المنهج الرّياضي في البصريات

د. خيرة عبد العزيز(*)

مقدمة

لا شكّ أنّ معيار علمية وموضوعية أيّة معرفة يُقاس بمدى إتّباعها لمنهج معيّن، تنتظم من خلاله الدّراسات والبحوث، حيث يتحدّد منهج كلّ علم بحسب طبيعة موضوعه، وهذا ما يُسهم في دفع البحث العلمي إلى تحصيل نتائج تتسم بالوضوح والموضوعية في فهم ظاهرة معيّنة، وذلك باعتبار أنّ المنهج هو السبيل أو الطريق الذّي ينبغي على الباحث سلْكُه للكشف عن الحقيقة في مختلف مجالات العلوم، اعتمادا على خطوات منهجية منتظمة يتمُّ فيها تحقيق التّناسق بين المبادئ العقلية والتجريبية في تفسير ظاهرة ما.

إنّ الإقرار بضرورة وجود منهج علمي للوثوق بالمعرفة ليس مطلباً حديثاً فرضته التّحولات الفلسفية والعلمية منذ العصر الحديث عند الغرب، والذي نتج عنه لاحقاً تخصيص علم قائم بذاته وهو علم المناهج، و إنّما هو مطلب قديم له مرجعيته في تاريخ الفلسفة والعلم، وعلى سبيل المثال لا الحصر نجد أنّ الفلسفة اليونانية جعلت من المنطق منهج بحثها وآلة علمها، و يرجع الفضل في ذلك إلى الفلسفة المنهجية التي تبنّاها «أرسطو» (٣٨٤-٣٢٢ق.م)، في تصنيفه للعلوم برسم حدودها وفروعها و إدراك العلاقات المنطقية بينها، وفقاً لمنهج استنتاجي استنباطي كان طاغياً على نمط التفكير الفلسفي اليوناني، كفكر كان منصبّاً على البحث عن الماهية أو المبدأ الكلّي الجامع لكلّ العلوم، من علوم الطبيعة وعلوم التّعاليم وغيرها وهذا ما كان يمثّل جوهر العلم الحقيقي عند اليونان عامّة.

وبالتّالي فالمنهج الاستنباطي يعتبر من بين أهمّ وأقدم المناهج العلمية التي اعتمدها

(*) خيرة عبد العزيز، أستاذة فلسفة في جامعة حسيبة بن بوعلي - الشلف- الجزائر، وعضو في مخبر الأبعاد القيمية للتحوّلات الفكرية والسياسية بالجزائر- وهران- ضمن الفرقة الرابعة، بعنوان بحث: «الاشتغال بعلم المنطق وعلاقته بالمسائل الدّينية في المجتمع الجزائري إبّان العصر الحديث».

الفلاسفة والعلماء في البرهنة على تصوراتهم العلمية والفلسفية، لاسيما ما تعلّق منها بالبرهنة الرياضية التي مثّلت ولا تزال تمثّل نموذجًا للدقّة واليقين في الفلسفة والعلم، وانطلاقاً من ذلك سنحاول التّطرّق لتطبيق المنهج الرياضي في البرهنة على نظريات الضوء، بالكشف عن النّتائج المختلفة لهذا البحث، اعتماداً على توظيف بعض النّماذج المعرفية في حقل علم البصريات، وتبيان دور هذه التراكمية المعرفية في الكشف عن مكنونات الضّوء مرحليّا من خلال تنوّع منطلقات نظريات الضّوء.

١- طبيعة المنهج الرياضي وأهميته

يعدُّ المنهج الرياضي أحد المناهج العلمية القديمة في تاريخ الفلسفة والعلوم، فقد ألبس معظم الفلاسفة تصوراتهم لباس الرياضيات، فهذا «فيثاغورس» (٥٤٠- ٥٠٠ق.م) ردّ أصل الكون للعدد، وهذا «أفلاطون» (٤٢٧-٣٤٧ق.م) جعل من شروط دخول أكاديميته معرفة الرّياضيات، وحتّى بالنسبة للمنطق الصّوري فقد كانت الرّياضيات مصدراً له حيث يعدُّ «القياس المنطقي ليس إلاّ أحد مراحل البرهان الرّياضي أو المنهج الاستنتاجي أو الاستنباطي بمعناه العام»[١]، وبذلك فقد أصبحت الرّياضيات مع اليونان علمًا عقليّاً مجرّداً تجاوز كلّ أشكال التّفكير العملي المحسوس الذي كان طاغيّاً على الفكر الشرقي القديم، «إذْ قامت على أساس الارتباط العقلي الضروري بين قضايا بعضها وبعض تستخرج بواسطة الاستدلال المنطقي الخالص الذي لا يكاد يستعين بالتجربة إلاّ من أجل التّوضيح وتيسير الفهم فحسب»[٢]، ووجدت الرياضيات صورتها المثلى خاصّة مع « إقليدس»، وهذا ما تجلّى في كتابه «أصول الهندسة»، «فبعد أنْ كانت البراهين عند فيتاغورس غير دقيقة بدرجة كافية، أصبحنا نرى عند إقليدس عرضاً محكماً عقليّاً للبراهين الهندسية»[٣].

من هذا المنطلق فقد شكّل النسق الرياضي الإقليدي المرجعية الأولى في الفلسفة والعلم لكلّ النماذج المعرفية التي جاءت بعده، لاسيما عند مفكري الإسلام الّذين تأثّروا بهذا النموذج، ولا أدلّ على ذلك من الفيلسوف الكندي الذي ربط الفلسفة بالرياضيات في محاولته

(١) ناهد عرفة، مناهج البحث العلمي، مركز الكتاب للنشر، القاهرة، ط١، ٢٠٠٦، ص ١٢٤.
(٢) عبد الرحمان بدوي، مناهج البحث العلمي، وكالة المطبوعات، الكويت، ط٣، ١٩٧٧، ص ٢٩.
(٣) المرجع نفسه، ص ٣٠.

البرهنة على كثير من القضايا الفلسفية الميتافزيقية والطبيعية، وهو ما أكّده في أحد رسائله بقوله: «لا تنال الفلسفة إلاّ بعلم الرياضيات»[١]، وأصبح هذا تقليد لكلّ فلاسفة الإسلام، كما امتدّ هذا التأثّر بالمنهج الرياضي حتّى مع الثورة العلمية والفكرية في العصر الحديث، فنجد «ديكارت» قد أفرد للبرهان الرياضي الأهمية القصوى لاعتباره يمثّل أعلى مراتب اليقين في العلوم، بناءً على ملاحظاته الحثيثة، وهو ما جاء في قوله: «ولمّا لاحظت أنّه بين كلّ من بحثوا من قبل عن الحقيقة في العلوم، ليس إلاّ الرياضيين، هم الّذين استطاعوا أنْ يجدوا بعض البراهين، أعني بعض الحجج الوثيقة اليقينية»[٢]، ومن ثمّة فقد أصبحت يقينية البحوث العلمية تقاس بمدى استعمالها للبرهنة الرياضية في إثبات صحة نتائجها، فحتّى العلوم التجريبية لا يمكنها الاستغناء عن الرياضيات من أجل تكميم نتائجها، وكذلك توضيح وتمثيل ظواهرها هندسياً اعتمادا على أشكال هندسية كالخطوط المستقيمة والدّوائر والزّوايا...إلخ، فكلّ العلوم بلا استثناء أصبحت تتكلّم لغة الرّياضيات وتتّبع منهاجها لصياغة مضامينها المعرفية.

إنّ ما يميّز البرهان الرّياضي هو أنّه يقوم على أساس استخراج النّتائج بطريقة عقلية منطقية تهتمّ «بالبحث في الرّوابط المجرّدة الموجودة بين الموضوعات المحسوسة بصرف النّظر عن الموضوعات نفسها، وهذا ما أضفى عليها طابعاً كلّيّاً عامّاً»[٣]، كوْن أنّ المنهج الرياضي يقوم على الاستنباط العقلي المجرّد، ومقياس الصدق فيه هو اتساق المقدمات والنّتائج بعيداً عن كلّ التباس أو تناقض عقلي، وبذلك فالاستدلال الرّياضي ينطلق من قضايا أوّلية تسمّى بالمبادئ وهي البديهيات والمصادرات والتّعريفات وهي قضايا ليست نتيجة لأيّ برهان بل تُعتمد كأساس لهذا الاستدلال، ومنه «فالمصادرات المختلفة تقدّم في العلوم الرّياضية بوصفها فروضاً، ومع ذلك ينبغي ألاّ تُشبّه هذه الفروض بفروض العلوم الطّبيعية التي تخضع دائماً للتّحقّق التّجريبي، فالفروض الرّياضية هيّ الأساس الذي يبدأ من بعده التّفكير الرّياضي في القيام بمهمّة الاستنباط»[٤]، وبذلك فقد أصبحت كلّ العلوم بلا استثناء تستعين بهذا المنهج لتوخي

(١) ابن النديم، الفهرست، المطبعة الرحمانية، مصر، دط، دس، ص ٣٥٨.

(٢) ديكارت، مقال في المنهج، تر: محمود محمد الخضيري، دار الكاتب العربي للطباعة والنّشر، ط٢، القاهرة، ١٩٦٨ ص ١٣٣.

(٣) عبد الرحمان بدوي، مناهج البحث العلمي، ص ٢٩.

(٤) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، تر: فؤاد زكريا، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنّشر، الإسكندرية، دط، دس، ص ١١٥.

نوعاً من المصداقية واليقين في صياغة مضامينها المعرفية بتكميم نتائجها، وتمثيل ظواهرها تمثيلاً عقلياً هندسياً ولعلّ من أبرز العلوم التّي اتّبعت هذا النّهج علم البصريات.

٢- التوظيف الرياضي في علم البصريات:

يُعتبر علم البصريات Optique أحدّ فروع العلوم الفيزيائية، يتناول موضوع بحثه دراسة نظرية الضّوء وخواصه وظواهره وتطبيقاته، وتعدُّ من بين العلوم التّي حقّقت تطورات متلاحقة على مرّ تاريخها، وتكمن أهمية هذا العلم في ارتباطه الوثيق بعلوم أخرى كعلم الطبّ وعلم الفلك والميكانيك، من حيث أنَّ تطوُّرها مرهون بتطوّره، وسُمي بعلم المناظر نسبة إلى النّظر، حيث تمّ تداول هذه التّسمية خاصّة عند مفكري الإسلام، إذْ يعرّفه «التّهنّاوي» بأنّه «علم نتعرّف منه أحوال المبصرات في كميتها وكيفيتها، باعتبار قربها وبعدها عن المناظر واختلاف أشكالها وأوضاعها وما يتوسّط بين المناظر والمبصرات، وعلل ذلك، ومنفعته معرفة ما يُغلط فيه عن أحوال المُبصرات، ويستعان به على مساحة الأجرام البعيدة والمرايا المحرقة»(١).

وانطلاقاً من ذلك فإنّ البحث في البصريات أو المناظر هو بحث قديم لأنّ ظاهرة الضّوء كظاهرة حيوية أثارت اهتمام القدماء من فلاسفة وعلماء لما لها من جاذبية وإثارة لملامستها المباشرة للجانب الحسّي لدى الإنسان، فقد وردت تفسيرات عدّة لهذه الظاهرة ضمن نظريات فلسفية عامّة اعتنت بالبحث في ظاهرة الإبصار خاصّة، وتطوّر البحث تدريجياً إلى تناول خصائص ظاهرة الضّوء في ذاتها بمعزل عن الرؤية خاصّة عند علماء المسلمين أمثال «ابن الهيثم» وأيضاً عند علماء الغرب كما هو الحال عند نيوتن.

وفي هذا الإطار سنحاول تتبّع بعض النّماذج من بحوث البصريات تاريخياً للكشف عن دور المنهج الرّياضي في تفسير ظواهرها بواسطة الاستدلال الاستنباطي.

أولاً: التحليل الهندسي للمناظر عند اليونان:

لقد اختلفت التّفسيرات لنظريات الرؤية عند اليونان لتناول الموضوع ضمن رؤى فلسفية

(١) التهنّاوي، كشّاف اصطلاحات الفنون، المجلّد الأوّل، دار قهرمان للنّشر والتّوزيع، اسطنبول، دط، ١٩٨٤، ص٤٦.

مختلفة، إذ نجد مثلاً «فيثاغورس» قد اعتقد أنّ الإبصار يتمّ من خلال خروج ذرات تبعث من المُبْصَر إلى البصَر، فتحدث رؤية الشيء، وردّ «أفلاطون» الإبصار إلى أنّه إذا «خرجت النّار الإلهية من البصر في ضوء النّهار اتصلت بذلك النُّور الذي من نوعها، و إذا ما اتصل المثل بالمثل على هذه الكيفية اندمجا واتّحدا وتكوّن منهما «الشّعاع» الذي به يُدرك البصر المبصَر»[1]، كما فسّر «أرسطو» الإبصار بورود شيء من المُبصَر إلى البصر، وهكذا توالت التّفسيرات المختلفة حول هذه الظاهرة والتي كان يطغى عليها التفسير الميتافيزيقي الفلسفي غالباً، لكنّ ما يهمنا هنا ليس مجرّد استعراض لنظريات الرؤية، و إنّما البحث عن المنهج الذي تمّ به التوصّل إلى مثل هذه النّتائج؟ وما طبيعة التّفكير في مسائل علم المناظر؟

انطلاقاً من أنّ التفكير الفلسفي اليوناني كان تفكيراً عقليّاً مجرّداً، هذا ما جعله يتماهى مع الطريقة الاستدلالية الاستنباطية في التفكير، لاسيما ما تعلّق منها بالمنهج الرياضي الاستنباطي في تحليل الظواهر المختلفة سواء كانت ميتافزيقية أو طبيعية وحتّى الإنسانية منها، وهذا ما يبرّر التّناول الرّياضي لمسائل علم المناظر عند اليونان، وذلك لاعتبار هذا العلم من العلوم النّظرية من حيث هو فرع من علم الهندسة، لذلك فإنّ الدّراسة المنهجية في هذا المجال قد ارتبطت بالمرحلة الهلينستية، خاصّة مع إقليدس و بطليموس وهيرون، وما كان قبلها من بحوث الضّوء يبقى مجرّد آراء متناثرة ومتباينة تفتقر للمنهجية في فهم وتفسير مثل هذه الظّواهر.

وعلى هذا الأساس نجد علماء العصر السكندري و بالأخصّ علماء الرّياضيات، أو كما كانوا يسمون «بعلماء التّعاليم» قد بحثوا عن المبادئ العامّة التي تقوم عليها نظرية الضّوء وتحليلها هندسيّاً، انطلاقاً من أنّ المناظر في تصنيف العلوم عند اليونان كانت تعدّ أحد فروع الهندسة، لذلك فقد كان المنهج المناسب لدراسة موضوعها هو المنهج الرّياضي الاستنباطي.

من هذا المنطلق فقد تمركزت بحوث أصحاب التّعاليم أو «أصحاب الشّعاع» كما كان يسميهم «ابن الهيثم» حول كيفية الإبصار والكيفية التي يتمُّ بها «رؤية صور المُبصرات منعكسة عن السطوح الصقيلة كالمرايا وما إليها»[2]، وأيضاً الكيفية التي يدرك بها المبصرَات إنْ لم يكن البصر والمُبْصَر في جسم مشفّ واحد، فمثلاً لو كان الإدراك من الهواء إلى الماء، وهو

(١) مصطفى نظيف، الحسن بن الهيثم، بحوثه وكشوفه البصرية، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط١، ٢٠٠٨، ص ١٤٣.

(٢) المرجع نفسه، ص ١٤٧.

ما يعبّر عنه بالإدراك بواسطة الانعطاف، ومحاولة البرهنة على ذلك هندسيّاً من خلال تفسير كيفية الإبصار بنظرية الشعاع انطلاقاً من مقدّمات أساسية كان يُعتقد بها في معرفة الضّوء في تلك المرحلة، من خلال توهّم خروج شعاع من العين إلى الشيء المُبصَر، وعلى أنّ هذا الشّعاع يمتدّ على سموت خطوط مستقيمة بشرط ألاّ ينعكس أو ينكسر، أطرافها مجتمعة عند مركز العين، وعلى أنّ الشعاع الذي يُدرَك به شيء من المبصَرات يتخذ شكل مخروط رأسه مركز البصر وقاعدته سطح المبصَر، وبالتّالي تُبصر الأشياء فقط الدّاخلة في هذا الحيّز أي بحسب وقوع الشّعاع عليها، وكذلك عظمها وصغرها يتحدّد ببعدها أو قربها من قاعدة المخروط «فما أُبصر من زاوية عظيمة ظهر عظيماً، وما أُبصر من زاوية كثيرة ظهر كثيراً، وما أُبصر من زاوية متساوية ظهر متساوياً»[١] وبالتّالي فقد شكّل مخروط الأشعة قاعدة لنظرية رياضية في الإبصار.

إنّ علم المناظر في العصر الهلنستي قد ارتبط بشكل واضح بنظرية الإبصار خاصّة، فما له علاقة بالانعكاس والانعطاف في بحوث الضّوء فكان أساسه الشعاع المنبعث من البصر إلى الشيء المُبصر بمعنى الانعكاس والانعطاف لا يرتبط بالضّوء كوجود ذاتي مستقلّ عن نظريات الرؤية، «لذلك لم تكن مباحث علم المناظر في ذلك العهد تتضمن انعكاس ضوء الشمس مثلاً عن سطوح المرايا المختلفة أو انعطافه في الأجسام المشفة المختلفة، بل أفردت لهذه البحوث كتب أو مقالات، ولم تشملها كتب المناظر، وسميت تسمية أخرى وصارت معروفة بكتب المرايا المحرقة والكرات المحرقة»[٢].

بالرّغم من أنّ هذه البحوث في الضّوء لم تخل من أخطاء كشفت عنها الدّراسات اللاّحقة في هذا المجال، إلاّ أنّها تبقى بمثابة المحاولات الأولى في علم المناظر التي اعتمدت المنهج الرّياضي في صياغة مفاهيمها ومضامينها، بتوظيف البراهين الهندسية في إثبات نظرية الضوء بغضّ النظر عن مطابقتها للواقع أم لا.

ثانيا: الاستدلال الرياضي في علم المناظر العربي:

إنّ علم المناظر الهلينستي كان له تأثيراً مهمّا في بحوث الضوء عند علماء الرياضيات والطبيعة المسلمين، لذا فعلم المناظر العربي كان وريثاً لعلم المناظر الإقليدي والبطليمي من

(١) المرجع نفسه، ص ١٥٠.

(٢) المرجع نفسه، ص ١٤٨.

خلال تفعيل حركة النّقل والتّرجمة لهذا التراث العلمي، خاصّة مع منتصف القرن التّاسع ميلادي حيث سارت «التّرجمات العربية للنّصوص اليونانية جنباً إلى جنب مع الأبحاث الأولى المكتوبة بالعربية مباشرة في علم المناظر»[١] وقد اتّبع المترجمون والفلاسفة الأوائل تقريباً التّقليد الرّياضي الهلنستي في تناول مسائل المناظر أمثال «حنين بن إسحاق» و«قسطا بن لوقا» و«الكندي» وغيرهم في تبنّي «نظرية الشّعاع الإقليدية والبطليمية» في الإبصار، وبالرجوع إلى تصنيف العلوم عند المسلمين نجد علم المناظر يتموقع حسب أنضج تصنيف عند «الفارابي» ضمن علم التّعاليم من حيث هو علم «يفحص عمّا يفحص عنه علم الهندسة من الأشكال والأعظام والتّرتيب والأوضاع والتّساوي والتّفاضل وغير ذلك، لكنّ على أنّها في خطوط وسطوح ومجسّمات لا على الإطلاق»[٢].

في هذا السّياق نجد أنّ أعظم بحوث علم الضّوء تلك التي قام بها «ابن الهيثم» الذي بدوره استفاد من توالي الكشوفات وتراكم الدّراسات السابقة عنه في هذا المجال، والتي مهّدت له الطّريق أمام تطوير و إصلاح علم المناظر الذي أخذ معه منحاً جديداً سواء على مستوى الموضوع أو المنهج.

لقد أخضع «ابن الهيثم» بحوث علم المناظر التي كانت قبله وخاصّة منها مناظر إقليدس وبطليموس للنّقد والشّك، والدّليل ما أبرزه في كتابه «الشّكوك على بطليموس»، وهذا ما عبّر عنه بقوله: «والواجب على النّاظر في كتب العلوم، إذا كان غرضه معرفة الحقائق، أنْ يجعل نفسه خصماً لكلّ ما ينظر فيه، ويجيل فكره في متنه وفي جميع حواشيه، ويخصمه من جميع جهاته ونواحيه، و يتهم أيضاً نفسه عند خصامه فلا يتحامل عليه ولا يتسامح فيه، فإنّه إذا سلك هذه الطريقة انكشفت له الحقائق، وظهر ما عساهُ وقع في كلام من تقدّمه من التّقصير والشُّبه»[٣]، وبالفعل فقد مارس «ابن الهيثم» منهجية النّقد والتمحيص لآراء هؤلاء العلماء الذين سبقوه، غير مكتف بمجرّد التّقليد والنّقل عنهم، مناقشاً لأسس علم الضّوء القديم ووضعه

(١) راشد رشدي، موسوعة تاريخ العلوم العربية، ج٢، مركز دراسات الوحدة العربية، دط، دس، ص ص ٨٢٣-٨٢٤.

(٢) الفارابي، إحصاء العلوم، تقديم: علي بوملحم، دار مكتبة الهلال للطباعة والنّشر، بيروت، ط١، ١٩٩٦، ص ٥٤.

(٣) الحسن بن الهيثم، الشّكوك على بطليموس، تح: عبد الحميد صبرة ونبيل الشهابي، مطبعة دار الكتب المصرية، القاهرة دط، دس، ص ٤.

لأسس جديدة له، معتمداً في ذلك على منهج علمي استطاع بعبقريته الجمع بين الاستنباط والاستقراء في مزاوجة يندر مثلها، إذْ أدرك في تصنيفه للعلوم أنّ علم المناظر يندرج ضمن العلوم التّعليمية والعلوم الطّبيعية، وهذا لأنّ «الكلام في ماهية الضّوء من العلوم الطّبيعية، والكلام في كيفية إشراق الضّوء محتاج إلى العلوم التّعليمية من أجل الخطوط التي تمتدّ عليها الأضواء، وكذلك الكلام في ماهية الشُّعاع هو من العلوم الطّبيعية، والكلام في شكله وهيئته وهو من العلوم التّعليمية...فالكلام في الضّوء وفي الشّعاع وفي الشّفيف يجب أنْ يكون مركّباً من العلوم الطّبيعية والعلوم التّعليمية»[١].

لقد أدرك «ابن الهيثم» مبكّراً أنّ البحث مركّب في علم المناظر لاتصاله بالعلوم الطبيعية من جهة لتعلّق الإبصار بحاسّة العين، وبالريّاضيات من جهة الحاجة إلى التّعبير عن مسائله كمّياً وتمثيل ظواهره هندسيّاً، وبذلك فقد كان تصوره للمنهج العلمي تصوّراً شاملاً في بحوثه العلمية عامّة، وفي بحوث الضّوء خاصّة، كوْن أنّ الوصول إلى الحقّ في نظره مرهون بالتّحقّق التّجريبي والعقلي، إذْ تكون النّتائج المتوصّل إليها سواء عبر القياس المنطقي أو الرّياضي متسقة مع المقدّمات المنطلق منها فحسب، بل يجب أنْ تتوافق مع الواقع الموجود بالفعل، وبذلك فالمنهج عنده «هو طريقة عقلية لتقدير وتقسيم العلوم المختلفة من خلال قواعد تهيمن على سير العقل وتحدّد عملياته حتّى يصل إلى نتيجة معلومة، والعقل يناصره الحسّ والحسّ يخدم العقل، وهو بهذا يقترب من فلسفة العلوم»[٢].

واعتباراً من أنّ «ابن الهيثم» كان عالماً رياضيّاً فقد وظّف المنهج الرّياضي في البرهنة على كثير من نظرياته في علم الضّوء، من خلال دحضه لحجّة «أصحاب الشُّعاع» في الإبصار، انطلاقا من اعتقاده أنّ العين تُبصر بواسطة انبعاث أشعّة من الجسم المُبصَر إلى العين وليس العكس، لأنّه لو كان كذلك لتمّت الرؤية في اللّيل.

في هذا النّطاق تمّ تفسير بحوث الضّوء من خلال تمثيلها هندسيّاً لتوضيح معانيها المجرّدة، منْ ذلك اكتشاف أنّ الضّوء يسير في سموت خطوط مستقيمة كخطوط متوهمة غير محسوسة،

(١) ابن الهيثم، رسالة في الضّوء، تح: أحمد فؤاد باشا، دار الكتب والوثائق القومية، القاهرة، دط، ٢٠١٤، ص ١٢٥.

(٢) دولت عبد الرّحيم، الاتجاه العلمي والفلسفي عند ابن الهيثم، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة، ١٩٩٥، ص ٥٧.

إذْ لم تتعلّق دراسة الضّوء عند ابن الهيثم بعملية الإبصار فقط، و إنّما دراسته كانت تبحث بشكل عام في الضّوء كجسم مادي مستقلّ عن الإبصار كوجود ذاتي.

إنْ كان «ابن الهيثم» قد انتهج في بحوثه العلمية الانطلاق من استقراء الموجودات ودراسة جزئيتها للوصول إلى القانون العام الذي يحكمها، واعتماد الاستدلال الرّياضي الاستنباطي الذّي يعتمد بدوره على عملية التّعميم بالانتقال من صدق قضية إلى حالة جزئية، وتأكيد صدقها في جميع الحالات التي من نفس النّوع، من خلال وضع فروض عقلية يُتحقّق منها عن طريق «الإثبات بالاعتبار»، وعلى سبيل المثال لا الحصر ملاحظة سرعة الضّوء وتغيُّرها حسب الوسط الذي يمرّ به، فينتج عن ذلك أنّ الضوء يكون أسرع في المشفّ الألطف منه في المشفّ الأغلظ، مثل الهواء والماء والأجسام الصقيلة، وتمثيل كيفية انعكاس الضّوء وانعطافه هندسيًّا حسب نموذج ميكانيكي، بتحديد زوايا السّقوط والانعطاف بحسب طبيعة السطح العاكس، بافتراض حالات عدّة من مستوي، مخروط، محدّب، مقعّر، أسطواني و إلى ذلك، وهذا ما تبلور من خلال «مسألة الهازن» التي اشتهر بها «ابن الهيثم» عند الغرب والتي تفيد أنّه «إذا فرضت نقطتان حيثما اتفقا أمام سطح عاكس، فكيف تُعيّن على هذا السّطح نقطة بحيث يكون الخطّ الواصل منها إلى إحدى النّقطتين المفروضتين بمثابة شعاع ساقط، والواصل منها إلى الأخرى بمثابة شعاع منعكس»[١].

والملاحظ أنّ «ابن الهيثم» قد سبق علماء الغرب باستعمال المنهج الفرضي الاستنباطي الذي يعدّ من أهمّ المناهج العلمية المعاصرة، ومن ثمّة فقد استطاع أنْ يؤسّس لمبادئ علم الضّوء استعانة بهذا المنهج وهو ما مهد الطريق لاحقاً لاكتشاف القوانين التي تحكم الانعطاف والتّعبير عنها بمعادلات رياضية وبالتّالي فقد أصبح علم المناظر مع «ابن الهيثم» استقرائيّاً في الوقت الذي لم يقطع علاقته مع الرّياضيات «وهكذا نرى أنّ كشف القوانين يتطلّب ثقة مطلقة في معقولية الطّبيعة وفي إخلاصها للقوانين وفي خضوعها للرياضيات بمعنى ما»[٢]، وهذا ما يضفي عليها نوعاً من اليقين والدّقة في صياغة مضامينها وبذلك فقد استطاع العلم العربي في مجال البصريات أنْ يُحقّق سبقاً على مستوى الموضوع والمنهج ودلالة ذلك أثره في بحوث الضّوء عند علماء الغرب في العصر الحديث.

(١) ابن الهيثم، رسائل المكان والضّوء وأضواء الكواكب، تح : أحمد فؤاد باشا، ص ص ٧٥-٧٦.
(٢) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، ص ١٧٦.

ثالثا: منهج الطّبيعة الرياضية في علم البصريات عند علماء الغرب:

لقد استمرّت بحوث الضّوء عند الغرب حديثاً ومعاصرًا، وحقّقت تطوُّراً مذهلاً في جانبيها النظري الرّياضي والتّقني بفضل استعمال مناهج علمية متعدّدة استقرائية ورياضية، كما استفادت من التراث العلمي اليوناني والإسلامي في هذا المجال، «وتبرز هذه الاستمرارية مدهشة بشكل خاصّ في الفترة ما بين زمن «ابن الهيثم» في القرن الحادي عشر وزمن جوهانس كبلر في القرن السابع عشر ميلادي، إذْ شهد تطورات مهمّة ومثيرة للاهتمام بالنظرية البصرية خلال هذه الفترة»[١].

وبما أنّ العصر الحديث هو عصر المنهج بامتياز، فإنّ أهمّ ما ميّزه هو التوجّه إلى انتهاج الاستقراء في بحوث العلوم المختلفة خاصّة منها الفيزيائية والكيميائية من خلال انتقاد المناهج العقلية كمنهج القياس الصّوري الذي كان مهيمناً على الفكر الفلسفي والعلمي السكولائي، والتّأسيس لأرغانون جديد مع «فرنسيس بيكون»، لكنّ وبالرّغم من هذا التحوّل المعرفي إلاّ أنّ منهاج الرّياضيات بقي ملازماً للعلوم كافّة، من حيث اعتبار الرّياضيات هي «الأداة العقلية للفلسفة الطّبيعية»[٢]، وهذا ما أدركه مبكّراً «روبرت غروستست» Robert Grosseteste (١١٦٨- ١٢٥٣) في تأثّره بالبصريات الهندسية عند «إقليدس» و«الكندي» لذا اقترح «بياناً لمصلحة الهندسة للطبيعة من خلال الصيغة الهندسية للضّوء والأشكال الأخرى من الإشعاعات حيث يقول: من الآن وصاعداً يجب التّعبير عن جميع علل الظّواهر الطّبيعية بواسطة خطوط وزوايا وأشكال، لأنّه يستحيل تفسيرها بشكل آخر»[٣]، وهذا فيه دلالة على احتلال الرّياضيات المكانة العليا في البحث العلمي لدى فلاسفة وعلماء الغرب ابتداء من «ديكارت» الذي رأى في البرهنة الرّياضية الدقّة والوثوق بالنّسبة لجميع العلوم، معتمداً في ذلك على الهندسة التّحليلية في تفسير قضاياه المختلفة بقوله: «وجب عليّا أنْ أفسّرها برموز أكثر ما تكون إيجازا، وبهذه الوسيلة استعير خير ما في التّحليل الهندسي والجبر وأصحّح كلّ عيوب أحدها بالآخر»[٤].

---

(١) راشد رشدي، موسوعة تاريخ العلوم العربية، ج٢، ص ٩١١.
(٢) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، ص ٩٤.
(٣) راشد رشدي، موسوعة تاريخ العلوم العربية، ج٢، ص ٩١٦.
(٤) ديكارت، مقال في المنهج، ص ١٣٤.

وبالتّالي فالرّياضيات بقيت ملازمة بواسطة منهجها لبحوث الضّوء في العصر الحديث والمعاصر بالرّغم من أنّ علم البصريات أصبح مندرج ضمن فروع الفيزياء، أو ما يسمى بالبصريات الفيزيائية، إلاّ أنّ التحليل الهندسي والتّفسير الكمّي لظواهره بقي لغة التّعبير عن مسائله في مستواها المعقول والمجرّد حيث أصبحت دراسة الطّبيعة تخضع لما يسمى بمنهج الطّبيعة الرّياضية الذي نصفه رياضي ونصفه تجريبي «فهو رياضي من حيث أنّه يستبدل بالواقعة المشاهدة واقعة ذات صورة رياضية، ويدخل هذه الواقعة في صيغة رياضية هيّ الدّالة، وهو تجريبي من حيث إنّه يبدأ بمشاهدة أمر ما، أي بادراك حسّي تدخّل فيه الذّهن على نطاق واسع حقًّا، ولكنّه إدراك حسّي على أيّة حال»[١].

من هذا المنطلق فظاهرة الضّوء بالرّغم من أنّها ظاهرة حيوية حسّية إلاّ أنّ محاولة فهم كيفية حدوثها يتطلّب البرهنة الرّياضية على الجانب المعقول منها، إذْ نجد أنّ المنهج في العلوم الطّبيعية ذاته ينطلق من خطوة مهمّة جدّاً وخصبة ممثّلة في «الفرض» كمبدأ عقلي تُفسّر من خلاله الظّاهرة تفسيراً مؤقّتاً، وهذا ما يجعله يشترك مع المنهج في العلوم الرّياضية الذي ينطلق أيضاً من الفرض، والفرق بينهما «هو أنّ الفرض يكفي للتّحقّق من صدق النّتائج في الرّياضة وحدها، ولكنّه هوّ الذي يقوم بالتّفسير في كلّ هذه العلوم»[٢]، وانطلاقاً من اعتماد الفرض كمبدأ معقول في العلوم الطّبيعية، هذا ساهم بدوره في تطوير بحوث الضّوء والكشف عن فرضيات جديدة قابلة للتحقّق والبرهنة، وفي خضمّ ذلك برزت فرضيتن لتفسير طبيعة الضّوء، وهذا ما عبّرت عنه النّظرية الجُسيْمية والنّظرية التموُّجية.

فالأولى مثّلها «نيوتن» بتحليله لطبيعة الضوء من خلال النّموذج الجُسيْمي، بانتقاده لنظريات الضّوء السّابقة عنه ذات التّحليل الهندسي لهذه الظّاهرة، انطلاقاً من نظريته الاستقرائية التي ارتكز فيها على التجارب والاختبارات، باعتقاده أنّ الضّوء هو عبارة عن جسيمات، إذْ أصبح معه مفهوم الجُسيْم مساوياً لمفهوم الشّعاع، وهذا ما له دلالة على أنّ نموذجه هذا ليس تجريبيّاً محضاً، فهو قد احتاج إلى التّمثيل الكمّي الهندسي أيضاً للتعبير عن الطبيعة المعقولة للضّوء، وهذا ما أورده بقوله: «أعني بأشعّة الضّوء أصغر أجزائه المتتالية على

(١) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، ص ص ١٧٩- ١٨٠.
(٢) المرجع نفسه، ص ١٨١.

الخطـوط ذاتها والمتقاربة منهـا على خطوط مختلفة، فمن البديهـي أنّ الضّوء يتألّف من أجزاء متتالية وأخرى متقاربة»[١].

واسـتطاع نيوتن من خلال استخدامه الموشُور الكشف على أنّ الضّوء الأبيض مؤلّف من كلّ الألـوان وكون أنّ الضّوء يتألّف من جسـيمات فهو ينتقل في خطوط مسـتقيمة من خلال الفراغ، «وفي هذا الفرض يفسّر انكسـار الضّوء عندما ينتقل من الهواء إلى الماء بالجاذبية التي يمارسـها الماء، بحيث يكون انتقال الضّوء في المـاء أسرع»[٢]، وقدّ ميّز الضّوء إلى صنفين ضوء متجانـس ومركّب، وعـلى إثر ذلك تعـرّض لظاهرتي الانعكاس والانكسـار فيهـما «فالضّوء المتجانس هو الضّوء الذي تكون قابلية أشعته متساوية والضّوء المركّب هو الذي تكون قابلية انكسـار جزء من أشعته أكبر من قابلية انكسـار جزء آخر»[٣]، كما يبدو أنّ هذه النّتائج قد توصّل إليها نيوتن عبر ملاحظات وتجارب، ولكن بناء على عدّة فرضيات، وبذلك فقد اسـتطاع اعتماد منهج علمي في بحوثه حول الضوء جمع فيه الاستقراء بالاستنباط الرّياضي.

أمّا الفرض الثاني والمتمثّل في النّظرية الموجية التي اعتبرت أنّ الضّوء يتكوّن من موجات، وهـذا ما أقرّه عـالم الفيزياء الهولندي «هويغنز Huyghens من حيـث أنّ «الضّوء هو انتقال اهتـزازات في الأثـير، دون أنْ يصحبـه انتقال مادّة، وفي هذا الفرض يكون الانكسـار نفسـه راجعاً إلى تعطيل ناتج عن الماء، فيسـير الضّوء في الماء أبْطأ ممّا يسـير في الهواء»[٤]، حيث يمثّل هذا الأثير الذي تنتقل فيه هذه الاهتزازات وجوداً مجرّداً يعبّر عنه رياضيّاً وهندسيّاً، إذْ ظاهرتي الانعكاس والانكسار تُفسّر من خلال «انتشار التّموجات في الأجسام الصّلبة والسّائلة، فذلك راجـع إلى أنّ الأجسـام الصلبة تتضمّن بنية مجزّأة، بما أنّ الضّـوء والجاذبية ودوّمات المغناطيس تستطيع اختراقها. فالأجسام الصّلبة تتضمّن بالإضافة إلى الأجزاء الصلبة مادّة أثيرية وكثافتها متصلة بما تتضمنه من أجزاء صلبة ورخوة. فالأجزاء الصّلبة مسـؤولة عن الانعكاس والرخوة تمنع الشفافية»[٥].

(١) نيوتن، رسالة في البصريات، ج١، نقلاً عن رضا عزّوز، مساهمة ابن الهيثم في بناء علم البصريات، ص ١٠٠.
(٢) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، ص ١٧٨.
(٣) رضا عزّوز، مساهمة ابن الهيثم في بناء علم البصريات، دار المعرفة للنّشر، تونس، ط١، ٢٠٠٤، ص ١٠١.
(٤) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، ص ١٧٨.
(٥) رضا عزوز، مساهمة ابن الهيثم في بناء علم البصريات، ص ص ١١١-١١٢.

ومنه فإنّ سرعة شعاع الضّوء المنكسر تقاس بنوع الوسط وكثافته، فهو أسرع في الهواء منه في الماء أو البلّور، وانطلاقاً من ذلك فإنّ التفسير الهندسي لهذه الظّاهرة مكّن من تفادي كثير من أخطاء الحواس التي كثيراً ما توهمنا بمظاهر لا تعبّر عن الحقيقة في الواقع، وتواصلت بحوث الضّوء بمناقشة هاتين الفرضيتين حول طبيعة الضّوء، هل هي جُسيمية أم تموُّجية؟ واستطاع العلماء الكشف عن مزيد من الحقائق في هذا المجال من خلال اعتماد المنهج الاستقرائي الذي يحتاج دائماً إلى البرهنة العقلية الرّياضية لتوضيح المعاني المجرّدة لنظرياته.

خاتمة

إنّ غاية البحث العلمي في مجال العلوم المختلفة هو الكشف عن الحقائق الكامنة فيها، ولا يتأتّى ذلك إلاّ من خلال امتلاك منهج علمي يتناسب وطبيعة موضوعاتها، ولعلّ علم البصريات الذي يعدُّ من بين العلوم الفيزيائية استطاع أن يقطع أشواطاً من التّطور والإبداع من خلال الكُشوفات المتوالية التي كشفت عن الكثير من أسرار الضّوء منذ إقليدس وبطليموس فابن الهيثم، وصولاً إلى علماء الغرب المحدثين والمعاصرين، إذْ تمكّن هؤلاء العلماء من التّنسيق بين البحث الفيزيائي والبحث الهندسي الرّياضي في محاولة فكّ شفرة كثير من مسائل الضّوء.

ولعلّ المقاربة الرّياضية في فهم وتفسير ظواهر الضّوء قد أثرت هذا المجال بفرضيات عدّة مثّلت المنطلقات أو المقدّمات التي يترتب عنها نتائج لازمة، يتمّ استنباطها وفقاً لقواعد استدلالية منطقية، من خلال البحث في الرّوابط المجرّدة بين الموضوعات المحسوسة بغضّ النظر عن الموضوعات ذاتها واستغلال التجربة أحياناً من باب تقريب الفهم وتيسيره، لذا فإنّ الاعتماد على المنهج الرياضي الفرضي قد أثرى حقل البصريات بنظريات عدّة من نظريات الشعاع، فالنّماذج الجُسيمية والموجية إلى البحث عن القابلية للمزاوجة بين هذين التّصورين، ولا تزال البحوث مستمرّة في هذا المجال للكشف عن القانون الذي يحكمها الذي بدورة يمثّل الصيغة الرّياضية التي يتمّ بها فهم الظاهرة والتّعبير عن معقولية الطّبيعة فيها.

مصادر ومراجع البحث

١- عبد الرحمان بدوي، مناهج البحث العلمي، وكالة المطبوعات، الكويت، ط٣، ١٩٧٧.

٢- ابن النديم، الفهرست، المطبعة الرحمانية، مصر، دط، دس.

٣- ديكارت، مقال في المنهج، تر: محمود محمد الخضيري، دار الكاتب العربي للطباعة والنّشر، ط٢ القاهرة، ١٩٦٨.

٤- بول موي، المنطق وفلسفة العلوم، تر: فؤاد زكريا، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنّشر، الإسكندرية، دط دس.

٥- ناهد عرفة، مناهج البحث العلمي، مركز الكتاب للنشر، القاهرة، ط١، ٢٠٠٦.

٦- التهنّاوي، كشّاف اصطلاحات الفنون، المجلّد الأوّل، دار قهرمان للنّشر والتّوزيع، اسطنبول، دط ١٩٨٤.

٧- مصطفى نظيف، الحسن بن الهيثم، بحوثه وكشوفه البصرية، مركز دراسات الوحدة العربية بيروت ط١، ٢٠٠٨.

٨- راشد رشدي، موسوعة تاريخ العلوم العربية، ج٢، مركز دراسات الوحدة العربية، دط، دس.

٩- الفارابي، إحصاء العلوم، تقديم: علي بوملحم، دار مكتبة الهلال للطباعة والنّشر، بيروت، ط١ ١٩٩٦.

١٠- الحسن بن الهيثم، الشّكوك على بطليموس، تح: عبد الحميد صبرة ونبيل الشهابي، مطبعة دار الكتب المصرية القاهرة، دط، دس.

١١- دولت عبد الرّحيم، الاتجاه العلمي والفلسفي عند ابن الهيثم، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة ١٩٩٥.

١٢- ابن الهيثم، رسالة في الضّوء، تح: أحمد فؤاد باشا، دار الكتب والوثائق القومية، القاهرة، دط ٢٠١٤.

١٣- رضا عزّوز، مساهمة ابن الهيثم في بناء علم البصريات، دار المعرفة للنّشر، تونس، ط١، ٢٠٠٤.