– عيون الأنباء في طبقات الأطباء، دار مكتبة الحياة، بيروت، ١٩٦٥.

ابن الخطيب : لسان الدين.
– الإحاطة في أخبار غرناطة، دار المعارف، القاهرة، ١٣٧٥هـ = ١٩٥٥م.

ابن خلدون.
المقدمة، دار الكتاب اللبناني، بيروت، ١٩٦٨.

ابن سنان.
– رسائل ابن سنان، تح. أحمد سليم سعيدان، الكويت، ١٤٠٣هـ = ١٩٨٣م.

ابن سينا.
– الشفاء، الفن الأول من جملة العلم الرياضي، أصول الهندسة، تحقيق عبد الحميد صبره، وعبد الحميد لطفي مظهر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٧٦م.

ابن النديم.
– الفهرست، نشرة نهاد عباس عثمان، دار قطري بن الفجاءة، الدوحة، ١٩٨٥م.

ابن الهيثم.
– مجموع الرسائل، حيدر آباد الدكن، ١٣٥٩هـ = ١٩٤٠م.
– كتاب الشكوك على بطليموس، تح. عبد الحميد صبره، ونبيل الشهابي، دار الكتب، القاهرة، ١٩٧١.
– كتاب في حل شكوك كتاب أقليدس في الأصول، وشرح معانيه، معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية، جامعة فرنكفورت، ألمانيا الاتحادية (مصور)، ١٤٠٥هـ = ١٩٨٥م.
– كتاب المناظر، تح. عبد الحميد صبره، الكويت، ١٩٨٣م.

بدوي : عبد الرحمن.
– دراسات ونصوص في الفلسفة والعلوم عند العرب، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ١٩٨١.

الخيام : عمر بن إبراهيم.
– رسالة في شرح ما أشكل من مصادرات أقليدس، تح. عبد الحميد صبره، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٦١.

الرازي (فخر الدين).
– المباحث المشرقية، تح. محمد المعتصم بالله البغدادي، دار الكتاب العربي، بيروت، ١٤١٠هـ = ١٩٩٠م.

سعيد : بشار محمد، وفرح : علي يوسف.
– الحسن بن الهيثم وأثره على المسيرة العلمية الحديثة، الأردن، ١٤٠٥هـ = ١٩٨٥م.

صبره : عبد الحميد.
– «برهان نصير الدين الطوسي على مصادرات أقليدس»، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، ع١٣، ١٩٥٩م.

الفارابي.
– إحصاء العلوم، تح. عثمان أمين، مكتبة الانجلو المصرية، ط٢، القاهرة، ١٩٦٨م.

المصادر الأجنبية

-Ivor Bulmer - Thomas, "Euclid" in Dictionary of Scientific Biography, ED. C.C. Gillipsi, New York, Vo. 3 (1972).

- John D. Barrow, Pi in the Sky, Counting, Thinking and Being, Claredon Press Oxford, 1992.

- John Murdoch, "Eucled" in DIctionary of Scientific Biography, Vol.3.

- Junge G. and Thomson, Commentary of Pappus on Book X of Euclid's ELements. (Campridge, Mass., 1963).

- Sabra, A. "Ibn Al-Haytham" in Dictionary of Scientific Biography, Vol. 7(1972).

- Stephen F. Barker, "Geometry" in the Encyclopedia of Philosophy, Macmillan Publishing Co., Jnc and the Free Press, New York, London, Vol., 3., 1972.

-Thomas Taylor, the Philosophical and Mathematical Commentaries of Proclus on the First Book of Euclid's Elements,

(London, 1788 - 1789).