



University of Tehran
Faculty of Theology and Islamic Studies

Iranian Journal for the History of Islamic Civilization

Print ISSN: 2228 - 7906

Online ISSN: 2645 - 5110

Ibn al-Haytham and the Redefinition of Induction in the Natural Sciences: From Aristotelian Syllogism to Empirical Demonstration

Naeem Sherafat¹ , Zahra Qomi Ovili²

1. Corresponding Author, Assistant Professor, Department of History and Civilization of Islamic Nations, Faculty of Islamic Sciences and Research, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran (n.sherafat@isr.ikiu.ac.ir)

2. M.A. Student in History and Civilization of Islamic Nations, Department of History and Civilization of Islamic Nations, Faculty of Islamic Sciences and Research, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran (zahra.ghomi80@edu.ikiu.ac.ir)

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 29 July 2026
Received in revised form:
28 August 2026
Accepted: 14 September 2026
Published online: 21 October 2026

Keywords:

*Aristotle,
Ibn al-Haytham,
Validation,
Demonstration,
Induction,
empirical testing,
natural philosophy,
history of science*

ABSTRACT

This article employs a descriptive-analytical method and a comparative approach to examine the epistemological models of Aristotle and Ibn al-Haytham, focusing on the concept of scientific knowledge, the role of observation and experience, and the relationship between induction and demonstration. The central question is how these two models differ in organizing the production and validation of scientific knowledge. The findings show that this difference cannot be reduced to a simple opposition between syllogistic reasoning and experience. In Aristotle's model, observation and experience provide the starting point of knowledge, while scientific validity is ultimately established through the formation of universals, causal explanation, and syllogistic demonstration. By contrast, Ibn al-Haytham redefines the role of experience by incorporating empirical testing into the evaluation and validation of theoretical claims. His concept of validation connects observation, experimentation, mathematical analysis, and demonstration, allowing results to be critically examined and reassessed. Analysis of Ibn al-Haytham's optical works further shows that he distinguished between investigating the nature of a phenomenon and analyzing its measurable relations. Accordingly, he employed observation, experimentation, mathematical analysis, and demonstration in line with the epistemic structure of the problem under investigation. The article argues that Ibn al-Haytham's principal innovation was not the rejection of the demonstrative tradition, but the reconstruction of the relationship among observation, experience, and demonstration and, consequently, a transformation of the criteria for validating scientific knowledge.

Cite this article: Sherafat, N. & Qomi Ovili, Z. (2026). Ibn al-Haytham and the Redefinition of Induction in the Natural Sciences: From Aristotelian Syllogism to Empirical Demonstration. *Iranian Journal for the History of Islamic Civilization*, 59(1), 193-216. DOI: 10.22059/jhic.2026.419642.654670



© The Author(s).
DOI: 10.22059/jhic.2026.419642.654670

Publisher: University of Tehran Press.

ابن هیثم و بازتعریف استقراء در علوم طبیعی: گذار از قیاس ارسطویی به برهان تجربی

نعیم شرافت^۱✉، زهرا قمی اویلی^۲

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه تاریخ و تمدن ملل اسلامی، دانشکده علوم و تحقیقات اسلامی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. رایانامه: n.sherafat@isr.ikiu.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تاریخ و تمدن ملل اسلامی، دانشکده علوم و تحقیقات اسلامی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. رایانامه: zahra.ghomi80@edu.ikiu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۰۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۲۹ کلید واژه‌ها: ارسطو، ابن هیثم، اعتبار، برهان، استقراء، تجربه، فلسفه طبیعی، تاریخ علم	این مقاله با رویکرد توصیفی - تحلیلی و روش تطبیقی، الگوی معرفت‌شناختی ارسطو و ابن هیثم را با تمرکز بر مفهوم علم، جایگاه مشاهده و تجربه و نسبت استقراء و برهان بررسی می‌کند. پرسش اصلی پژوهش این است که تفاوت این دو الگو در سازمان‌دهی فرآیند تولید و اعتبار معرفت علمی چیست. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تفاوت ارسطو و ابن هیثم را نمی‌توان به تقابل ساده میان قیاس و تجربه فروکاست؛ زیرا مشاهده و استقراء در اندیشه ارسطو و برهان و تحلیل عقلی در آثار ابن هیثم نیز جایگاهی اساسی دارند. در الگوی ارسطویی، مشاهده و تجربه نقطه آغاز معرفت‌اند، اما اعتبار نهایی علم از سازمان‌یافتن داده‌های حسی در قالب کلیات، برهان و تبیین علی حاصل می‌شود. در مقابل، ابن هیثم با بازتعریف جایگاه تجربه، آن را از مرحله‌ای مقدماتی در تولید معرفت به بخشی از فرآیند ارزیابی و اعتباربخشی نظریه تبدیل می‌کند. مفهوم «اعتبار» در آثار او، پیوندی میان مشاهده، آزمون، تحلیل ریاضی و برهان برقرار می‌سازد و امکان بازبینی نتایج را فراهم می‌کند. بررسی آثار نورشناختی ابن هیثم نشان می‌دهد که او میان شناخت ماهیت پدیده و تحلیل روابط قلیل‌لندازه‌گیری آن تمایز می‌گذاشت و متناسب با ساختار و امکان‌های شناختی موضوع، از مشاهده، آزمون، تحلیل ریاضی و برهان بهره می‌گرفت. بر این اساس، نوآوری اصلی ابن هیثم نه کنار گذاشتن سنت برهانی، بلکه بازسازی نسبت میان مشاهده، تجربه و برهان و تغییر در معیار اعتبار معرفت علمی بود؛ تحولی که جایگاه او را در تاریخ تحول عقلانیت علمی برجسته می‌سازد.

استناد: شرافت، نعیم و قمی اویلی، زهرا (۱۴۰۵). ابن هیثم و بازتعریف استقراء در علوم طبیعی: گذار از قیاس ارسطویی به برهان تجربی. *پژوهشنامه تاریخ تمدن اسلامی*، ۵۹(۱)، ۱۹۳-۲۱۶.
DOI: 10.22059/jhic.2026.419642.654670



© نویسندگان.

DOI: 10.22059/jhic.2026.419642.654670

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

تاریخ علم را می‌توان تاریخ تعامل دو الگوی بنیادین معرفت دانست: از یک‌سو الگوی «قیاسی - برهانی» که از اصول کلی و ضروری آغاز می‌کند و با حفظ ضرورت منطقی به نتایج جزئی می‌رسد و از سوی دیگر الگوی «استقرایی - تجربی» که از مشاهده جهان محسوس آغاز کرده و از طریق آزمون و تعمیم، به قواعد کلی دست می‌یابد. در سنت فلسفی یونان، به‌ویژه در دستگاه منطقی ارسطو، الگوی نخست در تعریف علم یقینی و برهانی، جایگاهی برتر از استقراء داشت. ارسطو در *تحلیلات ثانی*، علم برهانی را دانشی می‌داند که بر مقدماتی «صادق، اولی، بی‌واسطه، شناخته‌تر از نتیجه، مقدم بر نتیجه و علت نتیجه» استوار باشد (Aristotle, 1994, 71b20-25). از این‌رو، قیاس نه صرفاً ابزاری برای استدلال، بلکه صورت منطقی حقیقت علمی تلقی می‌شد.

در مقابل، استقراء در معرفت‌شناسی ارسطویی جایگاهی فرودست داشت. هرچند استقراء آغازگاه شناخت و راهی برای دستیابی به کلیات بود، اما به دلیل حرکت از جزئی به کلی، فاقد ضرورت منطقی و یقین برهانی تلقی می‌شد (Aristotle, 1989, 68b15-30). در نتیجه، داده‌های تجربی تنها زمانی اعتبار علمی می‌یافتند که در قالب برهان قیاسی سازمان یابند. این تفاوت «معیار برهان» و «شیوه پژوهش در علوم ریاضی آمیخته»، مسئله‌ای روش‌شناختی ایجاد می‌کرد: چگونه می‌توان یافته‌هایی را که از مشاهده و اندازه‌گیری به دست می‌آیند، در چارچوب معرفت یقینی و برهانی جای داد؟ این مسئله به‌ویژه از آنجا اهمیت می‌یافت که مقدمات حاصل از مشاهده، به‌خودی‌خود نمی‌توانستند معیارهای یقین و تبیین علمی موردنظر ارسطو را تأمین کنند.

این مسئله در تاریخ اپتیک نیز به خوبی قابل مشاهده است؛ جایی که سنت‌های مختلف یونانی، از جمله نظریه‌های مبتنی بر مکتب پرتو رویت هندسی و تبیین‌های مبتنی بر ورود تأثیر یا صورت محسوس به چشم، درصدد توضیح پدیده بینایی بودند. بدین ترتیب، سنت ارسطویی با وجود تأکید نظری بر برهان قیاسی، در عمل ناگزیر به بهره‌گیری از دانشی متکی بر مشاهده بود، بی‌آنکه بتواند جایگاه معرفت‌شناختی آن را به‌طور کامل تبیین کند.

در چنین بستری، ابن‌هیثم (۳۵۴-۴۳۰ ق) نقطه عطفی در تاریخ روش علمی به شمار می‌آید. اهمیت او تنها در اصلاح نظریه نور و رد فرضیه خروج شعاع از چشم نیست، بلکه در بازتعریف نسبت میان تجربه و برهان و تغییر جایگاه معرفت‌شناختی مشاهده و استقراء در تبیین ریاضی پدیده‌های طبیعی است. او در *المناظر و رساله‌های اپتیکی* خود، به‌ویژه *الهاله* و *قوس قزح*، نشان داد که شناخت پدیده‌های طبیعی از رهگذر ترکیب مشاهده نظام‌مند، آزمایش کنترل‌شده، تحلیل ریاضی و استدلال منطقی حاصل می‌شود. وی تصریح می‌کند که در مطالعه پدیده‌هایی چون رنگین‌کمان باید «نظر طبیعی» و «نظر تعلیمی» با

یکدیگر ترکیب شوند (ابن هیثم، ۱۳۵۴ق: ۱). بدین ترتیب، وی نسبت تازه‌ای میان طبیعیات و علوم ریاضی برقرار کرد و امکان صورت‌بندی ریاضی پدیده‌های طبیعی را گسترش داد. بر این اساس، پرسش اصلی مقاله این است که ابن هیثم چگونه نسبت میان مشاهده، استقراء، اعتبار، برهان و تحلیل ریاضی را در مطالعه طبیعت صورت‌بندی می‌کند و این صورت‌بندی چه تفاوتی با الگوی برهانی ارسطو دارد؟ فرضیه مقاله آن است که در روش ابن هیثم، استقراء صرفاً مرحله‌ای مقدماتی برای دستیابی به کلیات نیست، بلکه در پیوند با مشاهده و تحلیل ریاضی در فرآیند اعتباربخشی به گزاره‌های علمی نقش دارد. بررسی این نسبت می‌تواند به فهم دقیق‌تر جایگاه تجربه در ساختار علم طبیعی ابن هیثم کمک کند.

رویکرد تحقیق، تحلیلی - تطبیقی است. ابتدا ساختار معرفت‌شناختی علم در دستگاه ارسطویی و جایگاه استقراء در آن بررسی می‌شود؛ سپس با تحلیل المناظر و شواهدی از دیگر رساله‌های ابن هیثم، نحوه پیوند مشاهده، اعتبار، استقراء و برهان بررسی خواهد شد. در نهایت، یافته‌های دو بخش با یکدیگر مقایسه می‌شوند تا تفاوت‌های روش‌شناختی دو الگو و سهم ابن هیثم در بازتعریف رابطه تجربه و برهان روشن شود.

پیشینه پژوهش

لوید در بررسی «نظریه و کاربرست برهان در ارسطو» نشان می‌دهد که یکی از مسائل مهم در مطالعات ارسطویی، نسبت میان نظریه علم در تحلیلات ثانی و نحوه به‌کارگیری برهان در آثار طبیعی اوست. وی با اشاره به ناهماهنگی‌های موجود میان این دو سطح، دو رویکرد «وحدت‌گرا» و «تفکیک‌گرا» را در تفسیر روش‌شناسی ارسطو از یکدیگر متمایز می‌کند (Lloyd, 1996: 7). مطالعاتی مانند پژوهش‌های کربولیر و پلگرین نیز با بررسی روش علمی ارسطو، نقش مشاهده، استقراء و قیاس را در فلسفه طبیعی او تحلیل کرده‌اند. حاصل این مطالعات نشان می‌دهد که در الگوی ارسطویی، مشاهده و استقراء در شکل‌گیری معرفت نقش دارند، اما اعتبار علم در نهایت به ساختار برهانی و مبادی نخستین آن وابسته است.

در زمینه ابن هیثم نیز پژوهش‌های رشدی راشد، عبدالحمید صبره، دیوید سی لیندبرگ، مصطفی نظلیف‌بک و جورج صلیبا، و همچنین شرح کمال‌الدین فارسی بر المناظر، ابعاد مختلف روش و دستاوردهای علمی او را بررسی کرده‌اند. این مطالعات نشان می‌دهند که پژوهش ابن هیثم درباره نور و بینایی بر تعامل میان مشاهده، آزمون، اندازه‌گیری و تحلیل هندسی استوار است. از این منظر، اهمیت روش او را نمی‌توان صرفاً در افزودن تجربه به یک روش قیاسی جست‌وجو کرد؛ مسئله مهم‌تر، نحوه قرار گرفتن داده‌های مشاهده‌ای در فرآیند صورت‌بندی و ارزیابی تبیین‌های ریاضی پدیده‌های طبیعی است.

با وجود این مطالعات، به نظر می‌رسد نسبت میان برهان، اعتبار، مشاهده و تحلیل ریاضی در روش ابن‌هیثم، به‌ویژه در مقایسه مستقیم با ساختار معرفت‌شناختی علم ارسطویی، نیازمند بررسی بیشتری است. پژوهش‌های موجود عمدتاً یا به تحلیل مبانی برهان و فلسفه طبیعی ارسطو پرداخته‌اند یا روش ابن‌هیثم را در بستر تحول اپتیک و علوم ریاضی بررسی کرده‌اند. مقاله حاضر با قرار دادن این دو الگو در یک چارچوب تطبیقی، می‌کوشد نشان دهد که تفاوت اصلی آنها نه در وجود یا عدم وجود مشاهده و تجربه، بلکه در نحوه تبدیل داده‌های حاصل از مشاهده به گزاره‌های معتبر درباره طبیعت و نسبت این فرآیند با تبیین ریاضی و برهان است. از این منظر، نوآوری پژوهش حاضر در ادعای ظهور ناگهانی «روش تجربی» نزد ابن‌هیثم نیست، بلکه در تحلیل دگرگونی کارکرد معرفت‌شناختی تجربه و جایگاه آن در ساختار برهانی علم طبیعی است.

ارسطو و ساختار قیاس‌محور علم

الف) تقدم قیاس بر استقراء در معرفت‌شناسی ارسطو

نقطه آغاز هر پژوهش درباره نسبت استقراء و برهان در سنت اسلامی، ناگزیر بازگشت به دستگاه معرفت‌شناختی ارسطو است؛ دستگاهی که برای قرن‌ها چارچوب مسلط فهم علم، یقین و تبیین علی در جهان یونانی و سپس اسلامی به شمار می‌رفت. در نظام منطقی ارسطو، «علم» صرفاً انباشتی از گزاره‌های صادق یا مشاهدات تجربی نیست، بلکه معرفتی یقینی و تبیینی است که از طریق برهان حاصل می‌شود. ارسطو در تحلیلات ثانی تصریح می‌کند که علم برهانی زمانی تحقق می‌یابد که بر مقدماتی «صادق، اولی، بی‌واسطه، شناخته‌تر از نتیجه، مقدم بر نتیجه و علت نتیجه» استوار باشد (Aristotle, 1994, 71b20–25). این تعریف، به روشنی نشان می‌دهد که در نظر او، علم حقیقی تنها از راه قیاس ممکن است؛ زیرا قیاس با حفظ رابطه ضروری میان علت و معلول، یقین برهانی را تضمین می‌کند.

در این چارچوب، قیاس نه صرفاً یک ابزار صوری استدلال، بلکه صورت منطقی حقیقت علمی است. ارسطو در *تحلیلات اولی*، قیاس را استدلالی می‌داند که در آن، از مقدماتی معین، نتیجه‌ای به ضرورت حاصل می‌شود (Aristotle, 1989, 24b18–20). این ضرورت، علم را از گمان و تجربه روزمره متمایز می‌کند؛ از این رو، برهان علمی نزد ارسطو اساساً برهان لمّی است که چرایی پدیده را از طریق حرکت از علت به معلول تبیین می‌کند.

این تلقی از علم، مستقیماً جایگاه استقراء را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ارسطو اگرچه استقراء^۱ را به عنوان راهی برای دستیابی اولیه به کلیات می‌پذیرد، اما هرگز آن را هم‌تراز قیاس قرار نمی‌دهد. استقراء از مشاهده موارد جزئی آغاز می‌شود و ذهن را به سوی کلیات هدایت می‌کند، اما این حرکت از جزئی به کلی فاقد ضرورت منطقی است و بنابراین نمی‌تواند به تنهایی منشأ یقین برهانی باشد (ibid, 68b15–30). کلیات حاصل از استقراء زمانی ارزش علمی می‌یابند که در قالب نظامی قیاسی سازمان یابند و به مثابه علت نتایج عمل کنند (Aristotle, 1994, 72a1–5).

این تقدم قیاس بر استقراء، صرفاً یک ترجیح منطقی یا روشی نیست، بلکه ریشه در هستی‌شناسی ارسطو دارد. جهان ارسطویی جهانی متشکل از ذوات، صور و علل است. در این نظام، شناخت حقیقی، شناخت علل است و علت همواره ماهیتی کلی و ضروری دارد. از این‌رو، علم از کلیات آغاز می‌کند و محسوسات تنها مدخلی برای دستیابی به معقولات کلی‌اند. استقراء، که به محسوسات وابسته است، نمی‌تواند به‌خودی‌خود حامل ضرورت علی باشد. از این‌رو، استقراء در دستگاه ارسطویی نقشی مقدماتی در گذار از ادراک محسوس به شناخت کلی دارد، اما خود به‌تنهایی صورت کامل علم برهانی را تشکیل نمی‌دهد.

این نگرش در طبقه‌بندی علوم ارسطویی نیز بازتاب یافته است. علوم ریاضی محض، مانند هندسه و حساب، به سبب برخورداری از موضوعاتی انتزاعی و ساختار قیاسی دقیق، نمونه‌ای روشن از علم برهانی به شمار می‌رفتند. در مقابل، علوم طبیعی، به دلیل سروکار داشتن با امور مادی و محسوس، با مسئله دشواری در تأمین شرایط علم برهانی مواجه بودند؛ زیرا شناسایی موضوعات آنها ناگزیر با مشاهده و تجربه پیوند می‌یافت (Aristotle, 1941, 1025b-1026a). این مسئله در علوم ریاضی آمیخته، مانند نجوم و اپتیک، شدیدتر می‌شد. این علوم، با بهره‌گیری از ریاضیات برای تبیین پدیده‌های طبیعی، در مرز میان علوم ریاضی و طبیعی قرار می‌گرفتند. بنابراین از منظر معیار ارسطویی در علم برهانی، علوم ریاضی آمیخته عمدتاً به توصیف و محاسبه چگونگی پدیده‌ها می‌پرداختند، بی‌آنکه الزاماً به شناخت علل طبیعی آنها دست یابند. در واقع، مشکل اصلی این بود که استقراء نمی‌توانست نقش علی ایفا کند. مشاهده تنها هم‌زمانی پدیده‌ها را نشان می‌داد، نه ضرورت علی آنها؛ از این‌رو، رصدهای نجومی نیز از دیدگاه ارسطو علت حقیقی حرکت اجرام را آشکار نمی‌کردند.

این تنش میان تجربه و برهان، در عمل نیز در آثار ارسطو آشکار است. او در آثار علوی برای توضیح پدیده‌هایی چون رنگین‌کمان، هاله ماه و بازتاب نور، از دانش نورشناسی و داده‌های حسی بهره می‌گیرد، اما این بهره‌گیری به معنای قرار دادن مشاهده در جایگاه معیار مستقل علم نیست. در چارچوب

1. ἐπαγωγή / epagōgē

معرفت‌شناختی او، محسوسات می‌توانند مبدأ شناخت و فراهم‌کننده مواد اولیه برای دستیابی به کلیات باشند، اما تبیین علمی هنگامی تحقق می‌یابد که این داده‌ها در ساختار برهانی و علی قرار گیرند (Aristotle, 1952, 416b32–417a2). از این منظر، کاربرد مشاهده در آثار ارسطو را باید در چارچوب کلی روش‌شناسی او فهم کرد؛ تجربه برای شناخت طبیعت ضروری است، اما اعتبار نهایی تبیین علمی همچنان به برهان و شناخت علت وابسته است.

ب) تنش روش‌شناختی در علوم طبیعی و علوم ریاضی آمیخته

ارسطو میان ریاضیات محض و طبیعیات تمایز می‌گذارد؛ نخستین با امور مجرد و ضروری سروکار دارد و دومی با امور مادی و متغیر. علومی چون نجوم و اپتیک در مرز این دو قرار می‌گیرند؛ زیرا با استفاده از ابزارهای ریاضی، پدیده‌های طبیعی را بر پایه داده‌های حسی تبیین می‌کنند. از همین‌جا مسئله‌ای روش‌شناختی پدیدار می‌شود: این علوم باید میان دو اقتضای متفاوت، یعنی ضرورت و انتزاع ریاضی از یک سو و اتکا به داده‌های محسوس از سوی دیگر، سازگاری برقرار کنند.

ارسطو خود در فیزیک به این وضعیت دوگانه اشاره می‌کند. او می‌گوید هندسه‌دان طول‌ها را بررسی می‌کند، «اما نه از آن حیث که فیزیکی‌اند»، در حالی که اپتیک‌دان همان طول‌ها را «از آن حیث که طبیعی‌اند» مطالعه می‌کند (Aristotle, 1984, 194a8–12). به تعبیر جان لیر، علوم ریاضی آمیخته بر نوعی عمل انتزاع استوارند که در آن، ویژگی‌های ریاضی از ماده جدا شده و سپس دوباره بر جهان طبیعی اعمال می‌شوند (Lear, 1982: 170)، اما همین امر آنها را در موقعیتی متناقض قرار می‌دهد: آنها برای دستیابی به یقین، به ریاضیات نیاز دارند، اما برای ارتباط با واقعیت، ناگزیر از مشاهده‌اند.

از منظر سنت مشائی، مسئله اصلی علوم ریاضی آمیخته این بود که توصیف ریاضی یک پدیده، لزوماً به معنای کشف علت ذاتی آن نیست. در این چارچوب، منجم یا اپتیک‌دان می‌توانست چگونگی وقوع یک پدیده را با استفاده از ابزارهای ریاضی تبیین کند، بی‌آنکه به علت ذاتی و ضروری آن دست یافته باشد. از این‌رو، استدلال‌های این علوم عمدتاً در سطح «برهان اِنّی» قرار می‌گرفتند و به «برهان لَمّی» نمی‌رسیدند؛ یعنی وقوع یا نحوه وقوع پدیده را نشان می‌دادند، اما ضرورت علی آن را آشکار نمی‌کردند. بدین ترتیب، مسئله بنیادی علوم ریاضی آمیخته در چارچوب ارسطویی، شکاف میان تبیین ریاضی پدیده و تبیین علی آن بود؛ شکافی که اتکای این علوم به مشاهده و اندازه‌گیری را به یک مسئله معرفت‌شناختی تبدیل می‌کرد.

این تنش روش‌شناختی، در نسبت میان مشاهده و اعتبار نظریه نیز آشکار می‌شود. در دستگاه ارسطویی، اعتبار معرفت علمی اساساً به قرار گرفتن آن در چارچوب اصول کلی و تبیین علی وابسته است؛ از این‌رو،

ناسازگاری یک مشاهده با یک تبیین نظری لزوماً به معنای ابطال آن تبیین نبود. در چنین وضعیتی، مشاهده بیشتر نقشی در اصلاح، تکمیل یا تشخیص شرایط خاص پدیده داشت تا آنکه به تنهایی معیار نهایی داوری درباره اصول نظری باشد. بنابراین، محدودیت اصلی روش ارسطویی نه بی‌اعتنایی به تجربه، بلکه ناتوانی تجربه منفرد از تبدیل شدن به معیار مستقل و نهایی اعتبار نظریه بود (Lloyd, 1996: 7). این ویژگی در نسبت میان نظریه و عمل علمی ارسطو نیز قابل مشاهده است. ارسطو در آثار طبیعی خود از داده‌های مشاهده‌ای بهره می‌گیرد و حتی در مواردی آنها را با دقت گردآوری و تحلیل می‌کند، اما این داده‌ها در چارچوب مفاهیم و اصول فلسفه طبیعی او تفسیر می‌شوند. در نتیجه، تجربه در روش او عنصری ضروری برای شناخت طبیعت است، اما کارکرد آن عمدتاً درون ساختار نظری از پیش شکل گرفته تعریف می‌شود و کمتر به صورت آزمونی مستقل برای سنجش و دگرگون کردن مبانی نظری به کار می‌رود (ibid: 15). این تمایز میان حضور تجربه در پژوهش طبیعی و استقلال معرفت‌شناختی آن، یکی از نقاطی است که در مقایسه با روش ابن‌هیثم اهمیت پیدا می‌کند.

ج) محدودیت استقراء در تأمین یقین برهانی

بحران علوم طبیعی در نهایت به ضعف بنیادی استقراء در دستگاه ارسطویی بازمی‌گردد. در حالی که قیاس دارای قواعد دقیق، اشکال معتبر و ضرورت منطقی بود، استقراء فاقد چنین صورت‌بندی‌ای باقی ماند. همان‌گونه که پژوهش‌های جدید درباره منطق ارسطویی نشان داده‌اند، کل نظام قیاس‌های حملی بر بستر منطقی و انتقال ضرورت استوار است (حافی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳)، اما استقراء نمی‌تواند چنین ضرورتی را تضمین کند؛ زیرا گذار از تعداد محدودی مشاهده به یک حکم کلی، همواره با امکان خطا همراه است. ارسطو برای استقراء نقشی در گذار از جزئیات به کلیات قائل است، اما این گذار، برخلاف قیاس، از ضرورت صوری برخوردار نیست. از این‌رو، استقراء به تنهایی نمی‌تواند همان نوع از یقینی را فراهم کند که در ساختار برهان قیاسی مورد انتظار است (Aristotle, 1989, 68b15–30). بنابراین تجربه هرگز نمی‌تواند پایه نهایی علم باشد. این محدودیت پیامدهای عمیقی داشت. علوم طبیعی ناگزیر به استفاده از مشاهده بودند، اما مشاهده نمی‌توانست به تنهایی مبنای یقین قرار گیرد. در نتیجه، فلسفه طبیعی ارسطویی در وضعیتی دوگانه باقی ماند: از یک‌سو تجربه را ضروری می‌دانست و از سوی دیگر، آن را برای تأسیس علم ناکافی تلقی می‌کرد. این همان شکاف معرفت‌شناختی‌ای بود که بعدها ابن‌هیثم درصدد پر کردن آن برآمد. ابن‌هیثم اهمیت مشاهده را نه به عنوان مقدمه‌ای فرودست برای قیاس، بلکه به عنوان بخشی از ساختار تولید یقین بازتعریف کرد. او با استفاده از مفهوم «اعتبار» و تأکید بر مشاهده کنترل شده و تکرارپذیری، کوشید تجربه را از سطح داده‌ای خام به سطح مقدمه‌ای معتبر برای برهان ارتقا دهد. به این معنا، پروژه

ابن هیثم را می‌توان پاسخی مستقیم به بحران حل‌نشده‌ای دانست که در دل معرفت‌شناسی ارسطویی نهفته بود: چگونه می‌توان از جهان متغیر و محسوس طبیعت، دانشی یقینی و منظم به دست آورد؟

ابن هیثم و بازسازی روش علم: از مشاهده تا برهان تجربی

الف) مسئله روشی در پروژه علمی ابن هیثم

اگر بحران بنیادین سنت ارسطویی، ناتوانی در پیوند نظام‌مند میان تجربه و برهان بود، اهمیت تاریخی ابن هیثم دقیقاً در مواجهه مستقیم او با همین بحران آشکار می‌شود. ابن هیثم نه صرفاً یک نظریه‌پرداز نور یا ریاضی‌دان برجسته، بلکه متفکری بود که مسئله «چگونگی تولید یقین در علوم طبیعی» را در مرکز پروژه فکری خود قرار داد. آنچه آثار او را متمایز می‌کند، نه صرف استفاده از مشاهده، بلکه بازتعریف جایگاه معرفت‌شناختی آن، سازمان‌دهی آن در قالب روشی منسجم و پیوندش با برهان ریاضی و استدلال منطقی است. این دغدغه روش‌شناختی را می‌توان از گزارش مشهور ابن ابی‌اصیبعه درباره زندگی ابن هیثم دریافت. او از زبان ابن هیثم نقل می‌کند:

«پس از غرق شدن در انواع دیدگاه‌ها و باورها و علوم دینی، از آنها هیچ بهره‌ای نبردم و حقیقت را به صورت روش‌مند در آنها درک نکردم و راهی به رأی یقینی نیافتم؛ پس دریافتم که به حقیقت دست نمی‌یابم، مگر از راه اندیشه‌هایی که مبدأ آنها امور محسوس و صورت آنها امور معقول باشد» (ابن ابی‌اصیبعه، ۲۰۰۱: ۵۵۲).

این عبارت، تصویری فشرده از مبنای معرفت‌شناختی پژوهش ابن هیثم به دست می‌دهد: حرکت از امور محسوس به صورت‌بندی‌های عقلانی. برخلاف سنت مشائی که حقیقت علمی را در کلیات عقلی جست‌وجو می‌کرد، او یقین را حاصل تبدیل داده‌های حسی به ساختاری عقلانی و برهانی می‌دانست؛ رویکردی که سنگ بنای روش تجربی او شد. این پیوند میان طبیعیات و ریاضیات در رساله فی‌الضوء نیز آشکار است؛ ابن هیثم تصریح می‌کند که بررسی ماهیت نور و شعاع به علوم طبیعی و بررسی چگونگی امتداد و شکل آنها به علوم ریاضی مربوط است و از این‌رو، شناخت نور باید «مركباً من العلوم الطبيعية والعلوم التعليمية» باشد (ابن هیثم، ۱۳۵۴ ق: ۱). این تفکیک نشان می‌دهد که از نظر او، تبیین پدیده طبیعی بدون صورت‌بندی ریاضی آن کامل نیست.

از همین‌جا تفاوت بنیادین پروژه ابن هیثم با سنت ارسطویی آشکار می‌شود. در دستگاه ارسطویی، تجربه مقدمه‌ای ناقص برای رسیدن عقل به کلیات بود، اما نزد ابن هیثم، تجربه و مشاهده بخشی از خود ساختار تولید یقین‌اند. او نه تجربه‌گرایی خام را می‌پذیرد و نه قیاس‌گرایی صرف را؛ بلکه می‌کوشد رابطه‌ای تازه میان مشاهده، تجربه، ریاضیات و برهان برقرار کند. نمونه بارز این پیوند را می‌توان در رساله‌های ابن هیثم

درباره آینه‌های سوزان مشاهده کرد. او نه تنها به بررسی نظری خواص بازتاب نور می‌پردازد، بلکه روش‌هایی عملی برای ساخت آینه‌های کروی و سهموی ارائه می‌دهد (Ibn al-Haytham, 2023: 30). آینه سوزان در این دوره صرفاً موضوعی نظری نبود، بلکه ابزاری عملی و صنعتی محسوب می‌شد که در متن زندگی اجتماعی حضور داشت (آقایانی چاوشی، ۱۳۹۳، ۹۲). از این رو، در پروژه ابن هیثم، نظریه علمی باید در عمل نیز آزموده شود.

ب) نقد سنت اپتیک یونانی و فروپاشی نظریه شعاع بصری

نقطه آغاز روش ابن هیثم، نقد سنت موجود است. او به‌ویژه در اپتیک، سنت یونانی مبتنی بر نظریه پرتو ریاضیین را به چالش کشید. مطابق این نظریه، عمل دیدن نتیجه خروج پرتوهایی از چشم و برخورد آن‌ها با اشیاء بود. این تبیین، اگرچه با هندسه اپتیک یونانی سازگار بود، اما با بسیاری از پدیده‌های تجربی ناسازگار می‌نمود. ابن هیثم این نظریه را نه صرفاً از طریق تأمل فلسفی، بلکه از طریق مجموعه‌ای از مشاهدات و آزمایش‌های تجربی رد می‌کند. ابن هیثم با استناد به مشاهدات عادی و تجربی، روشن می‌سازد که عمل دیدن تنها زمانی ممکن است که نور از شیء به چشم برسد، نه بالعکس (پازری، ۱۳۸۵، ۲۱۴). برای مثال، اگر دیدن نتیجه خروج شعاع از چشم بود، دیدن در تاریکی نیز باید ممکن می‌بود؛ همچنین تأثیر نور شدید بر چشم نشان می‌دهد که نور از شیء به چشم می‌رسد، نه برعکس.

اهمیت این نقد در آن است که ابن هیثم، نظریه پیشین را صرفاً به دلیل ناسازگاری منطقی کنار نمی‌گذارد، بلکه آن را در برابر تجربه و مشاهده می‌آزماید. ابن هیثم «برای حل مسئله تناظر میان دیدنی و تصویر آن، کوشش زیادی می‌نماید و سرانجام با وضع نظریه جدیدی که مخالفتی با واقعیت مشاهده شده نداشته باشد، نظریه پیشین را کنار می‌گذارد» (همان، ۲۳۰).

در اینجا، معیاری تازه برای حقیقت علمی ظاهر می‌شود: سازگاری با مشاهده کنترل شده. نظریه‌ای معتبر است که بتواند پدیده‌های مشاهده شده را تبیین کند، نه صرفاً آنکه از نظر قیاسی منسجم باشد. این همان نقطه‌ای است که ابن هیثم از سنت ارسطویی فاصله می‌گیرد. برخلاف دستگاه ارسطویی که مشاهده را معیار ابطال نظریه نمی‌دانست، ابن هیثم آن را ملاک داوری درباره اعتبار نظریه قرار داد.

ج) مفهوم «اعتبار» و تولد مشاهده کنترل شده

یکی از مهم‌ترین مفاهیمی که برای فهم جایگاه مشاهده در روش ابن هیثم اهمیت دارد، مفهوم «اعتبار» است. «اعتبار» در آثار ابن هیثم فراتر از مشاهده عادی، فرآیندی نظام‌مند برای دستیابی به یقین است. او در مقدمه المناظر، پژوهش علمی را مبتنی بر استقراء، نقد مقدمات و احتیاط در نتایج می‌داند (ابن هیثم،

۱۹۸۳: ۴-۵). همین برداشت در دیگر بخش‌های المناظر نیز تکرار می‌شود. ابن هیثم از تعبیرهایی چون «فَإِذَا عُدَّتْ هَذَا الْمَعْنَى اعْتِبَاراً مُحَرَّراً...» (همان: ۵)، استفاده می‌کند و در جای دیگری تصریح می‌نماید: «اما اینکه چگونه این نظریه به اعتباری که یقین همراه آن است اعتبار شود» (Ibn al-Haytham, 2002: 303). این عبارات نشان می‌دهد که «اعتبار» نزد او صرفاً به معنای تکرار مشاهده نیست، بلکه فرآیندی فعال، سامان‌مند و کنترل‌شده است که هدف آن دستیابی به یقینی استوار از طریق آزمون تجربی است. بنابراین یقین علمی نزد او نه صرفاً بر قیاس منطقی، بلکه بر تجربه‌ای سامان‌مند و کنترل‌شده استوار است. در تفسیر این مفهوم، میان پژوهشگران نیز تفاوت دیدگاه وجود دارد. عبدالحمید صبره «اعتبار» را در پیوند با سنت‌های مشاهده‌ای و تجربی دانشمندان پیش از ابن هیثم، به‌ویژه منجمان، بررسی کرده است؛ در مقابل، جورج صلیبا بر وجه معرفت‌زای این مفهوم تأکید دارد و آن را فرآیندی می‌داند که در آن مشاهده می‌تواند عقل را به تولید معرفت جدید وادارد (Sabra, 2003: 85-118؛ صلیبا، ۱۳۹۴). اهمیت این اختلاف در آن است که «اعتبار» را نمی‌توان صرفاً به یک تکنیک مشاهده‌ای فروکاست؛ بلکه باید آن را در نسبت میان مشاهده، تجربه و تولید معرفت علمی در اندیشه ابن هیثم بررسی کرد.

برای تحقق چنین یقینی، ابن هیثم طبیعت را در قالب شرایطی کنترل‌شده بازسازی می‌کند. او در فصل چهارم المناظر، با طراحی ابزارهای ویژه و دستکاری شرایط تابش نور، پدیده بازتاب را در محیطی ایزوله مطالعه می‌کند (Ibn al-Haytham, 2002: 300-320). در این شیوه، پژوهشگر با کنترل متغیرها شرایط ظهور پدیده را خود فراهم می‌آورد. از این رو، «اعتبار» را می‌توان سرآغاز شکل‌گیری آنچه امروز «مشاهده کنترل‌شده» نامیده می‌شود، دانست.

این رویکرد در سراسر المناظر به صورت عملی نیز نمود یافته است. ابن هیثم با طرح مجموعه‌ای از احکام تجربی، نمونه‌های روشنی از به‌کارگیری روش استقرایی و آزمایش کنترل‌شده ارائه می‌کند. این نمونه‌ها، فراتر از مباحث صرف نورشناسی، نشان می‌دهند که وی چگونه مشاهده تجربی را به معرفتی یقینی و قابل بازتولید تبدیل می‌کند. او برای بررسی پدیده‌های بازتاب و شکست نور، با طراحی ابزار، کنترل شرایط آزمایش و ثبت و تحلیل داده‌ها، یافته‌های تجربی را با برهان ریاضی و قیاس منطقی تلفیق می‌کند. احکام هشت‌گانه ابن هیثم در فصل دوم از مقاله هفتم المناظر، تجسم کامل همین فرآیند روش‌شناختی است. وی با دستکاری متغیرهای محیطی و ثبت روابط علی میان آنها، به استخراج اصول علمی دست می‌یابد. اهمیت این احکام نه در محاسبات عددی یا صرف تبیین قوانین فیزیکی، بلکه در استقرار روشی است که اعتبار تجربه را بر پایه استقراء کنترل متغیرها و امکان تکرارپذیری نتایج بنا می‌کند (نظیف بک، ۱۹۴۳: ۷۴۱؛ فارسی، ۱۹۵۴: ۱۱۴). در اینجا است که تفاوت بنیادین روش ابن هیثم با سنت تجربه‌گرایی یونانی آشکار می‌شود. تجربه نزد بسیاری از متفکران یونانی عمدتاً به مشاهده طبیعت در وضعیت عادی

محدود بود، اما ابن هیثم با مداخله آگاهانه در پدیده‌های طبیعی، شرایط ظهور آنها را دگرگون می‌کند تا روابط علی پنهان آشکار شود. او با ساخت ابزار، کنترل مسیر و زاویه تابش نور و تکرار آزمایش، تجربه را از مشاهده‌ای منفعل به فرآیندی فعال و کنترل شده تبدیل می‌کند.

د) تکرارپذیری و بازتولید برهان

ویژگی بنیادین دیگر روش ابن هیثم، تکرارپذیری است. صبره، تکرارپذیری را مهم‌ترین میراث ابن هیثم برای علم مدرن می‌داند، زیرا از این لحظه به بعد، یقین علمی نه فقط نتیجه ضرورت منطقی، بلکه نتیجه امکان آزمون عمومی و بازتولید همگانی است (Sabra, 1989: 7).

ابن هیثم مشاهده فردی را کافی نمی‌داند، بلکه یافته علمی باید چنان عرضه شود که دیگران نیز بتوانند همان شرایط را بازسازی و همان نتیجه را به دست آورند. او در المناظر، دستورالعمل‌های گام‌به‌گام ساخت ابزارها و انجام مشاهده را ارائه می‌کند؛ از این رو، متن علمی او صرفاً گزارش نظری نیست، بلکه راهنمای بازتولید تجربه است. برخلاف سنت ارسطویی که اعتبار برهان را به ساختار منطقی آن وابسته می‌دانست، ابن هیثم آن را به امکان بازتولید تجربی نیز وابسته می‌کند. حقیقت علمی دیگر امری صرفاً ذهنی یا منطقی نیست، بلکه باید در جهان مادی نیز تکرارپذیر باشد. بدین ترتیب، تکرارپذیری در روش ابن هیثم صرفاً ویژگی یک آزمایش نیست، بلکه بخشی از سازوکار تبدیل تجربه فردی به مقدمه‌ای قابل اتکا برای استدلال علمی است.

ه) بازتعریف رابطه استقراء و قیاس

مهم‌ترین تحول روش‌شناختی ابن هیثم، نحوه بازتعریف رابطه استقراء و قیاس است. برخلاف سنت ارسطویی که استقراء را عمدتاً مقدمه قیاس و برهان می‌دانست، او میان این دو رابطه‌ای متقابل و مکمل برقرار می‌کند. درک ارسطو از استقراء مبتنی بر فرض ادراک مستقیم کلیات بود، در حالی که ابن هیثم استقراء را فرآیندی تدریجی و مبتنی بر تراکم تأثیرات حسی می‌فهمد (پازری، ۱۳۸۵: ۲۱۵). به باور او، معرفت کلی از تکرار مشاهده و سازمان‌یافتگی تدریجی تجربه‌های حسی حاصل می‌شود، نه از شهود دفعی عقل.

ابن هیثم حتی به جای «قوه بدیهه» ارسطویی، از «قوه قیاس و تمییز» سخن می‌گوید که وظیفه آن پیوند دادن داده‌های حسی جدید با معرفت پیشین است (همان، ۲۱۶-۲۱۵). بدین ترتیب، ذهن در اندیشه ابن هیثم دریافت‌کننده منفعل کلیات نیست، بلکه داده‌های تجربی را مقایسه، تفکیک و سازمان‌دهی می‌کند. به همین دلیل، در روش ابن هیثم، استقراء و قیاس در رابطه‌ای تعامل‌گر و مکمل قرار می‌گیرند. استقراء

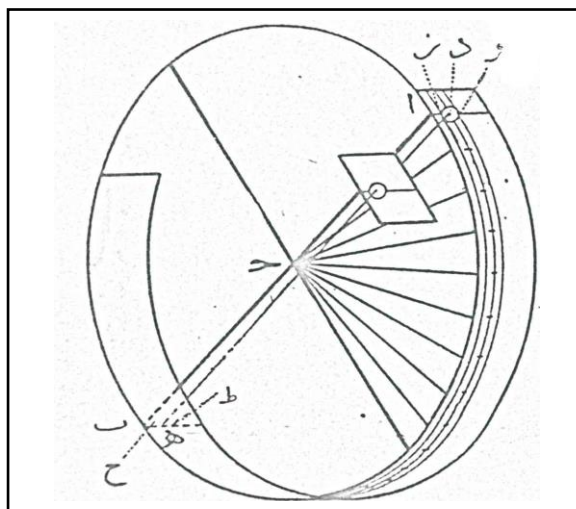
داده‌ها و الگوهای تجربی را فراهم می‌کند و قیاس آنها را در قالبی منطقی و ریاضی سامان می‌دهد. از این رو، رابطه این دو را باید تعاملی و مکمل دانست، نه سلسله‌مراتبی که در آن قیاس بر استقراء برتری مطلق داشته باشد. از نگاه ابن هیثم، استقراء مواد تجربی لازم برای صورت‌بندی احکام کلی و قیاس و تحلیل ریاضی، امکان صورت‌بندی و بررسی منطقی آنها را فراهم می‌کند.

(و) انتقال مفهوم برهان از علت به یقین

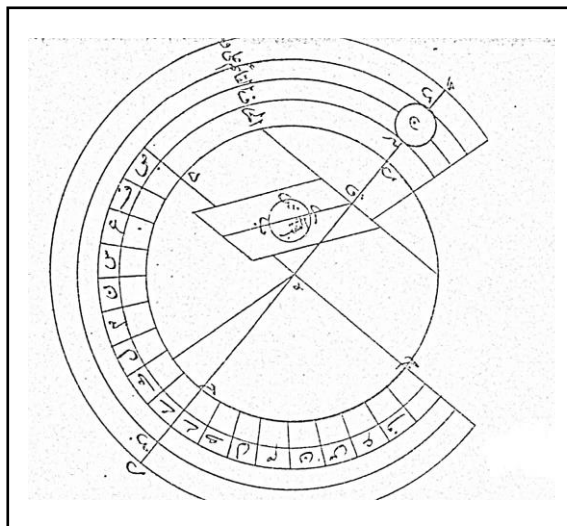
اوج نوآوری ابن هیثم در بازتعریف مفهوم برهان است. در مقابل سنت ارسطویی که برهان علمی را در پیوند با شناخت علت و تبیین چرایی پدیده می‌دانست، ابن هیثم، بی‌آنکه علیت را انکار کند، مرکز ثقل برهان را از «بیان علت» به «تحقق یقین» منتقل می‌کند. از این رو، با وجود تأکید بر یقینی بودن براهین، در المناظر، از مفهوم علت سخنی به میان نمی‌آورد (معصومی همدانی، ۱۳۸۷، ۲۹). بر این اساس، می‌توان گفت در روش ابن هیثم، دسترسی به یقین علمی لزوماً متوقف بر دستیابی مستقیم به علت ذاتی پدیده نیست؛ بلکه می‌تواند از پیوند مشاهده و آزمون تجربی با صورت‌بندی ریاضی و استدلال برهانی حاصل شود. در این صورت، برهان نه مرحله‌ای جدا از تجربه، بلکه حلقه‌ای در زنجیره‌ای است که از مشاهده آغاز می‌شود، از آزمون و استقراء می‌گذرد و در تحلیل ریاضی و استدلال منطقی به صورت‌بندی یقینی می‌رسد. در نتیجه، اپتیک نزد ابن هیثم دیگر دانشی صرفاً توصیفی نیست، بلکه الگویی برای نوعی علم تجربی-ریاضی است که می‌تواند به معرفت یقینی برسد. این یقین از پیوند آزمون تجربی، تکرارپذیری و صورت‌بندی ریاضی پدید می‌آید.

این رویکرد در بررسی شکست نور نیز آشکار است. ابن هیثم با دقتی بیش از بطلمیوس، برای هر بخش از المناظر، احکام مستقلی تدوین می‌کند. هرچند نتایج برخی آزمایش‌های شکست نور، به دلیل محدودیت‌های ابزار، احتمالاً بر حدس‌های آزمایشگاهی نیز متکی بوده‌اند (نظیف بک، ۱۹۴۳: ۶۸۴). او در فصل دوم، جلد هفتم المناظر، ابزار «آلة الانعطاف» را برای اندازه‌گیری زاویه شکست نور معرفی کرده و مشخصات دقیق ساخت آن را شرح می‌دهد (ابن هیثم، ۸۶۹ق: ۶۱۲-۶۲۷). به گفته کمال‌الدین فارسی، این ابزار مبنای مطالعات شکست نور اوست (فارسی، ۱۹۵۴: ۱۱۴). اهمیت این ابزار صرفاً در افزایش دقت مشاهده نیست؛ بلکه در این است که پدیده‌ای کیفی مانند شکست نور را به موضوعی قابل اندازه‌گیری و تحلیل ریاضی تبدیل می‌کند. از این منظر، ابزار بخشی از فرآیند تولید معرفت است و میان مشاهده تجربی و برهان ریاضی واسطه می‌شود. برای مثال، خواجه نصیرالدین طوسی در حل مشکلات معینیه، ضمن معرفی ابن هیثم به عنوان دانشمندی که به جای دوایر، کرات مجسم را برای تبیین حرکت سیارات در نظر

گرفته است، تصریح می‌کند که توجه بیشتر دانشمندان به این مسئله، بیشتر متأثر از دیدگاه ابن‌هیثم بوده است (طوسی، بی‌تا: ۱۶۷-۱۶۸).



شکل ۱: نمایی کلی از آله‌الانعطاف که توسط مصطفیٰ نظیف‌بک رسم شده است. در شکل سوراخ حاشیه و سوراخ هدف در راستای هم به تصویر کشیده شده است (نظیف‌بک، ۱۹۴۳: ۶۸۵).



شکل ۲: نمای کلی آله‌الانعطاف از منظر کمال‌الدین فارسی. همان‌گونه که دیده می‌شود فارسی مدعی شده است، نمایی کاملاً شبیه اسطرلاب دارد که دومنظوره استفاده می‌شده است (فارسی، ۱۹۵۴: ۱۱۵).

ز) محدودیت‌های روش ابن هیثم و جایگاه گذار تاریخی او

صبّره و غسانی تأکید می‌کنند که ابن هیثم «از تجربه‌گرایی یونانی فراتر رفت، اما به آزمایش تجربی مدرن دست نیافت» (Sabra, 2003: 95). بنابراین مهم‌ترین محدودیت روش او وابستگی به ابزار بود، اما برخلاف این نظر باید گفت با وجود اهمیت تجربه و آزمون در روش ابن هیثم، شیوه پژوهش او در همه مسائل طبیعی یکسان نیست. جایگاه مشاهده، تجربه و برهان در تحقیقات او با توجه به ماهیت پدیده و امکان دسترسی به آن تغییر می‌کند. در رساله فی ماهیه/الضوء نیز ابن هیثم با تفکیک میان شناخت ماهیت نور و چگونگی امتداد و شکل آن، بر ضرورت ترکیب علوم طبیعی و ریاضی در مطالعه پدیده‌های نوری تأکید می‌کند؛ مثلاً در مورد مواد شفاف، شناخت واقعی شفافیتشان بر عهده علوم طبیعی است، اما تحلیل نحوه عبور نور از آنها به ریاضیات سپرده شده (ابن هیثم، ۱۳۵۴ق: ۲۷-۲۱). از این منظر، روش او را نمی‌توان به یک شیوه واحد، مانند مشاهده یا قیاس، فروکاست؛ بلکه نوع استدلال با ساختار و شرایط مسئله مورد بررسی نسبت دارد.

این مسئله در رساله لکه‌های ماه آشکارتر می‌شود. ابن هیثم در این رساله با بررسی نبود سایه در هنگام استقبال ماه از خورشید، به طریق استدلال هندسی و قیاسی نتیجه می‌گیرد که برآمدگی‌های سطح ماه نمی‌تواند منشأ لکه‌های مشاهده‌شده باشد (ابن هیثم، ۱۹۳۸: ۱۶۸). اهمیت این مثال در آن است که موضوع

مورد بررسی، برخلاف پدیده‌هایی چون بازتاب و شکست نور، امکان بازسازی و آزمون مستقیم در شرایط متفاوت را در اختیار پژوهشگر قرار نمی‌دهد. در اینجا، مشاهده مستقیماً به تولید حکم کلی منجر نمی‌شود، بلکه به عنوان مقدمه‌ای برای آزمون یک فرضیه و ساختن زنجیره‌ای از استدلال‌های هندسی عمل می‌کند؛ بنابراین تجربه در این مورد نه جایگزین برهان، بلکه مبنای انتخاب و ارزیابی برهان است.

بدین ترتیب، تفاوت روش ابن‌هیثم در بررسی پدیده‌های گوناگون را می‌توان ناشی از تفاوت میان موضوعات تحقیق دانست. در مسائلی که امکان دستکاری شرایط و آزمون وجود دارد، او با ساخت ابزار و تغییر شرایط پدیده به «اعتبار» و آزمون تجربی روی می‌آورد، اما در مطالعه پدیده‌هایی که چنین امکانی وجود ندارد، مشاهده دقیق و استدلال ریاضی و قیاسی نقش برجسته‌تری می‌یابند. بنابراین روش ابن‌هیثم را باید نوعی عقلانیت علمی انعطاف‌پذیر دانست که در آن انتخاب شیوه تحقیق تابع امکان‌های شناخت پدیده است. در عین حال، این انعطاف‌پذیری به معنای جدایی تجربه و برهان نیست. در هر دو شیوه، ابن‌هیثم می‌کوشد استدلال را با ویژگی‌های موضوع مورد بررسی متناسب سازد و از شواهد حسی و تحلیل ریاضی برای تقویت اعتبار نتیجه بهره گیرد. همین پیوند میان مشاهده، تجربه و صورت‌بندی ریاضی است که به روش او ویژگی متمایزی می‌بخشد. چنانکه لیندبرگ نیز تأکید کرده است، اهمیت ابن‌هیثم در تاریخ اپتیک در گردآوردن و ترکیب سنت‌های مختلف ریاضی، فیزیکی و تجربی در یک چارچوب پژوهشی نهفته است (Lindberg, 1976: 60). این نمونه نشان می‌دهد که روش تجربی ابن‌هیثم، هرچند امکان آزمون و کنترل پدیده را در مواردی گسترش می‌دهد، همچنان به حدود دسترسی تجربی و امکان مداخله در موضوع پژوهش وابسته است.

تطبیق الگوی ارسطویی و الگوی ابن‌هیثمی

تفاوت ارسطو و ابن‌هیثم را نباید صرفاً به تفاوت میان دو نظریه علمی یا تقابل ساده میان «قیاس» و «تجربه» فروکاست. ارسطو نیز از مشاهده و تجربه بهره می‌برد و ابن‌هیثم نیز به برهان، استدلال و تحلیل عقلی وفادار است. تفاوت بنیادی‌تر در نحوه سازمان‌دهی رابطه میان مشاهده، استقراء و برهان و در نتیجه، در معیار اعتبار معرفت علمی نهفته است. از این منظر، ابن‌هیثم را می‌توان نه گسسته از سنت ارسطویی، بلکه بازسازنده بخشی از ساختار معرفت‌شناختی آن دانست.

الف) تفاوت در ساختار تولید معرفت

در الگوی ارسطویی، مشاهده و تجربه نقطه آغاز شناخت‌اند، اما علم به معنای دقیق، زمانی تحقق می‌یابد که داده‌های حاصل از تجربه در قالب کلیات و سپس در ساختار برهانی و علّی سازمان یابند. از این‌رو،

استقراء راهی برای حرکت از جزئیات به سوی کلیات است، اما خود نمی‌تواند حامل ضرورت منطقی باشد. اعتبار نهایی معرفت نه از مشاهده موارد متعدد، بلکه از قرار گرفتن گزاره‌ها در ساختار برهانی و اتصال آنها به علل و مبادی حاصل می‌شود. در این ساختار، نوعی سلسله‌مراتب میان مراحل مختلف شناخت وجود دارد:



شکل ۱: نمودار ساختار تولید معرفت علمی در الگوی ارسطویی

بنابراین تجربه برای علم ضروری است، اما به تنهایی معیار علم نیست. نقش اصلی آن فراهم کردن ماده اولیه‌ای است که عقل باید آن را در قالب مفاهیم و ساختارهای کلی سازمان دهد. این مسئله با تصور ارسطویی از علم به عنوان شناخت علت نیز پیوند دارد؛ زیرا صورت کامل علم، برهانی است که نه فقط وقوع یک پدیده، بلکه چرایی آن را آشکار سازد (Aristotle, 1994, 71b20–25).

در روش ابن‌هیثم نیز حرکت از محسوسات آغاز می‌شود، اما این حرکت یک‌سویه و خطی نیست. مشاهده پس از شکل‌گیری نظریه از فرآیند پژوهش خارج نمی‌شود، بلکه در مراحل بعدی نیز برای سنجش و اعتباربخشی به نتایج حضور دارد. از این رو، ساختار روش او را نمی‌توان با زنجیره ساده حرکت از جزئی به کلی توضیح داد. در اینجا میان مشاهده و برهان رابطه‌ای متقابل برقرار می‌شود:



شکل ۲: نمودار ساختار تولید معرفت علمی در الگوی ابن‌هیثم

تفاوت اصلی این دو الگو در همین نقطه است. در ارسطو، تجربه عمدتاً مرحله‌ای در مسیر رسیدن به علم برهانی است؛ در ابن‌هیثم، تجربه به بخشی از خود فرآیند اعتباربخشی به برهان تبدیل می‌شود. بنابراین، تحول ایجادشده توسط ابن‌هیثم را نباید جایگزینی استقراء به جای قیاس دانست، بلکه باید آن را تغییر در تقسیم کار معرفت‌شناختی میان تجربه و برهان تلقی کرد.

ب) از مشاهده به اعتبار؛ تغییر جایگاه تجربه

این تغییر در مفهوم «اعتبار» ابن هیثم آشکارتر می‌شود. در روش او، مشاهده صرفاً ثبت آنچه در طبیعت رخ می‌دهد نیست، بلکه می‌تواند با ایجاد شرایط معین و کنترل‌شده، به ابزاری برای آزمون یک گزاره یا تبیین نظری تبدیل شود. از این رو، «اعتبار» را می‌توان حلقه واسط میان مشاهده و برهان علمی دانست؛ فرآیندی که در آن پدیده تحت شرایط مشخص، بررسی و نتایج برای دستیابی به یقین ارزیابی می‌شوند (Sabra, 2003: 85-118).

در اینجا باید میان روش ابن هیثم و تجربه‌گرایی ساده تمایز گذاشت. اهمیت تجربه در آثار او از آن رو نیست که مشاهده جای عقل و استدلال را می‌گیرد؛ بلکه از آن جهت است که تجربه در کنار استدلال، در فرآیند داوری درباره اعتبار یک تبیین مشارکت می‌کند. به تعبیر دیگر، ابن هیثم، نه مشاهده را مستقل از نظریه می‌فهمد و نه نظریه را مستقل از مشاهده معتبر می‌داند. نظریه، مسئله و شرایط مناسب برای بررسی آن را تعیین می‌کند، اما نتایج مشاهده و آزمون نیز می‌توانند اعتبار آن نظریه را تأیید، محدود یا اصلاح کنند.

در تفسیر این فرآیند، تأکید جورج صلیبا بر وجه معرفت‌زای «اعتبار» اهمیت ویژه‌ای دارد. از این منظر، اعتبار صرفاً روشی برای تأیید یک مشاهده یا آزمون یک حکم از پیش موجود نیست، بلکه فرآیندی است که در آن مواجهه سامان‌یافته با پدیده می‌تواند به تولید معرفت جدید و صورت‌بندی نتایج تازه بینجامد (صلیبا، ۱۳۹۴). بنابراین اهمیت «اعتبار» در روش ابن هیثم تنها در افزایش دقت مشاهده نیست؛ بلکه در تغییر کارکرد تجربه از یک منبع داده به جزئی فعال از فرآیند تولید و ارزیابی معرفت علمی است.

این تفاوت در نحوه مواجهه با نظریه‌های پیشین به خوبی آشکار می‌شود. ابن هیثم در نقد نظریه پرتو رؤیت ریاضیین، صرفاً ناسازگاری منطقی یک گزاره را بررسی نمی‌کند، بلکه پیامدهای تجربی آن را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. اگر دیدن حاصل خروج شعاع از چشم باشد، برخی پیامدهای قابل مشاهده باید در جهان خارج تحقق یابد؛ هنگامی که تجربه با چنین پیامدهایی سازگار نیست، اعتبار آن تبیین زیر سؤال می‌رود (Sabra, 1994: 133-136; Lindberg, 1976: 12-17). در اینجا تجربه دیگر صرفاً نقطه آغاز شناخت نیست، بلکه به عرصه‌ای برای سنجش ادعاهای نظری تبدیل می‌شود.

از این منظر، رابطه نظریه و تجربه در روش ابن هیثم را باید دوسویه دانست. نظریه، مسئله و چگونگی مشاهده را جهت می‌دهد؛ تجربه نیز در مقابل، نظریه را در معرض آزمون و ارزیابی قرار می‌دهد. بنابراین تحول روش‌شناختی ابن هیثم را نمی‌توان صرفاً انتقال از «عقل» به «تجربه» دانست؛ مسئله مهم‌تر، تغییر در تقسیم کار معرفت‌شناختی میان این دو است. تجربه از جایگاه یک مبدأ شناخت فراتر می‌رود و به یکی از معیارهای اعتباربخشی به معرفت تبدیل می‌شود.

ج) بازتعریف نسبت طبیعیات و ریاضیات

تفاوت دیگر دو الگو به رابطه میان طبیعیات و ریاضیات بازمی گردد. ارسطو میان موضوع علوم طبیعی و علوم ریاضی تمایز قائل است. طبیعیات با امور مادی و متغیر سروکار دارد، در حالی که ریاضیات روابط و صور انتزاعی را مطالعه می کند. علوم ریاضی آمیخته، مانند اپتیک، در مرز میان این دو حوزه قرار می گیرند و همین امر مسئله ای معرفت شناختی ایجاد می کند: توصیف ریاضی یک پدیده، لزوماً به معنای کشف علت طبیعی آن نیست (Aristotle, 1984, 193b22–194a12).

ابن هیثم این مرز را از میان بر نمی دارد، اما آن را به گونه ای متفاوت سازمان می دهد. در رساله فی ماهیه الضوء، او میان پرسش از ماهیت نور و بررسی مسیر و شکل امتداد آن تمایز می گذارد. بحث از ماهیت نور و شفافیت اجسام به طبیعیات مربوط است، اما بررسی چگونگی امتداد نور و شکل شعاع به علوم تعلیمی و ریاضی نیاز دارد؛ از این رو، شناخت نور و شعاع باید از ترکیب این دو حوزه شکل گیرد (ابن هیثم، ۱۳۵۴ق: ۲۱–۲۷). اهمیت این تمایز در آن است که ابن هیثم طبیعت را به ریاضیات تقلیل نمی دهد. او میان ماهیت طبیعی یک پدیده و جنبه هایی از آن که قابلیت صورت بندی هندسی دارند، تمایز قائل است. بنابراین ریاضی سازی طبیعت در روش او به معنای کنار گذاشتن طبیعیات نیست، بلکه روشی برای تحلیل دقیق روابطی است که در پدیده طبیعی قابل اندازه گیری اند.

این مسئله همچنین یکی از محدودیت های روش او را روشن می کند. هر پدیده طبیعی به یک اندازه قابل آزمون و اندازه گیری نیست. در پدیده هایی مانند بازتاب و شکست نور، امکان مداخله و بازسازی شرایط وجود دارد و از این رو، اعتبار تجربی و ابزار نقش برجسته تری پیدا می کنند، اما در بررسی پدیده هایی مانند لکه های ماه، امکان آزمون مستقیم محدود است و مشاهده و استدلال هندسی اهمیت بیشتری می یابد (ابن هیثم، ۱۹۳۸: ۱۶۸). بنابراین روش ابن هیثم را نمی توان صرفاً «روش آزمایشگاهی» دانست. ویژگی اصلی آن، تناسب میان روش تحقیق و ساختار موضوع مورد بررسی است. او در مواردی که امکان تجربه وجود دارد، شرایط پدیده را کنترل می کند؛ و در مواردی که چنین امکانی وجود ندارد، از مشاهده و تحلیل هندسی بهره بیشتری می گیرد. این انعطاف پذیری، یکی از وجوه مهم عقلانیت علمی اوست.

د) تغییر در مفهوم برهان و یقین

مهم ترین تفاوت دو الگو را شاید بتوان در مفهوم برهان جست و جو کرد. در دستگاه ارسطویی، برهان کامل با کشف علت پیوند دارد. دانستن علمی، یعنی دانستن اینکه یک پدیده چرا رخ می دهد و علت آن چیست. بنابراین برهان لمّی و تبیین علّی در مرکز تعریف علم قرار دارند.

ابن هیثم علیت را انکار نمی‌کند، اما در عمل، مسئله اصلی پژوهش را به سمت دستیابی به یقین منتقل می‌کند. بنابراین با وجود تأکید فراوان ابن هیثم بر برهان و یقین، مفهوم علت در المناظر نقش محوری مشابهی با طبیعیات ارسطویی ندارد (معصومی همدانی، ۱۳۸۷، ۳۹). از این رو، می‌توان گفت در روش ابن هیثم، دسترسی به یقین علمی لزوماً به معنای دسترسی مستقیم به ماهیت یا علت ذاتی پدیده نیست. یقین در روش او از پیوند چند عنصر حاصل می‌شود: مشاهده معتبر، آزمون، تکرار، تحلیل ریاضی و استدلال برهانی. در نتیجه، برهان از فرآیند تجربی جدا نیست. برهان در اینجا حلقه‌ای از زنجیره تولید معرفت است که از داده‌های حسی آغاز می‌شود و از طریق اعتبار و تحلیل به صورت‌بندی منظم و یقینی می‌رسد. بر این اساس، تفاوت دو الگو را می‌توان چنین خلاصه کرد:



شکل ۳: نمودار جایگاه برهان در الگوی معرفتی ارسطو و ابن هیثم

این تفاوت به معنای بی‌نیازی ابن هیثم از قیاس نیست. برعکس، او همچنان از استدلال منطقی و هندسی استفاده می‌کند، اما قیاس دیگر به تنهایی معیار اعتبار نهایی نیست. نتیجه باید با شواهد معتبر و امکان بررسی مجدد سازگار باشد.

نتیجه‌گیری

بررسی تطبیقی الگوی ارسطویی و ابن هیثم نشان می‌دهد که تفاوت میان آن دو را نمی‌توان صرفاً به تقابل قیاس و تجربه فروکاست. ارسطو نیز از مشاهده و تجربه بهره می‌برد و ابن هیثم نیز همچنان به برهان و استدلال عقلانی وفادار است. تفاوت بنیادی‌تر در نحوه سازمان‌دهی رابطه میان مشاهده، استقراء، تحلیل ریاضی و برهان و در نتیجه، در معیار اعتبار معرفت علمی نهفته است.

در الگوی ارسطویی، مشاهده و تجربه نقطه آغاز شناخت‌اند، اما علم زمانی به مرتبه یقین می‌رسد که داده‌های جزئی در قالب کلیات و در ساختار برهانی و علی سازمان یابند. از این رو، اعتبار نهایی معرفت به برهان و شناخت علت وابسته است و تجربه عمدتاً در مسیر دستیابی به مقدمات علم قرار می‌گیرد. ابن هیثم این ساختار را کنار نمی‌گذارد، بلکه آن را بازسازمان‌دهی می‌کند. در روش او، مشاهده پس از فراهم آوردن داده‌های اولیه از فرآیند پژوهش خارج نمی‌شود، بلکه از طریق «اعتبار»، آزمون و ارزیابی، در مراحل بعدی

نیز در تولید و اعتباربخشی به معرفت حضور دارد. به این ترتیب، رابطه تجربه و برهان از ساختاری عمدتاً سلسله‌مراتبی به رابطه‌ای تعاملی‌تر تغییر می‌کند. مشاهده، آزمون، تحلیل ریاضی و برهان در فرآیندی مکمل به یکدیگر پیوند می‌خورند و یقین علمی از همگرایی این عناصر حاصل می‌شود.

البته این تحول به معنای فروکاستن روش ابن‌هیثم به آزمایش نیست. شیوه پژوهش او با توجه به ماهیت پدیده و امکان‌های شناخت آن تغییر می‌کند. در مواردی که امکان کنترل و بازسازی شرایط وجود دارد، اعتبار و آزمون تجربی نقش برجسته‌تری می‌یابند و در موارد دیگر، مشاهده دقیق، تحلیل ریاضی و استدلال هندسی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. بنابراین ویژگی مهم روش ابن‌هیثم، نه تقدم مطلق تجربه بر برهان، بلکه تناسب و تعامل ابزارهای مختلف معرفتی در نسبت با موضوع پژوهش است. بر این اساس، اهمیت تاریخی ابن‌هیثم را می‌توان در بازسازی ساختار تولید معرفت علمی دانست. او سنت برهانی پیشینیان را حفظ کرد، اما جایگاه تجربه را از مرحله‌ای صرفاً مقدماتی به بخشی از فرآیند اعتباربخشی به معرفت ارتقا داد. از این رو، نوآوری اصلی او نه گسست کامل از سنت ارسطویی و نه تحقق کامل روش علمی مدرن، بلکه ایجاد پیوندی تازه میان مشاهده، آزمون، ریاضیات و برهان بود؛ پیوندی که یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تاریخی تحول روش علمی در دوره‌های بعد به شمار می‌آید.

منابع

- ابن ابی اصیبعه، احمد بن قاسم (۲۰۰۱). *عیون الأنباء فی طبقات الأطباء* (نزار رضا، مصحح؛ ج. ۱). بیروت، لبنان: دار مکتبه الحیاه.
- ابن هیثم، الحسن بن الحسن (۱۳۵۴ق). *رساله فی الضوء*. در *مجموع رسائل ابن الهیثم*. حیدرآباد دکن، هند: دائره المعارف العثمانیه.
- ابن هیثم، الحسن بن الحسن (۱۹۳۸). *رساله فی ضوء القمر* (A. H. Mursi، مصحح). قاهره.
- ابن هیثم، الحسن بن الحسن (۱۹۸۳). *المناظر* (عبدالحلیم صبره، مصحح). کویت: المجلس الوطنی للثقافه و الفنون و الآداب.
- ابن هیثم، الحسن بن الحسن (۸۶۹ق). *المناظر* (نسخه خطی، شماره ۲۴۴۸). استانبول، ترکیه: کتابخانه ایاصوفیا.
- آقایانی چاوشی، جعفر (۱۳۹۳). روش های ابتکاری ابوالوفای بوزجانی و ابن هیثم در ساختن آینه های سوزان. *کتاب ماه علوم و فنون*، (۸۴)، ۸۷-۹۸.
- پازری، سهیلا (۱۳۸۵). استقراء در نظر ابن هیثم. *میراث آینه*، ۳۵، ۲۱۳-۲۵۲.
- حافی، محمد؛ باقری، ماهین؛ میرزاپور، مهدی و ذکیانی، غلامرضا (۱۳۹۷). مبنایذیری اشکال چهارگانه قیاس ارسطویی. *مطالعات منطقی*، ۹(۲)، ۱-۱۹.
- طوسی، خواجه نصیرالدین (بی تا). *حل مشکلات معینیه*. نسخه خطی، شماره ۲-۲۸، مجلس شورای ملی (مجلس سنا).
- فارسی، کمال الدین (۱۹۵۴). *تنقیح المناظر لدوی الأبصار و البصائر*. نسخه خطی. حیدرآباد دکن، هند: چاپ سنگی.
- معصومی همدانی، حسین (۱۳۸۷). برهان و علیت در طبیعیات و علوم ریاضی: ارسطو، ابن سینا، ابن رشد، ابن هیثم. *نامه مفید*، ۱۴(۶۵)، ۳-۳۴.
- نظیفبک، مصطفی (۱۹۴۳). *الحسن بن الهیثم: بحوثه و کشفه البصریه*، ج. ۱. مصر: مطبعه الاعتماد بمصر.

Aristotle (1941). *The Basic Works of Aristotle* (R. McKeon, Ed.). New York: Random House.

Aristotle (1952). *Meteorologica* (H. D. P. Lee, Trans.). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Aristotle (1984). *Physics*. In J. Barnes (Ed.), *The Complete Works of Aristotle: The Revised Oxford Translation* (Vol. 1). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Aristotle (1989). *Prior Analytics* (R. Smith, Trans.). Indianapolis, IN: Hackett Publishing.

Aristotle (1994). *Posterior Analytics* (2nd ed., J. Barnes, Trans.). Oxford: Clarendon Press.

Ibn al-Haytham, al-Hasan (2002). *The Optics of Ibn al-Haytham: Edition of the Arabic Text of Books IV-V on Reflection and Images Seen by Reflection*. (A. I.

- Sabra, Ed.). Kuwait: National Council for Culture, Arts and Letters.
- Lear, J. (1982). Aristotle's philosophy of mathematics. *The Philosophical Review*, 91(2), 161-192.
- Lindberg, D. C. (1976). *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lloyd, G. E. R. (1996). *Aristotelian Explorations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sabra, A. I. (1989). *The Optics of Ibn al-Haytham, Books I-III: On Direct Vision* (Vols. 1-2). London: The Warburg Institute, University of London.
- Sabra, A. I. (1994). Ibn al-Haytham. In *Optics, Astronomy and Logic: Studies in Arabic Science and Philosophy* (pp. 189-210). Aldershot: Variorum. Reprinted from *Dictionary of Scientific Biography* (Vol. 6, pp. 189-210, 1972).
- Sabra, A. I. (2003). Ibn al-Haytham's revolutionary project in optics: The achievement and the obstacle. In J. P. Hogendijk & A. I. Sabra (Eds.), *the Enterprise of Science in Islam: New Perspectives* (pp. 85-118). Cambridge, MA: MIT Press

Transliteration

- Aghayani Chavoshi, J. (2013). Abu al-Wafa'i Bozjani and Ibn al-Haytham's innovative methods in making burning mirrors. *Ketab Mah Ulum va Funun*, (84), 87-98. [In Persian]
- Fārsī, Kamāl-al-Dīn (1954). *Tanqīḥ al-Manāẓer le-ḡawī al-abṣār wa al-baṣā'ir*. Hyderabad: lithograph. [In Arabic]
- Hafī, M.; Bagheri, M.; Mirzapour, M. & Zakiani, Gh. (2018). The Groundability of Four Figures of Aristotelian's Syllogism. *Logical Studies*, 9(2), 1-19. [In Persian]
- Ībn Abī Oṣaybe'a, Aḥmad b. Qāsem (2001). *'Oyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭebbā'*. Vol. 1. Beirut: Dār Maktabat al-Ḥayāt. [In Arabic]
- Ībn al-Hayṭam, al-Ḥasan b. al-Ḥasan (1935). *Rīsāla fī al-ḡaw'*. the letters of Ībn al-Hayṭam. Hyderabad: Dā'erat ul-Ma'āref al-'Oṭmānīya. [In Arabic]
- Ībn al-Hayṭam, al-Ḥasan b. al-Ḥasan (1938). *Resāla fī ḡaw' al-qamar*. Cairo. [In Arabic]
- Ībn al-Hayṭam, al-Ḥasan b. al-Ḥasan (1983). *Al-Manāẓer* (Abd al-Halim Sabra, corrected). Kuwait: National Council for Culture, Arts and Letters. [In Arabic]
- Ībn Ebn al-Hayṭam, al-Ḥasan b. al-Ḥasan (1465). *Al-Manāẓer* (manuscript, number 2448). Istanbul, Türkiye: Hagia Sophia Library. [In Arabic]
- Masoumi Hamedani, H. (2008). Causality and Demonstration in Physical and Mathematical Sciences: Aristotle, Avicenna, Averroes and Alhazen. *Nameh-e-Mofid*, 14(65), 3-34. [In Persian]

- Nazif Bek, M. (1943). *Al-Ḥasan b. al-Hayṭam: His Research and Discovery of the Basriyya* (Vol. 1). Egypt: Al-At-Tameed Press in Egypt. [In Arabic]
- Pazari, S. (2006). Induction in the view of Ibn al-Haytham. *Miras ayin*, 35, 213-252. [In Persian]
- Ṭūsī, Kāḡeh Naṣīr-al-Dīn (n.d.). *Hall-e Moškēlāt-e Mo'īnīyya*. Manuscript, no. 2-28, Maḡles-e Šūrā-ye Mellī (Maḡles-e Senā). [In Arabic]