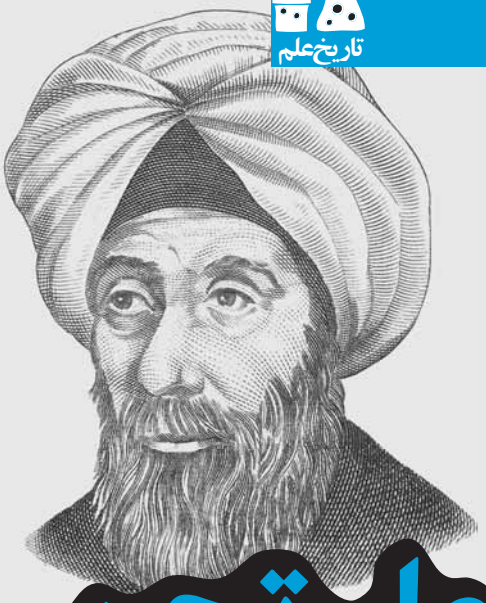


علم تجربی ابن هیثم

مهسا تولّائیان

چکیده

علم نورشناسی قدمتی دیرین دارد. پیشروان نظریه‌های نورشناسی را می‌توان اقلیدس و ارسطو و بطلمیوس دانست اما نقش دانشمندان اسلامی، در بررسی و تلفیق و ترکیب این نظریه‌ها، و رسیدن به نظریه‌ای جامع نیز قابل تأمل است. معمار اصلی این ترکیب و تلفیق، دانشمند نامدار، ابن‌هیثم است. هرچند که وی در نوع بررسی نظریه‌ها روش جدیدی ارائه نداد اما روش مطالعهٔ نورشناسی وی تا قرن چهارم هجری/ دهم میلادی منحصر به فرد بود در این مقاله ضمن بررسی نظریه صدوری و دخولی نور و نگرش ابن‌هیثم به این موضوع، به یکی از بررسی‌هایی که وی برای انتشار نور به خط مستقیم انجام داده است، می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: ابن‌هیثم، انتشار نور در خط راست، دانشمندان اسلامی، نظریه صدوری و دخولی نور

مقدمه

علم نورشناسی، یا چنان‌که در تمدن اسلامی به «المناظر» شهرت یافته قدمتی دیرین دارد و با علوم گوناگونی چون ریاضیات، فیزیک، جهان‌شناسی، الاهیات... وابسته است. هنگامی که در قرون اولیه اسلام آثار ارسطو، اقلیدس و بطلمیوس دربارهٔ نور از یونانی به زبان عربی ترجمه شد و سنتی بنیادین در مطالعات نورشناسی در جهان اسلام پدید آورد، رهیافت‌های یونانی به پدیده‌های نوری جدی گرفته شد، از آن‌ها دفاع به‌عمل آمد و بسط و تکمیل یافت. اما دستاورد مهم نورشناسی اسلامی تلفیق موفقیت آمیزش از این سنت‌های پراکنده و ناسازگار یونانی به‌صورت یک نظریهٔ جامع و واحد بود.[۱]

یونانیان و نظریه‌های نورشناسی

بیشتر اندیشمندان یونانی دربارهٔ نورشناسی نگرشی محدود داشتند و مجموعه‌ای از معیارهای نسبتاً محدود رهنمون آن‌ها بود. مثلاً ارسطو تقریباً به‌صورت انحصاری توجه خود را به سرشت فیزیکی نور و سازوکارهای فیزیکی تماس ادراک بصری میان شیء مورد رؤیت و چشم ناظر، معطوف داشته بود. وی به‌ویژه استدلال می‌کرد که شیء مرئی استحاله‌ای در مادهٔ شفاف واسط یا ملأ به‌وجود می‌آورد، و ملأ یا واسطه بلافاصله این استحاله را به چشم ناظر، که با آن در تماس است، منتقل می‌سازد تا احساس دیدن پدید آید. این نظریه به «نظریهٔ دخولی» معروف است، و بدین نام خوانده شده است زیرا عامل رؤیت از شیء مرئی به چشم می‌رسد.

بر عکس ارسطو، توجه اقلیدس به مسئله نورشناسی صرفاً جنبهٔ ریاضی داشت. به‌نظر اقلیدس هدف و غایت نورشناسی به‌وجود آوردن یک نظریهٔ هندسی از ادراک فضا (مکان) بر مبنای مخروط رؤیت (مخروط بصری)، بدون کوچک‌ترین توجهی به جنبه‌های غیرریاضی نور و رؤیت بود. به‌موجب «نظریهٔ رؤیت» اقلیدس پرتویی از چشم به صورت یک مخروط صادر می‌شود تا ادراک بصری رخ دهد و این اتفاق وقتی می‌افتد که شعاع‌های درون این مخروط به یک شیء مات برخورد کنند. اندازه، شکل و مکان شیء ادراک شده را الگوی مکان شعاع‌های برخوردکننده تعیین می‌کنند. چون بنا بر این نظریه پرتوها از چشم صادر می‌شوند می‌توانیم آن را «نظریه صدوری» بنامیم.

همان‌طور که بیان شد همهٔ نظریه‌های قدیم در بابت رؤیت صدور نور از چشم را مفروض می‌گرفتند، و حال آنکه اگر آن‌ها نظریه‌های موجبیّت فیزیکی را مدنظر می‌داشتند (اگر از روی آثار ارسطو و اتم‌گرایان قضاوت کنیم) باید تصور می‌کردند که نور به چشم داخل می‌شود. اگر در این ارتباط و وابستگی شکی بود، با کشف این نکته که ارسطو هنگام تحلیل ریاضی پدیده‌های نوری (در نظریه‌اش دربارهٔ قوس قزح) در یک مورد نظریهٔ صدوری رؤیت را به کار بسته بود، این شک برای خوانندهٔ دقیق آثار ارسطو برطرف می‌شد.[۲]

نورشناسی و دانشمندان اسلامی

چنانکه اشاره کردیم، سهم دانشمندان اسلامی در فیزیک نور، تلفیق این نظریه‌های پراکنده و متفرق یونانی بود. معمار اصلی این تلفیق ابن‌هیثم (حدود ۳۵۴-۴۳۰ ه‍ق/ ۹۶۵-۱۰۴۰م) بود هرچند بطلمیوس، آخرین دانشمند نورشناس دنیای قدیم، راهکار را نشان داده بود. اما تجزیه و تحلیل ما از دستاوردهای ابن‌هیثم، به‌شرط توجه به جنبه‌های ریاضی و فیزیکی، آسان خواهد بود. قبل از ابن‌هیثم دانشمندان اسلامی

دیگـری نظریه‌های نورشناسـی را مطالعه کـرده بودند که از جمله آن‌ها می‌توان به الکندی (فوت حدود ۲۵۲ ه ق/۸٦٦م) اشاره کرد اما موفیقت و دستاورد ابن‌هیثم دو چندان بود. اول آنکه نظریهٔ صدوری را با یک رشـته براهین قاطع به‌طور کلی ویران سـاخت. مثلا توجه وی به این نکته که اشـیاء تابناک می‌توانند به چشـم صدمه بزنند جلب شد (بر پایهٔ این امر که ماهیت صدمه اقتضای آن را دارد که نور از خارج وارد چشـم شـود) و تفسـیر کرد که وقتی ما به آسمان می‌نگریم چگونه امکان دارد که چشم منبع صدور ماده‌ای باشد که همهٔ فضا را تا فلک ستارگان پر کند. ابن‌هیثم پس از آنکه نظریهٔ صدوری را به این صورت رد کـرد، به روایت جدیدی از نظریهٔ دخولی پرداخـت و از آن دفاع کـرد. وی در این نظریهٔ جدید مخروط بصری صدوریان را نیز به کار گرفت [۳]

ابن‌هیثم و نورشناسی

نوشته‌های ابن‌هیثم در مورد نورشناسی شامل رساله‌ای است «بـر طبق روش بطلمیوس»، کـه ترجمهٔ عربی المناظر او، به اسـتثنای کتاب اول و بخش پایانی کتاب پنجم و آخر که در دسترسـش بوده است، و نیز خلاصه‌ای از نظریه‌های اقلیدس و بطلمیـوس که در آن وی «مطالبی از کتـاب اول را، که در نوشته‌های بطلمیوس موجود نبود» بر آن افزوده است.

نظریـهٔ کلی ابن‌هیثم دربارهٔ نور و دیـد در کتاب المناظر او آمده است. المناظر، معروف‌ترین کتاب ابن‌هیثم شامل ۷ مقاله است و نسخه‌های متعددی از آن در کتابخانه‌ها موجود است. ترجمـهٔ لاتینی این کتاب در قرون وسـطی، تأثیر عمیقی بر دانش غربی نهاد و پیشـرفت عظیمی را در روش تجربی به‌بار آورد (سارتن، ۸۲۷/۱). این کتاب توسط کمال‌الدین فارسی با عنوان «تنقیح المناظـر لذی الابصار و البصائر» نقد و تهذیب شـده و در حیدرآبـاد (۱۳٤۷-۱۳٤۸ق) در دو مجلد به چاپ رسیده است. ویدمان چند فصل اول کتاب تنقیح‌المناظر را به آلمانی ترجمه و با عنوان «نورشناسی ابن هیثم» در ۱۹۱۲ م در مجلهٔ «آرشیو تاریخ علوم طبیعی...» منتشر کرد. این مقاله بعداً توسط فؤاد سزگین در جلد اول مجموعه مقالات ویدمان چاپ شـده اسـت. همچنین ویدمان بخشـی دیگر از تنقیح المناظـر کمال‌الدین را ترجمه کرده که در جلد اول مجموعه مقالات وی چاپ شده است.[٤]

روش «ترکیبی» ابن هیثم

عبدالحمید صبره، اسـتاد تاریخ علم در دانشگاه هاروارد، که به ویرایش و ترجمهٔ المناظر اشـتغال داشت، معتقد است که «ابن هیثم از لحاظ روش به هیچ وجه نوآور نبوده اسـت، زیرا استقرا را به همان شیوهٔ ارسطویی به‌کار برده و الگوی بسیاری از آزمایش‌هـای او را نیـز می‌توان در آثـار بطلمیوس یافت. آنچه ابن‌هیثم را از پیشـینیانش متمایز می‌کند این است که در المناظر جز اسـتدلال‌های «استقرایی و تجربی یا ریاضی» از چیز دیگری اسـتفاده نکرده اسـت. در عین حال، هدف از آزمایش در آثار ابن‌هیثم بیشتر اثبات است تا کشف، و این‌گونه تلقی از آزمایش ریشه در آثار بطلمیوس دارد.» پس نظر صبره را چنیـن می‌توان خلاصه کرد: «در نظریهٔ ابن‌هیثم دربارهٔ نور و دید... عناصری از نظریه‌های پیشین با هم ترکیب شده‌اند» که «از وارسی مجدد و بازآرایی آن‌ها چیز تاره‌ای حاصل شده اسـت...» و آن ترکیبی است که در آن «شیوهٔ ریاضی‌دانان بر ظاهر تحقیق حاکم است، اما نظریه‌های ایشان در پرتو نظریات فیزیک‌دانـان (حکمای طبیعی) تغییر کـرده و در واقع وارونه شده است» پس به نظر صبره، ابن‌هیثم استدلالات استقرایی و تجربی و ریاضی را به همان شـیوهٔ قدما به‌کار برده است، اما تفاوتی که با آن‌ها داشـته این بـوده که از براهین دیگر، مثل استدلال‌های غایت‌اندیشانه (teleological) و مابعدالطبیعی استفاده نمی‌کرده است. [٥]

انتشار نور به خط مستقیم (۹ قرن قبل از بازن فیزیک‌دان فرانسوی)

یکی از اصول مهم مبحث نور انتشـار نور به خط مسـتقیم در محیط متجانس است، مقصود از محیط متجانس محیطی است که از لحاظ شفافیت یکنوا و همگن باشد. در این صورت نور در آن به خط مسـتقیم منتشر می‌شـود. برای مثال، نور خورشید که به زمین می‌آید، از قشرهای مختلف با چگالی‌های متفـاوت می‌گذرد. بنابراین محیط انتشـار دیگر حکم محیط شفاف متجانس را نخواهد داشت.

ابن‌هیثـم به این اصل مهم توجه می‌کنـد و می‌گوید: «نور به خط مسـتقیم سیر می‌کند، به‌شـرط اینکه محیط انتشار همه‌جا از حیث شـفافیت متشابه باشـد». وی حرکت نور در خط مستقیم را چنین تشـریح می‌کند: «در خانه تاریکی که فضـای آن را غبار و یا دود احاطه کرده اسـت، هرگاه از روزنه در یا سـوراخ، نور به آن‌جا بتابد ملاحظه می‌شود که نور از آن سـوراخ تا محلی که نور افتاده خط [مسیری] مستقیم‌الخط پیدا کرده است.»

ابن‌هیثم به همین بسـنده نمی‌کند، بلکه به منظور تشخیص حرکت مستقیم نور به تجربه‌ای می‌پردازد که مشابه آن چند قرن پس از وی توسط بازن (Bsin) فیزیکدان فرانسوی انجام شد. [٦]

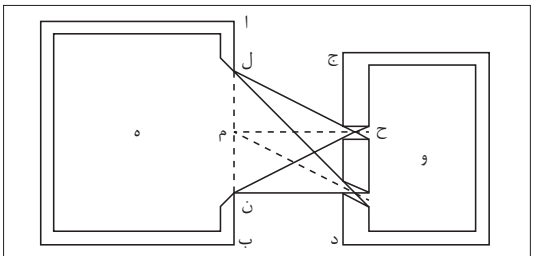
آزمایش ابن‌هیثم برای اثبات انتشار نور به خط مستقیم

در این بخش به شرح آزمایش ابن‌هیثم می‌پردازیم که برای اثبات انتشار نور به خط مستقیم انجام داده است.

ابن‌هیثم اجسام را به دو نوع اجسام کثیف (اجسام تاریک) و اجسام نورانی تقسیم می‌کند. منظور او از اجسام روشن همان چشمه‌های نور اسـت که امروزه در فیزیک نور می‌شناسیم و اجسـام کثیف اجسامی هستند که هیچ نوری از خود ندارند و آن‌ها را به واسـطهٔ چشمه‌های نور می‌شناسیم. همان‌طور که در بخش قبل اشـاره شد ابن‌هیثم آزمایشی برای نمایش سیر مستقیم نور طراحی کرده بود. این آزمایش برای انتشار نورهای عرضی در اجسام تاریک طراحی شده است که شرح کامل آن به قرار زیر است؛ در این آزمایش دو اتاقک (ه، و) با دیواره‌های سفید که در نزدیکی هم هستند و هیچ چشمهٔ نوری در آن‌ها قرار ندارد، در نظر گرفته می‌شود. دیوارهٔ (ا ب) روبه‌روی اتاقک

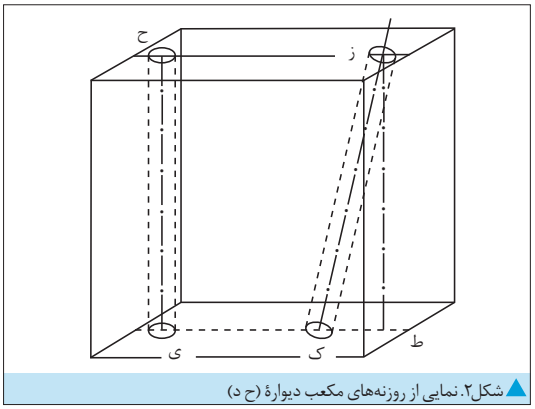
(ه)، ضخامت کمتری نسبت به دیوارهٔ اتاقک دیگر دارد، و بر روی آن پنجرهٔ بزرگی به ابعاد (ل ن) وجود دارد که با دیوارهٔ داخلی اتاقک زاویه‌ای می‌سازد. این برای آن است که دقیقاً بتوان روزنهٔ مرزی را شناسایی کرد.

همان‌طور که گفته شد دیوارهٔ اتاقک دیگر ضخامت بیشتری دارد و با نام (ح د) در شکل (۱) مشخص شده است.



شکل۱. نمایی از اتاقک‌ها در کنار یکدیگر

در دیوارهٔ اتاقک (و) پنجرهٔ مکعب مستطیلی قرار می‌دهیم و بر روی وجه بالایی مکعب دو دایره با قطر دو انگشت (دو سانتی‌متر) یکسان ایجاد می‌کنیم. فاصلهٔ دو روزنه از هم برابر با فاصلهٔ دو دیوار از یکدیگر است. سپس از نقطه (ز) بر روی وجه پایینی مکعب خط عمودی رسم می‌کنیم و آن نقطه را (ط) می‌نامیم. نقطهٔ (ک) را بر روی وجه پایینی در جایی مشخص می‌کنیم که نسبت (ط ک) به (ک ی) با نسبت ارتفاع مکعب به فاصلهٔ دو روزنه برابر باشد.

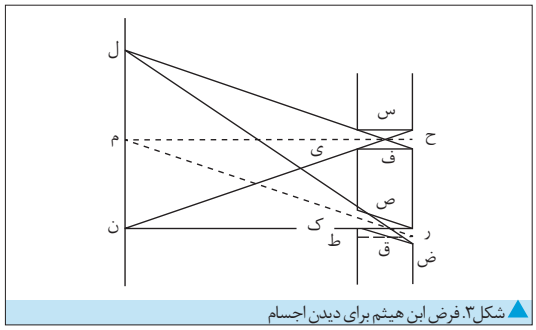


شکل۲. نمایی از روزنه‌های مکعب دیوارهٔ (ح د)

پس از ایجاد استوانه‌ها، مطابق شکل ۲، مکعب را، مطابق با شکل ۱، درون دیوارهٔ (ح د) قرار می‌دهیم. توجه داشته باشید که جنس مکعب باید به‌گونه‌ای باشد که نور تنها از روزنه‌ها وارد شود.

پنجرهٔ (ل ن)، دیوارهٔ (ا ب) را با لایه‌ای می‌پوشانیم و در نقطهٔ مرکزی (م) آن روزنه‌ای ایجاد می‌کنیم. حال اگر درون اتاقک (و) قرار گیریم و از روزنه‌های (ح) و (ز) به نقطهٔ (م) نگاه کنیم درخواهیم یافت که از هر دو روزنه می‌توان نقطهٔ (م) را دید و همچنین از هر نقطه دورترین نقطه‌ای که خواهیم دید نقطهٔ (ل) است.

ابن‌هیثم استدلال هندسی خود را به این شرح بیان می‌کند که، ابتدا فرض می‌کند انسان چیزی را می‌بیند که به‌صورت مستقیم در جلوی چشمان او قرار گرفته باشد. با این فرض و با توجه به شکل ۳، خواهیم داشت.



شکل۳. فرض ابن هیثم برای دیدن اجسام

با در نظر گرفتن نقاط ف، ق به عنوان مرکز هر استوانه و همان‌طور که از قبل گفتیم داریم؛

$$\frac{\text{ح ی}}{\text{م ی}} = \frac{\text{ط ک}}{\text{ی ک}}$$

با ترکیب نسبت در صورت خواهیم داشت:

$$\frac{\text{ح ی+م ی}}{\text{م ی}} = \frac{\text{ط ک+ک ی}}{\text{ی ک}}$$

$$\frac{\text{ح م}}{\text{م ی}} = \frac{\text{ط ی}}{\text{ی ک}}$$

چون ی ط= ز ح داریم

چون ک ی و ز ح با هم موازی‌اند پس نقاط ز، ک و م بر یک راستا هستند. حال اگر زک را در نقطهٔ ق به دو نیم کنیم، چون ف ق موازی سطح پایینی است از تشابه دو مثلث س ی ف و ف ل م نسبت‌های تشابه زیر به دست می‌آیند:

$$\frac{\text{ی ف}}{\text{ف م}} = \frac{\text{ی س}}{\text{ل م}}$$

با در نظر گرفتن مثلث ق م ل و ق ص ک، که آن دو نیز با یکدیگر مشابه‌اند می‌توان نسبت بالا را به‌صورت زیر نوشت:

$$\frac{\text{ی ف}}{\text{ف م}} = \frac{\text{ق ک}}{\text{ق م}}$$

و چون ی س (شعاع روزنه مستقیم) با ک ص (شعاع روزنه مایل) برابر است می‌توان نسبت‌های تشابه را به‌صورت زیر نوشت:

$$\frac{\text{ص ک}}{\text{ل م}} = \frac{\text{ق ک}}{\text{ق م}} = \frac{\text{ی ف}}{\text{ف م}} = \frac{\text{ص ک}}{\text{ل م}}$$

پس نقاط ق، ص و ل نیز در یک امتداد قرار دارند؛ یعنی اگر ناظر از پایین‌ترین نقطهٔ روزنه مایل بنگرد، یعنی نقطه ض، باز هم نقطهٔ ل را در بالاترین حد رؤیت خود خواهد دید. [۷]

نتیجه‌گیری

همان‌طور که بیان شد علم نورشناسی از یونانیان آغاز شد و دانشمندان اسلامی نقش اساسی در تلفیق و ترکیب نظریه‌های آنان داشتند. در این مقاله به شرح آزمایش ابن‌هیثم برای اثبات انتشار نور به‌خط مستقیم پرداختیم. هرچند که در این آزمایش داده‌هایی مبنی بر اثبات انتشار نور به‌خط مستقیم بیان نشده است اما ابن‌هیثم با استفاده از استدلال‌های هندسی و تشابه مثلث‌ها آنچه را که در ابتدای آزمایش فرض کرده بوده به اثبات رساند.

منابع

۱. دیوید سی. لیندبرگ، ترجمه، دکتر فریدون بدره‌ای، سرآغازهای علم در غرب، جلد ۱، ۱۳۷۷.
۲. دائرةالمعارف دانشوران، ابن‌هیثم
۳. دیوید سی. لیندبرگ، ترجمه دکتر فریدون بدره‌ای، سرآغازهای علم در غرب، جلد ۱، ۱۳۷۷.
٤. زندگینامه علمی دانشمندان، بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی، ک.م ص ۵۲
۵. معصومی همدانی، حسین، مقاله حرف تازه ابن‌هیثم
٦. امیرحسین، محتشمی‌پور، مقاله ابن‌هیثم، سایت باشگاه اندیشه.
۷. مصطفی نظیف، الحسن بن‌هیثم بحوثه و کشوفه البصریه، مرکز دراسات الوحده العربیه