ابن هیثم و نظریهٔ هندسی ابصار[1]

آرش موسوی
کارشناس ارشد فلسفهٔ علم

چکیده

ابن هیثم نورشناس بزرگ اسلامی، برای نخستین بار نظریه‌ای درست دربارهٔ ابصار داد و با استفاده از آثار گذشتگان الگوئی علمی و ریاضی از ساختمان چشم و اجزای آن بدست داد، نظریه‌ای که از طریق ترجمهٔ کتاب المناظر او به زبان لاتینی در قرون وسطا، به اروپا نیز راه یافت و نظر دانشمندان اروپا را به خود جلب نمود و آنان را تحت تأثیر خود قرار داد.

کلید واژه‌ها ابن هیثم، ابن سینا، فیثاغورس، ارسطو، ابصار، ساختمان چشم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

آن دسته از پژوهشگران که با تاکید بر ملاحظات فلسفی و روش شناختی به تاریخ علم نظر می‌کنند عمدتاً نوزایی و تجدید حیات علمی دنیای غرب را ثمره و پیامد جان گرفتن دوبارهٔ روح فیثاغوری گری دانسته‌اند. رهیافت فیثاغوری نوعی نگاه به طبیعت است که در آن «واقعیت» عبارتست از هماهنگی ریاضی موجود در طبیعت. دانشمند فیثاغوری مشرب معتقد است که معرفت نسبت به این هماهنگی ریاضی، بمنزله کسب بصیرت در خصوص ساختار بنیادین عالم است. در مقابل این جریان فکری، در سنت ارسطویی که تقریباً سرتاسر قرون وسطی را زیر سیطرهٔ خود دارد، ریاضیات چندان جایگاه رفیعی ندارد و «کم» تنها یکی از مقولات دهگانهٔ

---

۱. فکراولیهٔ این مقاله در کلاس ارزشمند جناب آقای دکتر جعفر آقایانی چاوشی شکل گرفت. از خداوند می‌خواهم ایشان را که نمونهٔ یک پژوهشگر واقعی هستند، برای جامعهٔ علمی ایران حفظ فرماید.

ارسطوئیست. ارسطو در آثار خود به وضوح رویکرد فیثاغوری را رد کرده است.

علم «اِبصار» نیز همچون سایر علوم در میانه قرون وسطی زیر سیطرهٔ رویکرد ارسطوئی بوده است. مفاهیم این علم در این دوره عمدتاً خصلتی غیر کمی و غیر هندسی داشته و مسائل محوری این علم مشتمل بر فقرات زیرین بوده‌اند:

ـ ماهیت و حقیقت نور چیست؟

ـ آیا نور حرکت می‌کند؟

ـ وقتی می گوییم هوا جسمی شفاف است منظورمان دقیقاً چیست؟

ـ آیا شفافیت خاصیتی دائمی و مستقل است یا اینکه خاصیتی بالقوه است که با حضور نور فعلیت می‌یابد؟

ـ چشم انسان چگونه می تواند بدون تماس با یک منظره آن را احساس کند و ببیند؟

آیا شکل و صورت منظره توسط نور به چشم انتقال می‌یابد؟ در این صورت چگونه ممکن است صورت یک شیء از ذات آن جدا شود و به جایی دیگر انتقال پیدا کند؟

ابن هیثم، دانشمند و فیلسوف نامدار دنیای اسلام در قرن چهارم هجری بخش بزرگی از مساعی خود را مصروف پژوهش دربارهٔ فرایند «ابصار» نموده است. با این حال و در کمال شگفتی پرسشهایی از قبیل آنچه یاد شد اساساً برای او مطرح نبوده است. بخش اول از کتاب المناظر (رساله در اپتیک) به ساز و کار «دیدن» اختصاص دارد. این بخش از کتاب شامل یک تحلیل دقیق هندسی از اجزاء تشکیل دهندهٔ چشم، موقعیت مکانی و نسبی آنها و خواص فیزیکی شان (آناتومی چشم) و پس از آن بررسی کارکرد هر یک از این اجزاء در شکل‌گیری بینایی (فیزیولوژی چشم) است. این بخش همچنین با مدل سازیهای هندسی و بررسیهای دقیقی از مراحل ایجاد ادراک بصری تکمیل می‌شود. طرح ابن هیثم در مواجهه با مسالهٔ ابصار که در جای جای آن از دانش وسیع خود در زمینهٔ اپتیک بهره برده است برای یک متخصص چشم در روزگار ما الگویی کاملاً آشناست. ابن هیثم اگرچه در میانهٔ قرون وسطی و در متن جهان‌بینی ارسطویی زندگی می‌کند اما رهیافتی که در قبال مطالعهٔ چشم و مکانیزم دیدن اتخاذ کرده اساساً رهیافتی ریاضی و متعلق به عصر جدید است.

۱. علم ابصار و روش شناسی رایج در عصر ابن هیثم

ترسیم شکل کلی از روش شناسی غالب در قرن چهارم هجری کار چندان دشواری نیست. مثلاً در آثار شیخ الرئیس بو علی سینا که تجسم کامل و نمایندهٔ مبرّز عصر خویش است. مبحث

ابصار را مشاهده می‌کنیم.

مقالهٔ سوم از کتاب ششم طبیعیات شفا به بحث در علم ابصار اختصاص یافته است. ابن سینا تقریباً در یک سوم این مقاله به کنکاش پیرامون «حقیقت نور» و به تبع آن به بحث در باب حقیقت رنگ و ماهیت جسم شفاف می پردازد. پس از بدست دادن تعریفی از نور و تقسیم اشیاء به دو دسته شفاف و غیر شفاف، ابن سینا در بحث از شفاف می نویسد:

شفاف گاهی بالفعل است و زمانی بالقوه و برای اینکه شفاف بالفعل شود به استحاله ای که در خود آن روی دهد محتاج نیست بلکه باید در غیر آن استحاله روی دهد یا حرکتی در غیر آن انجام گیرد، چنانکه مسلک و منفذ برای بالفعل شدن نیازمند استحاله در ذات خود نیستند بلکه به وجود سالک و نافذ محتاجند.[۲]

ورود ابن سینا به بحث همانطور که از این فقره کوتاه آشکار است، ورودی غیر کمی است و این از یک فیلسوف مشائی چندان بعید نیست. مفاهیم «قوه» و «فعل» در بررسی پدیدارهایی که به نوعی با حرکت و تحول همراهند مفاهیم کلیدی سنت ارسطوئی‌اند. فلاسفهٔ مشائی هرگز حرکت را در ریاضیات مورد بحث قرار نمی‌داده‌اند. زیرا آنان باور نداشتند که ریاضیات کلید فهم تغییر یا حرکت باشد. ارسطو خود تغییر را فرایندی می‌داند که محصول آن چیزی نو و جدید است. او تغییر را صرفاً توالی اشیاء در زمان نمی‌داند. از نظر ارسطو تغییراتی در جوهر و کیفیت بوقوع می پیوندند که دستخوش رفتار ریاضی نیستند. بهمین جهت است که می‌بینیم ابن سینا در مواجهه با پدیداری همچون عبور نور از یک جسم شفاف اساساً توجهی به هندسه حرکت ندارد. عبور نور از نظر ابن سینا قوه‌ای در جسم شفاف است که به فعلیت رسیده است و اگر مسأله‌ای وجود دارد در تبیین چگونگی این تبدّل است و نه در جای دیگر.

ابن سینا پس از این مقدمات وارد مسأله اصلی یعنی کیفیت ابصار می‌شود. از نظر او ابصار بطور خلاصه پیامد انطباع یا ورود صورت گونه یا شبحی از مُبصَر (شیء مرئی) به چشم است. او می‌نویسد:

> سخن ما این است که احساس از راه انفعال پیدا می‌شود نه از راه انتقال. انفعال هم این نیست که منفعل قوهٔ فاعل یا کیفیت آنرا سلب کند بلکه انفعال آنست که مثل و مانند قوه ای که در فاعل است یا جنسی غیر آنرا بپذیرد. ما گوییم چشم فی نفسه صورتی مُشاکل و مانند صورت موجود را می‌پذیرد نه

---

۲. شیخ الرئیس حسین بن عبداللّه بن سینا، روانشناسی شفا، ترجمهٔ اکبر داناسرشت، انتشارات امیرکبیر، تهران ۱۳۶۳.

خود مُبصَر را و این چیز را که چشم احساس می‌کند تقریباً مشابه و مانند با مشمومات و ملموسات است و نیروی حاسه باینطور انفعال می‌یابد که صورت محسوس را سلب نمی‌کند بلکه در آن چیزی مانند صورت محسوس پیدا می‌شود.[۳]

در اینجا نیز می بینیم که مفاهیم قوه و فعل میدان دار اصلی‌اند و مکانیزم صوری ابصار بطور کامل مورد غفلت قرار گرفته است. نتیجه این است که ابن سینا با سهولت و در خلال چند جمله نظریه خود را صورتبندی کرده و بقیهٔ مطلب را به رفع و تحلیل شبهات اختصاص می‌دهد. مهمترین این شبهات که بخش اعظم مساعی او را به خود معطوف داشته معضل «احساس از فاصله» است. بعبارت دیگر این مسأله بطور طبیعی در دامن چنین نظریه‌ای می‌روید که چگونه ممکن است صورت یک شیئ از ذات آن خارج شده و به چشم انتقال یابد، حال آنکه اصولاً در آعراض انتقال محال است. ابن سینا می‌کوشد این مسأله را با پیش کشیدن مفهومی با عنوان «شبحی از صورت» پاسخ گوید. او می نویسد:

اشیاء دو قسمند. یکی آنکه بتوسط ملاقات انفعال از آن در احساس حاصل می‌شود. دوم اشیائی که چون ملاقات شدند چیزی از آن که مورد نیاز است جدا می‌شود که مانند خود آن اثری بخشد و این اثر در بحث فعلی ما شعاعی است که در اتصال به صورت مرئی به آن احتیاج است تا اینکه مبصَر بتواند شبحی از صورت خویش را در غیر خود القاء کند.[۴]

پرداختن به تمام جوانب نظریه ابن سینا مجال فراخی می‌طلبد. اما همین فقرات کوتاه از گفتار او بصورتی جامع روش شناسیِ رایج در عصر ابن هیثم را پیش روی می‌نهند. وفاداری تام و تمام به دستگاه مفهومی ارسطویی، بی‌توجهی به مکانیزم صوری ابصار و مغفول نهادن ابزارهای هندسی و ریاضی در بازنمایی این مکانیزم، مهمترین مختصات این فضای روش شناسی‌اند و در چنین فضایی است که ابن هیثم به ارائهٔ نظریهٔ ابصار خویش می پردازد.[۵]

---

۳. همان. ۴. همان.

۵. در عصر ابن هیثم نظریهٔ دیگری که بر اساس آن ابصار با خروج شعاعی از چشم و برخورد آن به مُبصَر صورت می‌پذیرد نیز وجود داشت. از آنجا که تمرکز مقالهٔ حاضر اساساً برتقابل روش شناسی بوده و نه تقابل محتوایی، از بررسی تفصیلی این نظریه احراز کردیم. روشن است که در روزگار مورد بحث فضای روش شناسی غالب، فضایی ارسطوئیست.

۲. ابن هیثم و نظریه ابصار

چکیدهٔ مشاهدات و پژوهشهای مهم ابن هیثم در کتاب دوران سازش کتاب المناظر ارائه شده که تا امروز بعنوان شاهکاری در نورشناسی (اپتیک) شناخته شده است. ترجمهٔ لاتینی قرون وسطایی آن نیز با عنوان *De aspectibus* موجود است. این کتاب شامل مباحثی در انتشار نور، رنگها، آزمونهایی دربارهٔ زاویهٔ تابش و بازتابش نور، یک آزمایش ابتکاری در باب پخش نور در جو زمین، معرفی اتاق تاریک و بسیاری مباحث متنوع دیگر است. دیگر کارهای ابن هیثم در زمینهٔ اپتیک عبارتند از رساله‌ای دربارهٔ شفق، بحثهایی پیرامون رنگین کمان، هالهٔ نور، آئینه‌های کروی، استوانه‌ای و سهموی، سایه، خسوف و کسوف و شکست نور در محیط هایی مثل آب، هوا، شیشه و غیره.[۶]

ابن هیثم در کنار تمام این مباحث البته طرح دقیقی هم از ساختمان چشم و مکانیزم دیدن ارائه کرده و این طرحی است که نه تنها در مضمون و محتوای علمی‌اش بلکه از دیدگاهی روش شناسی هم حائز اهمیّت بسیار است.

گفتار نخست از کتاب المناظر شرایط لازم برای پیدایش احساس بینایی را بترتیب چنین ذکر می‌کند:

۱. شئ مرئی یا خود باید منیر باشد یا آنکه نور را از یک منبع منیر بگیرد.
۲. میان چشم و شئ منیر باید فاصله‌ای وجود داشته باشد.
۳. خط واصل چشم و شئ منیر توسط جسم کدری قطع نگردد.
۴. شئ منیر باید از حداقلی حجم برخوردار بوده و کاملاً شفاف نباشد.
۵. چشم باید از بیماریها و صدمات در امان باشد.[۷]

پس از این بحث مقدماتی ابن هیثم وارد مسألهٔ اصلی یعنی مکانیزم بینایی می‌شود و در ابتدا به توصیف ابزار حس بینایی یعنی چشم می پردازد.

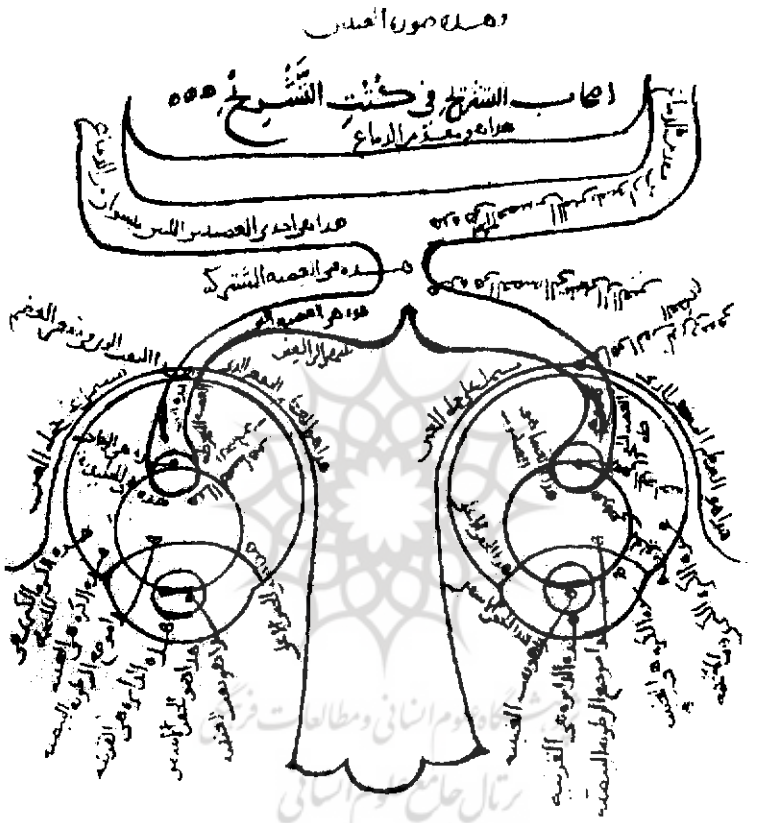
---

6. Khattak, M, "Ibn Al-Haitham and his scientific Methods". *First Congress in Commemoration of Ibn Al-Haitham*, Pakistan, 1964.

۷. صالح طباطبایی، ابن هیثم فیزیکدان اسلامی، تهران، روزنه، ۱۳۷۸، ص ۱۴۴.

۲ـ۱ ساختار تشریحی چشم

تشریح ساختار چشم در طرح ابن هیثم با یک جفت عصب نوری آغاز می شود.



شکل ۱. ساختار تشریحی چشم بنا بر نظر ابن هیثم از دستنوشتهٔ کتاب المناظر که در سال ۴۷۶ هجری قمری نوشته شده است. استانبول، کتابخانهٔ سلیمانیه، دستنوشتهٔ ۳۲۱۲ فاتح، جلد اول، ص ۸۱.

این اعصاب نوری از نخاع سرچشمه می‌گیرند و به سمت مغز میانی پیشروی می‌کنند. در اینجا این دو بصورت یک عصب واحد در یک نقطه بهم می‌پیوندند. در مرحله بعد این عصب واحد مجدداً به دو شاخه تقسیم می‌شود که هر شاخه به سمت یکی از دو چشم پیشروی می‌کند (شکل ۱). ابن هیثم سپس عصب نوری را توصیف می‌کند که از طریق یک روزنه وارد کرهٔ چشمی می‌گردد و در حین داخل شدن به دو شق تقسیم می‌شود. این تقسیم شدن البته در هر دو

چشم شکل یکسانی دارد.

پس از این بخش مقدماتی ابن هیثم بحث خود را با تشریح ساختارهای چشمی دنبال می‌کند و موقعیت نسبی هر یک را بدقت مشخص می سازد. او با ترسیم خط مستقیمی کرهٔ چشم را به دو قسمت تقسیم می‌کند و اجزاء چشمی را بترتیب زیر مشخص می نماید:

۱. غشاء چشمی یا ملتحمه[۸] که کرهٔ چشم را همچون محافظی در بر می‌گیرد.

۲. عنبیه[۹] که در قسمت جلویی خود شامل یک روزنه است و چنانکه ابن هیثم می گوید کره‌ای گرد و مجوف است که در بیشتر مردم به رنگ سیاه و گاهی به رنگ آبی یا میشی نیز دیده می شود. عنبیه پردهٔ نازکی است که محل آن در بخش پیشین کرهٔ چشم در میان ملتحمه است. بخش اعظم داخلی آن را ملتحمه در برگرفته است و در وسط بخش خارجی و نمایان آن سوراخی بنام «مردمک»[۱۰] وجود دارد. فضای خالی عنبیه را مایع سفید، زلال و شفافی که مایع بیضیه[۱۱] نامیده می‌شود پر می‌کند.

۳. قرنیه که پرده‌ای محکم، سفید و شفاف است و با لبه‌های روزنهٔ چشمی جفت می‌شود.

۴. جلیدیه که همان بلوریه یا عدسی بلورین[۱۲] چشم است.

ابن هیثم دربارهٔ این بخش از چشم چنین گفته است:

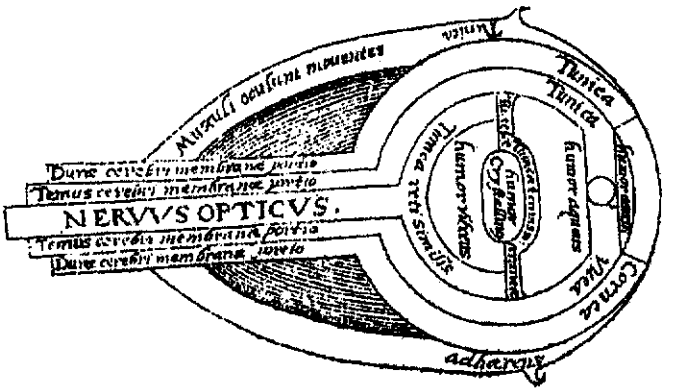
در بخش پیشین از فرورفتگی عنبیه، کره‌ای کوچک، سفید و آبگون با رطوبتی غلیظ و متراکم و در عین حال آبدار قرار دارد. این کره کاملاً شفاف نیست، بلکه اندکی غلظت در آن وجود دارد، آنچنان‌که شفافیت آن به شفافیت شبنم یخزده (جلید) می‌ماند و از این رو جلیدیه خوانده می‌شود. جلیدیه در یک سوی حفره‌ای که بوسیلهٔ عصب بینایی احاطه شده، جای گرفته است. خمیدگی سطح پیشین آن اندک است و به خمیدگی سطح خارجی دانه عدس شباهت دارد. پس سطح پیشین آن بخشی از یک سطح کروی است که بزرگتر از سطح کروی دربرگیرندهٔ بقیه آن است. سطح پیشین جلیدیه در برابر روزنهٔ جلوی عنبیه قرار دارد و نسبت به آن در وضعیتی مشابه قرار گرفته است . . . و این مایع به دو بخش با شفافیتهای متفاوت تقسیم می گردد: بخشی که در جلوی جلیدیه قرار دارد (زلالیه) و بخش دیگری که در پس آن قرار گرفته است و شفافیتش همچون شفافیت خرده شیشه می‌ماند و از اینرو زجاجیه[۱۳] نامیده می‌شود.[۱۴]

---

۸. Conjunctiva. ۹. Iris. ۱۰. Pupil.

۱۱. Aqueous Humor. ۱۲. rystalline Lens. ۱۳. Vitreous Humor.

۱۴. بنقل از: صالح. طباطبایی، ابن هیثم فیزیکدان اسلامی، تهران روزنه، ۱۳۷۸، ص ۱۴۸.



شکل ۲. ساختمان چشم از تاب اُپتیکای نساوروس، ترجمه لاتینی المناظر.

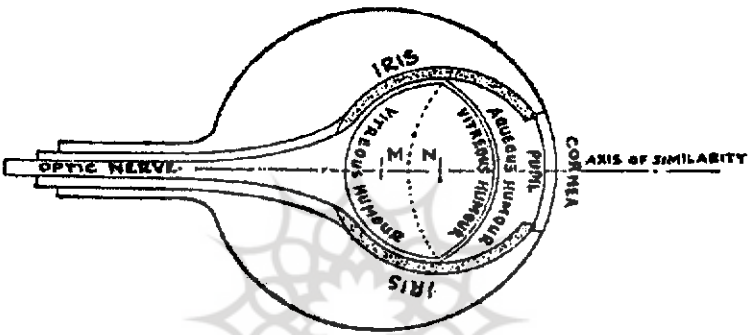
ابن هیثم همچنین متذکر می‌شود که عصب نوری پس از ورود به چشم در داخل عنبیه به دو شاخه تقسیم می‌شود. این دو شاخه درست در نقاطی که عدسی و عنبیه بهم می‌رسند خاتمه می‌یابند. او علاوه بر این توضیح می‌دهد که این نقاط سرحدات مایع شفاف چشمی‌اند. طرح کلی ابن هیثم را از ساختار تشریحی چشم در شکل ۲ بخوبی می‌توان بازنمایی کرد.

۲ ـ ۲ مکانیزم بینایی

پس از اینکه ابن هیثم هندسهٔ چشم را ترسیم می‌کند وارد بحث نقش این ساختارهای تشریحی در شکل‌گیری تصویر و ادراک بصری می‌شود. او به تفصیل در مورد چگونگی عبور نور از محمل‌های گوناگون چشم و کیفیت بینایی توضیح می‌دهد. ابن هیثم نشان می‌دهد که محیط قرنیه خمیده است و بخش داخلی آن، جائی که با روزنه چشمی لب به لب می‌گردد در انطباق با تحدب سطح بیرونی‌اش شکل مقعر به خود می‌گیرد. او در جلد اول از کتاب المناظر می‌گوید که قرنیه سطح عنبیه را در نقاطی قطع می‌کند که بر روزنهٔ چشمی محیطند و چون از قبل می دانیم که شعاع قرنیه بزرگتر از شعاع عنبیه است و کرهٔ عنبیه با قرنیه هم مرکز نیست و متمایل به جلوی چشم می‌باشد، لذا مرکز قرنیه نسبت به مرکز عنبیه متمایل به قسمت عقب چشم خواهد بود.

برای تشریح آنچه دقیقاً مد نظر ابن هیثم بوده است بازسازی موثری توسط مصطفی نظیف

بی‌صورت گرفته که در اینجا بنقل آن می پردازیم.[۱۵] مرکز قرنیه را در شکل ۳ بـا M مشـخص کرده و مرکز عنبیه را با N نشان می دهیم. همانطور که در شکل دیده می شود نقطه M به بخش عقب چشم متمایل است در حالیکه N در قسمت جلوی چشم قرار می گیرد. حال اگر خطی که M و N را به یکدیگر وصل می‌کند امتداد دهیم در یک طرف از مرکز روزنه چشمی خواهد گذشت و در سوی دیگر از بخش عقب چشم جایی که عصب نوری از میان یک حفره در استخوان چشمی به چشم وارد می‌شود.



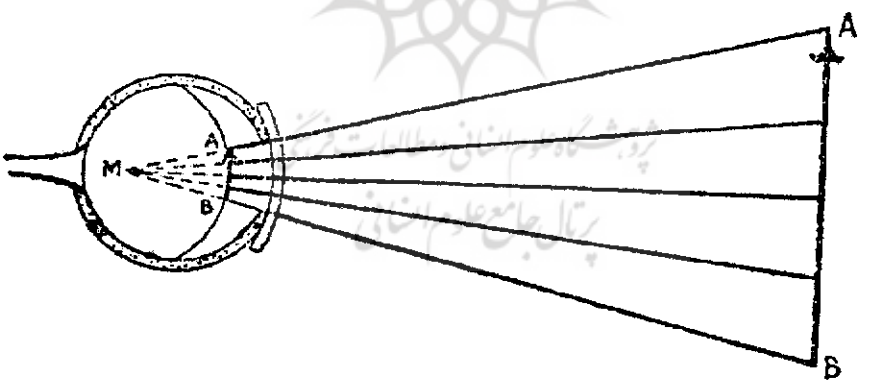
شکل ۳. بازنمایی نظریهٔ ابصار ابن هیثم

ابن هیثم سپس توضیح می دهد که سطح عدسی بصورت دوطرفه قابلیت انبساط دارد و این انبساط همیشه بگونه‌ایست که مرکز کرهٔ شکل گرفته از قسمت جلوی آن بر نقطه M یعنی مرکز سطح قرنیه منطبق می‌گردد. ابن هیثم نقطه M را بطور صـریح «نـقطه بـینایی» نـامیده است. او همچنین متذکر می‌شود که همه ساختارهای شفافی که میان جلوی فضای عدسی و بخش بیرونی قرنیه جای گرفته‌اند شکل کروی دارند و مرکز دایره های حاصل از این قسمتها بر هم منطبقند. این مرکز مشترک هم البته همان نقطه بینایی است.

ابن هیثم گام به گام به پیش می‌رود و پس از این مرحله وارد تشریح هندسی زیبایی از نحوهٔ شکل‌گیری تصویر در چشم می‌شود. آنچه او در این تشریح از آن استفاده می‌کند یک قـضـیه سادهٔ هندسی است: «خطی که بطور عمودی دایره‌ای (یا کره‌ای) را قطع می‌کند از مرکز دایره (یا کره) خواهد گذشت.» او همچنین از این قانون اپتیکی آگاه است که نور وارد شده به یک محیط اگر بشکل عمودی داخل شود شکسته نخواهد شد. تشریح هندسی ابن هیثم بـطور خـلاصه در

15. Nazif Bey, M. «Ibn Al - Haitham's Work on Optics». *First Congress in Commemoration of Ibn Al-Haitham*, Pakistan 1964.

شکل ۴ بازسازی شده است. مخروطی را در نظر بگیرید که رأس آن بـر نـقطه M قـرار دارد و قاعده‌اش روزنهٔ چشمی است. این مخروط اگر به سمت بیرون چشم امتداد یابد نهایتاً به نقاط A و B خواهد رسید که دو انتهای یک جسم خارجی را نمایش می‌دهند. حال اگر شعاعهای نوری که از این جسم نشأت می‌گیرند به چشم برسند، چون این شعاعها در خط مستقیم سیر مـی‌کنند و بطور عمودی به سطوح ساختارهای شفاف چشمی برخـورد مـی‌کنند بـدون شکست بـه مـحیط عدسی می‌رسند. تصویری که از این شعاعها در اینجا شکل می‌گیرد بوضوح در تناظر یک به یک با جسم خارجی است. بعبارت دیگر هر نقطهٔ جسم در یک نقطه از تصویر منعکس مـی‌شود و بالعکس هر نقطه از تصویر، انعکاس نقطه‌ای از جسم است. پس در نهایت از هر شئ تصویری در چشم شکل می‌گیرد که کاملاً با خود شئ انطباق دارد. از آنجا که قرنیه به غشای چشمی و این یکی به عنبیه و عنبیه به عدسی متصل است و عصب نوری در سرحدات این ساختارها با آنها در ارتباط می باشد، تمام ساختارهای تشریحی چشم در هیأت یک کرهٔ دنباله دار واحد هستند و اگر چشم به چپ یا به راست یا بالا و پایین حرکت کند تمام این ساختارها در جهت واحدی بطور هماهنگ تغییر جهت می دهند و مرکز واحدشان یعنی نقطه بینایی را حفظ می‌کنند.



شکل ۴. مخروط شعاعی ابن هیثم

ابن هیثم بتفصیل دربارهٔ شعاعهای نوری که بطور غیر عمودی به چشم وارد مـی‌شوند نـیز بحث می‌کند و آنها را منشأ ایجاد تصاویر تار و مبهم می داند. سپس او بسراغ این مسأله می رود که یک جفت چشم چگونه با حفظ یگانگی فردی شان بصورت یک کل واحد عمل می‌کنند، چگونه «ادراک» شکل می‌گیرد و عصب نوری در شکل گیری آن چه نقشی دارد.

۲ ـ ۳ محدودیتهای نظریهٔ ابن هیثم

مدل ابن هیثم اگر در مقایسه با مدلهای پیشرفتهٔ چشم که در روزگار حاضر در اختیار ماست مورد مداقه قرار گیرد البته حاوی کاستیهایی خواهد بود. تردیدی نیست که شماری از جزئیاتی که ابن هیثم دربارهٔ ساختمان چشم آورده است، با آنچه امروز در دانش فیزیولوژی معلوم گردیده ناسازگار می‌نماید. بطور مثال چنان‌که پیشتر دیدیم ابن هیثم عنبیه را کُره می‌پنداشته است، در حالیکه امروزه می‌دانیم عنبیه صفحهٔ دایره‌ای شکلی است که در جلوی عدسی قرار گرفته است. با این حال انکار نمی‌توان کرد که کلیات سخنان ابن هیثم در تشریح ساختمان چشم رویهم رفته صحیح‌اند. بنابراین در این قسمت از ناسازگاریهای جزئی در تشریح ساختمان چشم می‌گذریم و تنها به برخی از مهمترین کاستیهای نظریهٔ او در مکانیزم ابصار اشاره خواهیم کرد.

ابن هیثم معتقد است احساس بینایی پس از ورود پرتوهای نور به چشم تنها در عدسی چشم و نه در هیچیک از پرده های دیگر بوقوع می پیوندد. ابن هیثم در این باره چنین گفته است:

> اگر به جلیدیه آسیبی برسد، ولی سایر پرده‌های چشم سالم باشند، بینایی از میان می رود و اگر سایر پرده‌های چشم دچار آسیبی شوند که همه یا بخشی از شفافیت آنها بر جای مانده باشد، ولی جلیدیه سالم باشد، بینایی از میان نمی‌رود.[۱۶]

بنظر می رسد که ابن هیثم نقش سایر پرده‌های شفاف چشم را منحصر به گذردهی و رساندن پرتوهای نوری به جلیدیه می‌دانسته است. او در این زمینه گفته است:

> اگر در روزنه عنبیه (مردمک) مانعی پدید آید و شفافیت مایع درون آن (زلالیه) زایل گردد، بینایی با وجود سلامت قرنیه از میان می‌رود و هنگامی که آن مانع برطرف گردد بینایی باز می‌گردد. همچنین اگر در داخل مایع بیضیه (زلالیه) بخش در و غیر شفافی روبروی جلیدیه پدیدار شود و در میان روزنهٔ عنبیه (مردم) و جلیدیه حائل گردد بینایی از میان می‌رود و هنگامی که کدر بودن آن بخش برطرف گردد یا آنکه آن بخش کدر از راستای خط مستقیم واصل میان جلیدیه و سوراخ عنبیه کنار رود، یا به سوی دیگر منحرف شود بینایی باز می‌گردد. فن پزشکی به همهٔ اینها گواهی می دهد.[۱۷]

ابن هیثم با آنکه می‌داند پرده‌های شفاف جلوی عدسی همانند سطح خود عدسی سطوح روی هم مرکز و شفافند، ولی در نظریهٔ خویش از قدرت انکساری این گونه سطوح روی غفلت ورزیده

---

۱۶. بنقل از: صالح طباطبایی، ابن هیثم فیزیکدان اسلامی. تهران روزنه، ۱۳۷۸، ص ۱۵۰.

۱۷. همان ص ۱۵۱.

است. وی همچنین در تصور خود مبنی بر این که عدسی نخستین اندام حس کنندهٔ نور در چشم است به خطا رفته است.

فرضیه دیگر ابن هیثم این است که گرچه نور از هر نقطه از سطح شئ مرئی به سطح قرنیه چشم می‌تابد، ولی تنها بخشی از آن پس از عبور از قرنیه، زلالیه و مردم به سطح جلویی عدسی می‌رسد و این بدین خاطر است که از همه پرتوهای گسیل شده از شیء تنها پرتویی که بر سطح پرده‌های جلویی چشم عمود باشد می‌تواند بدون هیچ انکساری به سطح عدسی برسد. بنابراین شیء مرئی تنها هنگامی برای چشم قابل رویت خواهد بود که پرتوهای نور گسیل شده از آن شیء در داخل مخروطی قرار گیرد که رأس آن در مرکز چشم و قاعده‌اش سوراخ عنبیه (مردمک) باشد. از اینرو زمانی که شیء مرئی بیرون از مخروط شعاع قرار گیرد نباید دیده شود.

البته ابن هیثم این فرضیه را بعداً در ضمن گفتار هفتم از کتاب المناظر مورد تجدید نظر قرار داد. تجربیات متعدد ابن هیثم نشان می‌داد که اگر شیء مرئی بیرون این مخروط نیز واقع شود باز رویت آن امکان پذیر است. او در این خصوص چنین گفته است:

> آزمایشگر سوزن باریکی را برمی‌دارد . . . و در جایگاهی روبروی دیوار سفیدی می نشیند و یکی از چشمانش را می‌پوشاند و آن سوزن را در برابر چشم دیگرش می گیرد و آنقدر به چشم خود نزدیک می‌کند تا به پلکهای چشمش بچسبد. آنگاه در حالیکه سوزن را در برابر چشمش گرفته، به دیوار سفید روبرویش می‌نگرد. در این حالت سوزن را همچون جسم نیمه شفافی مشاهده می‌کند و آن بخش از دیوار را که پشت سوزن قرار گرفته، به تمامی می بیند.[۱۸]

ابن هیثم از این آزمایش چنین نتیجه گرفته است که اگر بنا بود تنها پرتوهایی که در راستای عمود وارد چشم می‌شوند، قابل احساس باشند، آن بخش از دیوار که درست پشت سوزن واقع شده نمی‌بایست دیده شود. از این‌رو ناگزیر پرتوهای دیگری که از دو طرف سوزن در راستای مایل به سطح چشم برخورد کرده و پس از نفوذ در آن به صورت مایل به جلیدیه رسیده‌اند، باید رویت شده باشند.

محدودیتهای نظریهٔ ابن هیثم چه آنها که خود بدان تفطن یافته و مورد اصلاح و جرح و تعدیل قرار داده و چه آنهایی که قرنها پس از او مورد بازبینی و تجدید نظر قرار گرفته‌اند همگی کاستیهایی محتوایی اند نه روش شناسی. مدل ابن هیثم اگر چه در پرتو انبوه یافته‌های فیزیولوژیکی و نورشناختی معاصر و روشهای آزمایشگاهی پیشرفته روزگار ما می‌تواند اندکی

۱۸.همان، صص ۱۵۶ ـ ۱۵۵.

ساده بنظر برسد، اما آنچه در این مورد اهمیت دارد درک عمیق ابن هیثم از ضرورتهای روش شناسی یک نظریه مطلوب ابصار است. کنار گذاشتن دستگاه مفاهیم ارسطویی و ورود به تحقیق با طرح مسائلی که اساساً سرشتی کمی و هندسی دارند بزعم بسیاری از فیلسوفان بزرگ تاریخ، طلیعهٔ رنسانس علمی غرب بوده است و ابن هیثم با نظریهٔ ابصار خویش این انقلاب متهورانه در «روش» را قرنها پیش از بزرگانی چون کوپرنیک، کپلر، گالیله، دکارت و نیوتون به نمایش گذاشته است.

۴. ابن هیثم و عصر ریاضیات

الکساندر کوایره مورخ علم برجستهٔ معاصر یکی از نظریه پردازانی است که در باب تفاوت جهانبینی مدرن و جهانبینی قرون وسطایی به تحقیقات وسیعی دست زده است. تأملات دامنه‌دار این مورخ بزرگ فرانسوی در آثار بزرگانی چون گالیله، کپلر، دکارت، هنری مور، بنتلی، نیوتون و لایب نیتس و دیگران نهایتاً وی را بدینجا می‌رساند که آنچه موجبات فاصله‌گیری عمیق دنیای مدرن از دنیای کهن را فراهم می‌آورد دو مشخصه اصلی است:

۱. ویران شدن جهان بسته و مسقّف پیشینیان و جایگزینی جهانی بی شکل و بی‌کران به جای آنکه وحدت خود را وامدار قوانین و اجزاء بنیادین خود می باشد.

۲. هندسی و کمی شدن مکان. یعنی جایگزین شدن تصور ارسطویی از مکان که مجموعه‌ای از فضاها و حیّزهای متفاوت بود با مکان انتزاعی و یکنواخت هندسه اقلیدسی.[۱۹]

بررسی تفصیلی این مشخصات در اینجا به ما کمک خواهد کرد تا جایگاه واقعی ابن هیثم را از یک منظر فلسفی مشخص سازیم.

۴ـ۱ انقلاب ریاضی

جهان، آنطور که پیشینیان ما در آن نظر می‌کردند سلسله مراتبی از حیّزهای اساساً متفاوت بوده است. بر طبق نظر اینان از ماه به بالا همه چیز قدیم و فناناپذیر است. ثوابت و سیارات از عنصر پنجم ساخته شده‌اند و عنصر پنجم برخلاف آب و آتش و باد و خاک که فلک تحت القمر را می‌سازند، دارای ثبات است. بنابراین عجیب نیست اگر ارسطو به استفاده از ریاضیات در حیطه نجوم رضایت می دهد، حیطه ای که در معرض تغییرات کیفی و کون و فساد نیست. اما

۱۹. کریم مجتهدی. نگاهی به فلسفه‌های جدید و معاصر درجهان غرب. انتشارات امیرکبیر، تهران، ۱۳۷۷، ص ۷۴.

به محض اینکه پا را از مدار ماه به پایین می گذاریم، بازار ریاضیات دیگر سکه‌ای ندارد، زیرا همانطور که پیش از این اشاره کردیم ارسطو تیغ ریاضیات را بر تغییرات کیفی کارگر نمی‌داند.

ارسطوئیان با یک چنین دیدگاهی است که بعداً در مقابل نوآوریهای کپرنیک بشدت می‌خروشند. چرا که مناقشه کپرنیک با اخترشناسان همعصرش دربارهٔ دستگاه جدید خورشید مرکزی، اگرچه ظاهراً فقط بر سر تغییر یک مرجع نجومی است، اما معنای ژرفتر این تغییر مرجع قرار گرفتن زمین و لذا کل جهان در یک مدل عظیم ریاضی است و قبول این امر معادل است با برانداختن کل طبیعیات و کیهان شناسی ارسطویی. در حقیقت آنچه در انقلاب کپرنیکی رخ می‌دهد توسعه و تسری مدلهای هندسی به کل عالم است. مدلهایی که تا آن روزگار اجازهٔ پایین آمدن از سرحدات جهان افلاک و ورود به فلک تحت القمر و پای گذاشتن بر روی زمین را نداشتند.

بعد از کپرنیک دیگر زمین نیز داخل در مدل سازیهای ریاضی می‌گردد و سپس جریانی براه می‌افتد از تسری ریاضیات به حرکات موضعی (گالیله) و بعد به کل عالم ماده (دکارت). ادوین آرثر برت در کتاب ارزشمند خود مبادی متافیزیکی علوم نوین تحلیل روشنگرانه ای از این جریان بدست داده و تبار آن را در یونان باستان و در مشرب فیثاغوری جستجو کرده است. او می‌نویسد:

> همه فلسفه خواندگان می‌دانند که در ادوار نخستین قرون وسطی، کلام مسیحی و فلسفه یونان درهم آمیختند، و این فلسفه یونان در آن وقت بیشتر جامهٔ افلاطونی و بلکه نوافلاطونی بر تن داشت. و می‌دانیم که عناصر فیثاغوری در فلسفه نوافلاطونی قوی و بسیار است. به تبعیت از رأی افلاطون که در رسالهٔ پارمینِدس فرایند ظهور کثرت از دل وحدت را دارای ضرورتی ریاضی می‌دانست، جمیع متفکران بزرگ این مکتب، دوست می‌داشتند که نظریات محبوب خویش در باب تجلی و تکامل را به زبان اعداد بیان کنند.[۲۰]

برت یادآور می‌شود که در سرتاسر دوران چیرگی ارسطو بر تفکر قرون وسطی این جریان به هیچ وجه ریشه کن نشد، بلکه بصورت یک جریان فکری مغلوب زنده ماند تا اینکه در قرون پانزدهم و شانزدهم تجدید حیات یافت و بر پرنیک تاثیر کرد. برت سپس می‌نویسد:

> فی الواقع حادترین موضع نزاع میان ارسطوگری حاکم در اواخر قرون وسطی با افلاطونی گری شایع و نیمه نهان آن عصر، همین‌جا بود. این

---

۲۰. دون آثر، برت. مبادی مابعدالطبیعی علوم نوین. ترجمهٔ عبدالکریم سروش. انتشارات علمی و فرهنگی. تهران، ۱۳۷۴. ص ۴۴.

افلاطونی‌گری بر آن بود که ریاضی دیدن کل عالم، بی هیچ اشکالی رواست. افلاطونیان جهان را جوهراً هندسی می دیدند و مقومات بسیط و واپسین آنرا ابعاض محدود فضا می‌دانستند و کلاً آنرا مجسمهٔ یک نظم هندسی ساده و زیبا می‌یافتند. در عوض ارسطوئیان، ریاضیات را دست کم می‌گرفتند. کمیت، نزد آنان یکی از مقولات دهگانه بود نه اهم مقولات. . . حال با چنین موضع زیردستی که به ریاضیات داده بودند، فیلسوفان ارسطویی چگونه می توانستند ببینند که کسی بگوید «همه تلقی خود از طبیعت را نار بگذارید و بجای آن یک نجوم هندسی ساده‌تر و موزون را برگیرید»، و این گفته را تمسخر نکنند؟.[۲۱]

نقشی که ریاضیات در فاصله گذاری میان جهان جدید با دنیای پیشینیان بعهده دارد بیش از هر جای دیگر خود را در آثار رنه دکارت فیلسوف بزرگ فرانسوی نشان می دهد. آن نوع از نگاه به طبیعت که تنها صفات ریاضی را واقعی و منشأ اثر می‌داند و سایر اوصاف را ثانوی و قابل تحویل به ابعاد هندسی بشمار می‌آورد در ضمیر نیمه آگاه بزرگانی چون کپرنیک، کپلر، گالیله و نیوتون که اولین میخ های خیمه عصر جدید را بر پا داشته اند، البته وجود داشته است. اما این دکارت است که متافیزیک جدید را از ابهام به وضوح در می آورد و برای آن به طریق فلسفی دستگاه سازی می‌کند. از دریچه‌ای که دکارت به طبیعت می‌نگرد جهان مادی ماشین عظیمی است که در آن هر کیفیتی موجودیت خود را مدیون دو جوهر بنیادی است: امتداد و حرکت. جهان یک ملاء ممتد است که اجزایش اصولاً کاری جز انتقال حرکات خود به یکدیگر ندارند. این جهان مادی حتی حرکات بدنهای حیوانات و فرایندهای لاشعور فیزیولوژیک انسانی را دربرمی‌گیرد. به نظر دکارت دو عالم وجود دارد: یکی ماشینی ریاضی، عظیم و ممتد در فضا و دیگری عالم ذهن که نامتمد و البته غیر ریاضی است.

آرمان ریاضی دکارت پس از او در متن جریان علمی عصر جدید با جدیت تعقیب شده است. سه قرن پس از فرمول بندی ریاضی کل حوزه حرکات مکانیکی توسط نیوتون، آلبرت اینشتین نام مقالهٔ مشهورش را چنین بر می گزیند: کوششهایی برای استوار ساختن تمام علم فیزیک بر مبنای مکانیک.

دانش ریاضیات پس از فتح سرزمین های مکانیک، فیزیک و شیمی در اینجا نیز متوقف نمی گردد. هدف بعدی زیست شناسی است. گام بعدی این روند را واتسون و کریک در سال ۱۹۵۳ بر می دارند. آنها از داده‌های پراش اشعه ایکس یک مدل از ملکول DNA را که شبیه دو نوار تاب خورده (حلزونی) بود شناسایی کردند که توضیحی فیزیکی برای بسیاری از فرایندهای

---

۲۱. همان، ص ۴۶.

حیاتی فراهم می‌آورد و بدین ترتیب دروازهٔ علوم زیستی را با کلید ژنتیک بر روی تبیینهای فیزیکی ـ شیمیایی و لذا ریاضیاتی گشودند. و بالاخره این روند اکنون حتی محدودیتها و تحذیرهای سلف خود را در نوردیده است. ظهور کامپیوترهای دیجیتال نهایتاً پروسه مزبور را وارد حوزه های روانی ـ ذهنی کرده است . دانشمندان علم «سیبرنتیک» امروزه امکان قالب ریزی سیبرنتیکی روان و ذهن آدمی را مورد بررسی قرار می‌دهند و شباهتهای اساسی میان فرایندهای ذهنی و اصول کار دستگاههای خود تنظیم کننده می‌یابند[۲۲]. آنها بر این باورند که سیبرنتیک دروازه‌ای است که از میان آن ریاضیات وارد علوم ذهن می‌شود . راهی که با دکارت شروع شده بود اینک دکارت را هم پشت سر می‌گذارد.

۴ ـ ۲ ابن هیثم از منظری تازه

المناظر، رسالهٔ فلسفی بلند و مفصلی دربارهٔ ماهیت و سرشت نور نیست. جنس مفاهیمی که ابن هیثم برای کاوش در موضوع مورد مطالعهٔ خویش بکار می‌گیرد و پروسه‌ای که برای رسیدن به پاسخ درخور مسأله طی می‌کند، سرشتی هندسی دارد و این اصلا برخلاف پارادایم غیر کمّی حاکم بر طبیعیات قرن چهارم هجری (دهم میلادی) است. مفاهیمی همچون کُره، دایره، خط مستقیم، انحناء، تحدب و تقعر، تقاطع عمودی، محاطی و محیطی و . . . مجموعه مقولات تبیینی او را تشکیل می‌دهند. ابن هیثم حتی عصب نوری را به شکل یک استوانه توخالی تلقی کرده است. این همه البته بر این واقعیت صحّه می‌گذارند که آنچه مد نظر اوست، ساخته و پرداخته کردن یک مدل هندسی تمام عیار در مواجهه با پدیداری است که می‌باید سازو کارش را تحلیل‌کند. البته نگاه به این مدل از درون عصری که مدل سازی ریاضی برای تبیین هر مساله‌ای، از ساختمان اتم گرفته تا الگوی رفتار کارمندان یک کمپانی اقتصادی شیوهٔ غالب است، چندان برانگیزاننده نخواهد بود. ابن هیثم را باید از منظر روح زمانه خودش نگریست. زمانه‌ای که کم و بیش تحت سیطرهٔ حکومت مشایی و طبیعیات ارسطوست نه سیطرهٔ کمیّت.

این مسأله که ابن هیثم و محیط الازهر تا چه اندازه تحت تاثیر نگرهٔ فیثاغوری یا مشرب نوافلاطونی بوده و ابداعات انقلابی‌اش چه واکنشهایی را برانگیخته‌اند از حوصله این مقاله بیرون است و می‌تواند موضوع تحقیق جداگانه ای باشد. آنچه در اینجا مسلم است اینکه او مدلی برای تبیین ساز و کار یک اندام زنده (چشم) پیشنهاد کرده است. این مدل اگر چه در پرتو انبوه

۲۲. ی، م. ماکاروف. سیبرنتیک. ترجمهٔ فاطمه السادات رفیعی. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف ۱۳۷۵.

یافته‌های بیوفیزیکی معاصر که درک ما را از کارکرد چشم بسیار پیچیده‌تر کرده‌اند، می‌توانـد ساده و ابتدایی به نظر برسد امّا آنچه در این مورد اهـمّیت دارد اشـتراکی است کـه بـصورت جوهری میان برنامه تبیینی ابن هیثم و اخلافش به چشم می‌خورد.

در روزگار ما کسی که فرضاً به مکانیک کوانتمی مجهز باشد و به مدلهای ارائه شده در اوان ابتدایی این علم، مثلاً مدلهای تامسون، رادرفورد و حتی بوهر (مدل منظومهٔ شمسی) بنگرد، آنها را ابتدایی و ساده خواهد انگاشت. با این وجود نکته‌ای که در این مورد اساسی است آنکه دستیابی به تئوریهای پیشرفته دربارهٔ ساختار اتم بدون عبور از روندی که مطالعات اولیه آن را شکل داده اند هرگز امکانپذیر نبوده است. علاوه بر این و مهم‌تر اینکه هر چند مدلهای معاصر در محتوای علمی شان تفاوتهای بارزی با اولین مدلها دارند، اما همه این مدلها برآمده از مفروضات روش شناسیِ واحدی هستند: دانشمندانی که بتدریج این پلکان را پیموده‌اند همه بصورتی بـنیادی بـه این اصل معتقد بوده‌اند که روش دستیابی به حقیقت فیزیکی در وحلهٔ اول طراحی مدلی ریاضی است و این اصل همان اصل بنیادینی است که ابن هیثم با ارائهٔ تصویری هندسی از ساز و کـار ابصار نشان داده که قویاً بدان ملتزم بوده است.

نتیجه گیری

مورّخان علوم در آثار متعدد، جنبه های گوناگون نظریات و آثار علمی ابن هیثم را مـطرح ساخته و از او بدرستی بعنوان یکی از بزرگترین دانشمندان اسلامی تجلیل کرده‌اند. با این حـال این آثار عمدتاً ناظر بر محتوای نظریات ابن هیثم بوده و تمایز و تشخّص روش شناسی این حکیم برجسته تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

چنان‌که در این مقاله ملاحظه کردیم ابن هیثم اگر چه در زمانه‌ای به سر می‌برد که سنت علمی رایج سنتی غیر کمی، غایت گرا، ذات گرا و عاجز از پیش بینی است، با این حال او چـنان دست به پردازش نظریه می‌برد که گویی دانشمندی حرفه‌ای در عصر ماست.

در روزگار ما پرسش از تعریف نور در یک کلاس نورشناسی حتی اگر کلاس از یک استاد پر حوصله برخوردار باشد، حداکثر می‌تواند بعنوان پرسشی جالب اما خارج از متن تلقی گردد. این سؤال خارج از متن امّا، در فضای غالب قرن چهارم هجری محور علم اِبصار و مـطلع آن بـوده است. در چنین آب و هوایی است که المناظر پرورش می‌یابد و در کمال شگفتی تعریف نـور را خارج از متن می‌گذارد و بی آنکه وقت خویش را بر سر کلی گوییهایی فلسفی در باب ماهیت نور تلف کند، یکراست بسراغ دست و پا کردن مدلی هندسی می‌رود و انصافاً هم حق مـطلب را ادا

می‌کند. نظریه ابصار در المناظر علیرغم ممنوعیتی که روشهای ریاضی و هندسی در بررسی پدیدارهای تحت القمری با آن مواجه بوده‌اند، متهورانه و به طرزی موثر آزمایش و تجربه را با نظریه‌پردازی هندسی در هم می‌آمیزد و مؤلف خویش را از پس اعصار و قرون بعنوان شخصیتی پیشرو در روش مدرن علم مطرح می‌سازد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی