

نور ماه از نظر ابن هیثم*

عبدالرسول عمادی

کارشناس ارشد فلسفه علم و رئیس سازمان آموزش و پرورش استان بوشهر

مقدمه

در نزد دانشمندان یونانی و همه آنهایی که پیش از ابن هیثم درباره نور بحث کرده‌اند، نور دارای هویتی مستقل، و به عنوان یکی از لوازم عمل رؤیت تلقی می‌شده است؛ و جدا از عمل دیدن که فعالیتی فیزیولوژیکی است، نور فاقد هویت مستقل تلقی می‌شده است. نور، به دلیل آمیختگی با رنگ و این که پس از برخورد به یک جسم رنگ آن را آشکار می‌کرده است ناشناخته بوده است، این دو وضعیت کاملاً متفاوت سبب سردرگمی در شناخت نور می‌شده است و به همین دلیل دیدگاه‌های متفاوت و گاه متعارض در نورشناسی یک دانشمند به دفعات وجود دارد. اگر چه در مواردی از پرتوهای خورشید یا پرتوهای بصری سخن به میان آمده است، و حرکت مستقیم نور و قوانین بازتابش را می‌دانسته‌اند، اما همزمان هم از پرتوهای نورانی و هم از پرتوهای بصری سخن به میان آمده است، و این نشان می‌دهد که ماهیت نور کاملاً ناشناخته بوده است، و در هیچ یک از موارد، به استقلال نور به عنوان پدیده‌ای فیزیکی حکم نکرده‌اند.

در نظر فلاسفه قدیم، رنگ متعلق حس بینایی بوده، و چشم تنها عمل تشخیص

*. لازم می‌دانم از الطاف اسناد عزیزم جناب آقای دکتر جعفر آقابانی چاوشی که از هیچ کوششی در راهنمایی این رساله دریغ نورزیدند، و در همه ایام به پشتیبانی حضور ایشان، کوشیدم، سپاس‌گزاری کنم.

رنگ را عهده‌دار بوده است. در نظر ابن هیثم متعلق بینایی نور و رنگ است؛ که در خلال رساله نور ماه نیز بدان پرداخته شده است. مطلب مهم دیگر این رساله، آن است که تغییر نسبی وضعیّت ماه و خورشید و زمین، به تنهایی، نشان نمی‌دهد، که نور ماه از خورشید است، بلکه، لازم است، ماه گرفتگی نیز مورد ملاحظه قرار گیرد. ابن هیثم در این رساله تأکید دارد، که ماه تنها انعکاس دهنده نور خورشید نیست، بلکه به عنوان منبع ثانوی نور هنگام تابش نور خورشید به آن؛ از خود نورانی می‌شود.

او با استدلال‌های هندسی، بر آن است که، ماه سطحی ناصاف دارد، زیرا اگر سطح ماه صیقلی بود، آنگاه این سطح به صورت نقطه‌ای نورانی دیده می‌شد، و حتی در صورتی که این نور پس از چندین شکست هم به ناظر زمینی می‌رسید، باید ماه را بسیار کوچکتر از اندازه فعلی آن نشان می‌داد.

ابن هیثم صیقلی نبودن سطح ماه را، با استدلال اثبات کرده است، در حالی که قرن‌ها پس از او، و پس از تکامل ابزارهای نجومی این امر رصد، و درستی آن مشاهده گردیده است. اثبات کروی بودن ماه نیز از مباحث دیگری است که در این رساله بدان پرداخته شده است. او درباره تابش نور از ماه به زمین در حالت‌های مختلف، که نور به گونه‌های متفاوت شکست می‌یابد، استدلال هندسی ارائه می‌کند، و در آخر به مبحث رنگ ماه می‌پردازد. نظر به ارتباط بسیار نزدیک مباحث فلسفی حوزه‌های علوم با عرصه‌های مختلف تاریخ علم و آمیختگی این دو حوزه تحقیق و ضرورت شناخت گذشته علمی و بویژه دوران درخشان تمدن اسلامی و ستارگان درخشان این عرصه که مسیر دانش و تحقیق امروز از شاهراه بزرگ اندیشه‌های آنها می‌گذرد؛ و فکر منبع آنها الهام‌بخش رهبران انقلاب‌های علمی جهان بوده است؛ این رساله به عنوان پایان‌نامه کارشناسی ارشد انتخاب گردید.

بخش اول

نظریات فلاسفه یونان باستان و برخی فلاسفه مسلمان درباره نور و نور ماه

درباره نور

دانشمندان یونانی معتقد بودن که علم نورشناسی یکی از فروع ریاضیات است (مقام این علم در کنار نجوم و مکانیک و موسیقی به شمار می‌رفت) و ارسطو آن را صرفاً موضوعی ریاضی به شمار می‌آورد که نزدیکی آن به ریاضیات بسیار بیشتر از نزدیکی آن به علوم طبیعی است. در حالی که ابن هیثم، آن را ترکیبی از علوم ریاضی به شمار می‌آورد، و می‌توان گفت، همین ابتکار ترکیب است، که شیوه جدیدی در بحث و رسیدن به نتایج ایجاد کرده است.^۱

تحقیقات نورشناختی در یونان باستان اغلب به پنج فصل که گاهی برهم منطبق و گاهی با هم متضاد هستند، تقسیم می‌گردد:

الف) نورشناسی به معنی خاص یعنی مطالعه هندسی ادراک فضا و تصورات منظری.

ب) مبحث بازتاب نور یعنی مطالعه هندسی بازتاب پرتوهای نظری در آینه‌ها.

پ) آینه‌های سوزان: مطالعه بازتاب همگرای پرتوهای خورشیدی در آینه‌ها.

ت) پدیده‌های جوی مانند هاله و رنگین کمان.

ث) مطالعه دید بوسیله فلاسفه و پزشکان.

تلفیق دو نظریه انتشار نور و دیدن، به تصوّر پرتوهای بصری انجامیده است. این پرتوها یک دسته واگرای نوراند، که از چشم صادر می‌شوند. یعنی مخروطی که رأس آن در چشم است، و یالهای آن پرتوهای بصری‌اند، که به خط مستقیم پخش می‌شوند، و به اشیایی که در سر راه آنها قرار می‌گیرند، برخورد می‌کنند.

۱. صبره، عبدالحمید، مقدمه بر کتاب المناظر، تصحیح صبره قاهره ص ۸.

اصول موضوعه نورشناسی اقلیدس

- خطوط راستی که از چشم ساطع می شوند بر روی اجسام بزرگ مختلفی پخش می شوند.
- اجسامی که پرتوهای بصری بر آنها می افتد، دیده می شود، و آنها که این پرتوها بر آنها نمی افتد، دیده نمی شود.
- اجسامی که با زوایای بزرگتری دیده می شود، بزرگتر و آنها که با زوایای کوچکتری دیده می شود کوچکتر است، و آنها که با زوایای مساوی دیده می شوند، با هم برابرند.
- آنها که با پرتوهای بالاتری دیده می شوند، بالاتر، و آنها که با پرتوهای فروتری دیده می شوند پایین تر به نظر می آیند.
- اجسامی که با پرتوهای راست تری دیده می شوند، راست تر و آنها که با پرتوهای چپ تری دیده می شوند، چپ تر هستند.
- اجسامی که با زوایای متعدد دیده می شوند متمایز به نظر می آیند.^۲

نور در اندیشه ارسطو:

آنچه در اندیشه یونان باستان یافت می شود، بیش از آن که بحث نور باشد، توجه به آتش است. و به نظر می رسد که آنها از آتش هم نور و هم گرما را مراد می کرده اند؛ و لذا جایی برای بحث نور به عنوان یک پدیده فیزیکی قائل نبوده اند. اگرچه آنها به صراحت سخنی در باب ماهیت نور ندارند، درباره روشنائی ماه و ستارگان نظراتی ابراز داشته اند. سبب توجه آنها به نور، عمل دیدن بوده است و نور به عنوان واسطه ای که خود فاقد ماهیت فیزیکی بوده و تنها تسهیل کننده عمل دیدن است، مورد بحث واقع شده است.

۲. اقلیدس، اصول هندسه، نقل از مقاله «از هندسه دید تا ریاضیات پدیده های نوری» نوشته دکتر رشدی راشد ترجمه محمد هادی شفیعیه، میراث جاویدان، سال چهارم شماره ۳ و ۴ ص ۲.

اقتضای این سخن آن است، که آنها برای نور هویتی ریاضی و هندسی فرض کرده‌اند، تا با اعمال قواعد هندسه به تبیین پدیده دیدن پردازند.

در عین حال، ارسطو در «کتاب النفس»، درباره نور نظراتی دارد که جالب توجه است. او برای نور هویتی جدا از رنگ قائل نبوده است، و معتقد است که آنچه مرئی است، تنها رنگ است، و نور، به منزله رنگی برای شیء شفاف است، و فعلیت شیء شفاف است، از آن جهت که شفاف است. او می‌گوید: شیء شفاف، فی نفسه، نامرئی است. شفاف بالفعل، نور است، که فی نفسه رنگی ندارد؛ بلکه رنگ خود را از اشیایی که آنها را روشن می‌سازد، به دست می‌آورد^۳. نکته مهمی که در اندیشه ارسطو قابل توجه است، این است که او مرئی بودن جسم را به کمک رنگ می‌داند؛ و هوا و آب و بسیاری از اجسام جامد را این چنین تصور می‌کند. او هوا یا آب را از آن حیث، که هوا یا آب هستند، شفاف نمی‌داند، بلکه معتقد است این عناصر دارای هویتی هستند، که متعلق به جسم ازلی واقع در منطقه فوقانی جهان است، که همان شفافیت عالم افلاک است. خلاصه کلام ارسطو این است که نور نه از آتش است، و نه جسم است، و نه چیزی است، که از جسمی صدور یافته باشد بلکه نور تنها حضور آتش یا چیزی از این قبیل، در جسم شفاف است. زیرا ممکن نیست که هم نور از جسم باشد، و هم خود جسم، جسم باشد؛ هر دو در یک مکان قرار داشته باشد. و چون نور در جسم شفاف حضور دارد لذا خود نمی‌تواند جسم باشد^۴.

ارسطو با نظر امپدوکلس، مبنی بر این که نور در لحظه معینی در بین زمین، و آنچه بر آن محیط است، منتقل می‌شود؛ مخالفت می‌کند، و می‌گوید این که نور در بین شرق و غرب بدون این که مشاهده شود انتقال یابد خلاف بدیهیات عقلی است^۵.

۳. ارسطو، درباره نفس، ترجمه علی محمد داوودی، انتشارات حکمت، تهران، ۱۳۶۶ ص ۱۱۸.

۴. همان ص ۱۲۵.

۵. همان ص ۱۲۴.

نظریات مختلف در مورد عمل دیدن

در تمام مباحثی که درباره عمل دیدن انجام شده است، در عمل دیدن سه عامل را دخیل می‌دانسته‌اند، یکی چشم، دیگری هوایی که بین چشم و جسم، واسطه است، و سوم جسم قابل رویت. در این میان سه تلقی نیز درباره عمل دیدن وجود دارد:

صدور نور از جسم

معتقدان به صدور نور از جسم (intromission) معتقد بودند که نور کیفیت یا حالتی است، که به طور آنی از جسم به محیط حائل میان جسم و چشم می‌رسد، و از آن طریق به چشم انتقال می‌یابد.

آن گونه که ملاحظه می‌شود، از نظر آنها، نور نه یک پدیده فیزیکی، بلکه تنها حالت یا کیفیتی تلقی می‌شده است. ولذا سخن گفتن از ماهیت این حالت یا کیفیت در میان نبوده است. اگر چه، در این طرز تلقی، بیشتر به موضوع انتشار نور پرداخته شده است، و نور بیشتر دارای صبغه فیزیکی تصور می‌شده است، تا جنبه فیزیولوژیکی، اما همچنان مسأله‌ای مبهم و واسطه‌ای بوده است. از صاحبان بنام این تلقی ارسطو است. ارسطو واسطه‌ای را برای عمل دیدن لازم می‌داند، و بر این اساس، برای انتقال تصویر به چشم، رنگ؛ شیء شفافی مانند هوا را درمی‌آورد، و هوا که شیء متصلی است، آلت حسّی را تحریک می‌کند. او رنگ را در نور مرئی می‌داند، اما آتش را هم در نور و هم در ظلمت مرئی می‌داند. از این رو می‌توان به تفاوت ماهیت فیزیکی آتش با ماهیت هندسی و واسطه‌ای نور در اندیشه او پی برد.^۶

۲ - صدور نور از چشم یا پرتوهای بصری

ابن اندیشه کسانی است، که بیشتر به مسئله دیدن توجه داشته‌اند، و به (پرتوهای بصری) و صدور آنها از چشم (emmission) اعتقاد داشته‌اند، از صاحبان بنام ابن دیدگاه اقلیدس و بطلمیوس‌اند، این نظر مورد نقد مشایبان بوده است. چنانکه صبره در نورشناسی خود از دانشنامه علایی شیخ‌الرئیس، برخی از این ایرادات را نقل کرده است. ابن هیثم نیز همین اشکالات را به این نظریه وارد آورده است^۷، اگر چه، خود در مقاله نور ماه، هر جا از پرتوهای نورانی سخن گفته است، از پرتوهای بصری و صدور آنها نیز سخن به میان آورده است.

پایه نظریه اقلیدس بر «پرتوهای بصری» است، یعنی خطوطی هندسی که از چشم خارج می‌شود، و به جسم می‌رسد، و تنها جنبه فیزیکی این نظریه آن است که سر این خطوط را حساس می‌داند و عمل ادراک را به همین سرها نسبت می‌دهد^۸ بر این اساس چشم منبع نور تلقی می‌شود، و پرتوهای بصری مربوط به فانوس دیدگان است^۹.

اقلیدس در المناظر خود آورده است، که هر پرتو بصری هنگامی که به جسمی می‌رسد، قسمتی از سطح آن را جارو می‌کند، و به همین دلیل است که همه جسم روشن دیده می‌شود. یکی از نقائص نظریه اقلیدس، اکتفا کردن به جنبه‌های هندسی پرتوهای بصری است. زیرا پدیده‌های دیگری را که نور و رنگ هستند، در اطلاعاتی که پرتوهای بصری ضبط می‌کنند دخیل نمی‌داند^{۱۰}. به عبارت دیگر در این نظریه هیچگونه هویت فیزیکی برای نور وجود ندارد. در مقابل بطلمیوس کوشش کرده است تا بین نظریه پرتوهای بصری و پرتوهای نورانی هماهنگی به وجود آورد،

۷. معصومی همدانی، حسین، «حرف تازه ابن هیثم»، نشر دانش، تهران، شماره ۲۱ ص ۴۷.

۸. همان ص ۵۱.

۹. کم سو شدن چشم، یا ملازمت چشم و چراغ در عرصه ادبیات کهن ما شاید نشان از تصور کلی پرتوهای بصری است.

۱۰. معصومی همدانی، حسین، «حرف تازه ابن هیثم» نشر دانش، شماره ۲۱ ص ۵۱.

و در این راه کوشیده است تا ویژگی‌های پرتوهای نورانی یعنی بازتابش و شکست را به پرتوهای بصری نیز تسری دهد.^{۱۱} اگر چه تصور پرتوهای نورانی یا پرتوهای بصری تفاوتی در انجام محاسبات نجومی بطلمیوس ندارد.

۳ - نظریه ترکیبی

نظریه سومی که در اندیشه برخی فلاسفه یونان باستان ردیابی می‌شود، تلفیقی از دو نظریه یاد شده است. تئوفراتوس از دموکریتوس نقل می‌کند: «دموکریتوس بینایی را نتیجه بازتاب می‌داند، اما در این باره نظریه ویژه‌ای دارد به این معنی که بازتاب نتیجه انقباض هوای بین جسم و چشم است که از بیننده و جسم دیده شده نقش می‌پذیرد، و این هوای فشرده شده در چشم که نمناک است، تصویری می‌اندازد»^{۱۲}.

از این بیان بر می‌آید که در دید بسیاری از این فلاسفه نور به عنوان پدیده‌ای مجزا و صاحب هویت به شمار نیامده است. از این بیان دموکریتوس معلوم می‌شود که اگر چه هویت نور بیشتر هندسی و نقش آن نقش واسطه بوده است، اما حرکت مستقیم نور و قوانین بازتابش را می‌شناخته‌اند.^{۱۳}

درباره نور ماه

از مباحثات مطرح در اندیشه فلاسفه یونان موضوع نجوم است. بیشتر دیدگاه‌های نور شناختی آنها در قالب تصوراتشان از اجرام علوی مانند ماه؛ خورشید و ستارگان دیگر، شکل گرفته است. اگر چه بسیاری از این دیدگاهها فاقد مبانی علمی خاصی هستند؛ اما همین تصورات می‌توانند نشانگر سیر شکل‌گیری اندیشه‌های بشری باشند.

۱۲. همان ص ۵۲

۱۱. همان ص ۵۲

۱۳. ارسطو، درباره نفس، ص ۱۳۰.

نظر آناکسیماندروس

اولین نظرات در مورد نور ماه را می توان در اندیشه آناکسیماندروس (متولد ۶۱۰ قبل از میلاد) یافت. او اعتقاد داشته است که ستارگان حلقه های آتشی هستند، که از آتش جهانی جدا شده؛ و با هوا احاطه شده اند. منفذهای تنفسی و رهگذرهای لوله مانندی وجود دارد، که ستارگان خود را از طریق آنها نشان می دهند. در نتیجه وقتی این منافذ تنفسی بسته می شوند؛ خسوف و کسوف روی می دهد. ماه در بزرگ شدن و در نقصان یافتن مطابق با باز یا بسته شدن این منافذ تنفسی به چشم می آید. خسوف به این دلیل رخ می دهد که دهانه این منافذ تنفسی بسته می شود. به نظر می رسد در دیدگاه آناکسیماندروس ماه نیز گوی آتشی مانند ستارگان بوده است^{۱۴}.

نظر گزنوفانس

گزنوفانس (متولد ۵۷۰ پیش از میلاد) معتقد بوده است، که ماه توده ابری متراکم شده است؛ و ناپدید شدن ماهیانه آن، به دلیل خاموشی آن است. او همین اعتقاد را درباره خورشید نیز داشته است. او همچنین اعتقاد داشته است که مطابق با اقلیمها و نواحی مختلف زمین، ماهها و ستاره های گوناگونی وجود دارد.^{۱۵} فیثاغوریان معتقد بوده اند که ماه از خاک است، زیرا به مانند زمین گرداگرد آن مسکون است.

نظر پارمنیدس

پارمنیدس (متولد ۵۱۰ پیش از اسلام)، بسیاری از اندیشه های خود را در قالب شعر بیان کرده است. در یکی از این اشعار می گوید:

روشنگر شب (ماه) سرگردان به دور زمین است با نوری نه از خود
و در دیگری:

۱۴. خراسانی، شرف الدین، نخستین فلاسفه یونان، تهران، ۱۳۵۷ ص ۱۳۳.

۱۵. همان ص ۱۳۸.

ماه پیوسته به اشعه خورشید چشم دوخته است^{۱۶}.

یونانیان بیشتر تصویری شاعرانه از ماه و خورشید ارائه می‌کرده‌اند؛ و پرتوهای خورشید را دوشیزگان آن می‌دانسته‌اند. به عنوان مثال پینداروس شاعر بزرگ یونانی پرتوها را دختران هلیوس یا خورشید می‌نامد^{۱۷}.

نظر آمپدوکلس

امپدوکلس (متولد ۴۹۲ پیش از میلاد) معتقد است که ماه پرتوهای خورشید را هرگاه که از زیر آن می‌گذرند، و نیز آن اندازه از زمین را که به اندازه پهنای ماه درخشان است، در سایه می‌گیرد. او در جای دیگر می‌گوید: «چون پرتوهای خورشید به دایره فراخ و نیرومند ماه برخورد کرد...» و یا: «زیرا آن (ماه) روبروی دایره مقدس سالار خود خورشید، می‌نگرد». او همچنین می‌گوید: «خورشید در طبیعت خود آتش نیست، بلکه بازتاب آتش است. مانند آنچه در آب پدید می‌آید». موضوع دیگری که امپدوکلس بر آن تأکید می‌کند تشکیل ماه، از هوایی است که به وسیله آتش بریده شده است، این هوا مانند تگرگ منجمد شده است. و روشنایی خود را از خورشید دریافت می‌کند^{۱۸}.

امپدوکلس همچنین اعتقاد داشته است که احساس بینایی از تصادف اشعه نورانی که هم از چشم بیننده و هم از جسم مرئی خارج می‌شده است، حاصل می‌شود. او معتقد است این پرتو نورانی است که از جسم نورانی، و بویژه از خورشید خارج می‌شود؛ و حرکت انتقالی آن در فضا مستلزم گذر زمان است، اما، حرکت این پرتو و زمانی که لازمه حرکت آن است، به سبب سرعت بالایی که دارد، مورد غفلت ماست. ولی از نظر ارسطو، نور یک حرکت انتقالی محض نیست؛ بلکه

۱۶. خراسانی، شرف‌الدین، نخستین فلاسفه یونان، تهران، ۱۳۵۷، ص ۲۸۳.

۱۸. همان ص ۳۵۲.

۱۷. همان ص ۳۵۲.

یک حرکت کیفی یعنی استحاله است.^{۱۹}

از سخنان پارمنیدس و امپدوکلس به روشنی دریافت می‌شود، که اندیشه که ماه از خود نوری ندارد، و نور آن برگرفته از خورشید است؛ ریشه در تفکر اولین فلاسفه یونانی دارد. اگر چه آنها یا قادر به تبیین بیشتری در این باره نبوده‌اند، و یا اگر مطالب دیگری وجود داشته است، در گذر زمان از بین رفته است. لذا، اگر ارسطو نیز به این باور در مورد ماه پای بند بوده باشد، سخن تازه‌ای نگفته است.

نظر آناکساگوراس

سیمپلیکوس در تفسیر خود بر کتاب فیزیک ارسطو پاره‌هایی از نوشته‌های آناکساگوراس را آورده است، در بندی از آن نوشته‌ها آمده است: «این خورشید است که به ماه روشنایی می‌دهد. درباره جهان‌شناسی آناکساگوراس گزارش‌هایی وجود دارد از هیپویاتوس که ارسطو نیز در گزارش‌هایی آنها را تأیید کرده است؛ هیپولیتوس به نقل از تئوفراتوس آورده است که آناکساگوراس معتقد بوده است که: «ماه از خود روشنایی ندارد بلکه از خورشید است. گرفتگی ماه در اثر حائل شدن زمین (و گاه نیز اجرام کیهانی زیر ماه) میان آن و خورشید پدید می‌آید. گرفتگی خورشید نیز در اثر حائل شدن هلال ماه میان زمین و آن روی می‌دهد». او معتقد بوده است که ستارگان سنگ‌های برافروخته‌ای هستند و ماه نیز سنگ برافروخته‌ای است و در عین حال معتقد است که نور ماه از خورشید است. این نظر ابتکاری نیست، زیرا پارمنیدیس نیز بر همین اعتقاد بوده است.^{۲۰}

نظر ارسطو در مورد کرویّت ماه

در مورد کروی بودن ماه نیز ارسطو در کتاب «در آسمان» خویش بحث کرده

۱۹. ارسطو، درباره نفس، ص ۱۳۵.

۲۰. خراسانی، شرف‌الدین، نخستین فلاسفه یونان، ص ۳۵۶.

است. البته موضوع کرویت جهان به نحو عام ریشه در اندیشه الثایان (پارمنیدس؛ ملسیوس؛ دیلس) دارد، که افلاطون نیز به اقتضای همین نظر چنین دیدگاهی داشته است. مطابق آنچه در این کتاب بیان می‌شود، نظر ستاره‌شناسان قبل از ارسطو نیز این بوده است، که خورشید کروی است، زیرا به نظر آنها هلالی بودن خورشید در هنگام کسوف را با هیچ استدلال دیگری نمی‌توان توجیه کرد. او در این کتاب دو دلیل برای کروی بودن ماه بر می‌شمارد، یک دلیل آن است که ما آن را در مراحل افزایش یا کاهش، به شکل هلال یا بدر می‌بینیم. دیگر اینکه اگر نظر ستاره‌شناسان را در مورد ستارگان بپذیریم، آن‌گاه، اگر یکی از اجرام آسمانی را کروی بدانیم، اجرام دیگر نیز باید کروی باشند.^{۲۱}

اگر چه ارسطو در این رساله به روشنی در مورد نور ماه سخنی ابراز نکرده است، اما به تلویح می‌توان دیدگاه او را در این باره - در آنجا که در اثبات کرویت زمین سخن می‌گوید - دریافت. یکی از دلایل کرویت زمین از نظر او این است، که به هنگام ماه گرفتگی، ماه به صورت هلالی دیده می‌شود؛ و چون سبب این گرفتگی حائل شدن زمین بین ماه و خورشید است، هلالی دیدن ماه در حال گرفتگی، دلیلی بر کرویت زمین است، زیرا زمین بر ماه سایه ایجاد می‌کند، و این سخن می‌تواند مستلزم این اعتقاد باشد، که نوری که به ماه می‌تابد از خورشید است.^{۲۲} اگر چه جمله دیگر او در همین کتاب «ماه همیشه فقط یک روی خود را نشان می‌دهد» می‌تواند بر منبر بودن ماه دلالت کند^{۲۳}. ارسطو سخنی از نور برای اجسام عالم افلاک به میان نمی‌آورد. او جنس عالم افلاک را از اثر یا اثر می‌داند؛ و معتقد است که اثر نه از آتش؛ و نه از جنس هیچ ماده دیگری از مواد موجود عالم تحت قمر است. از این رو؛ در مورد ماه و خورشید نیز؛ سخنی از نور به معنایی که در عالم تحت قمر است؛

۲۱. ارسطو، در آسمان، ترجمه اسماعیل سعادت، هرمس تهران ۱۳۷۹، ص ۱۰۴.

۲۲. همان ص ۲۴۵.

۲۳. همان ص ۱۲۸.

به میان نمی آورد^{۲۴}.

نظراگاه نورشناختی ناصر خسرو

از نظر ناصر خسرو در جامع الحکمتین جواهر اجسام به سه قسم است:

(الف) جرم خورشید که همیشه از خود نور دهنده است.

(ب) بخش دیگری که از خود نور ندارد، و نورپذیر است، که این جرم ماه و اجرام همه کواکب است.

(ج) بخش دیگری که نه نورانی، و نه نورپذیر است، که آن فلک با کلیتش است، که راه دهنده نور است.

او می گوید: «گفتند که ماه نزدیکتر جرمی است، به زمین از اجرام عالی، از بهر آن که جوهر او کثیف بود و گرانی داشت. به زیر دیگر اجرام از آن شد، که اندر او گرانی و سختی و تاریکی است. و دلیل دیگر بر آن که جوهر ماه خاکی است، آن آوردند که گفتند، از پنج قسم جسم گران یکی جسم فلک است، و دیگر کره اثیر و سه دیگر هوا و چهارم آب و پنجم خاک؛ هیچ قسمتی جز خاک نیست، که روشنی آفتاب از او نگذرد. چنین که همی بینیم که روشنی آفتاب از چهار فلک و از اثیر و از هوا و آب همی فروگذرد، تا به زمین رسد»^{۲۵}.

او معتقد است که اگر جرم ماه شفاف بود در آن هیچ حکمتی لحاظ نشده بود، زیرا در صورت شفافیت ماه، نوری که از آن عبور می کرد، نوری بود گرم و خشک، به مانند نور خورشید؛ در حالی که نور ماه نوری سرد و تر است؛ و برای میوه ها و دانه ها به منزله آب است؛ که پختنی ها را غرقه کرده است؛ و نور آفتاب برای آنها به منزله آتش است؛ تا پختنی ها میان آب سرد و تر، که نور ماه است؛ و آتش گرم و خشک که نور آفتاب است؛ پخته شوند؛ و از ترکیب این دو؛ و نقش آنها در شکل گیری میوه و

۲۵. ناصر خسرو، جامع الحکمتین، تهران ۱۳۵۷ ص ۱۶۹.

۲۴. ارسطو، درباره نفس، ص ۱۳۶.

دانه‌هاست؛ که این ترکیب از مزه و رنگ و بو و دیگر خواص؛ در آنها شکل می‌گیرد.^{۲۶} او معتقد است؛ در صورتی که ماه شفاف بود؛ همه پختنی‌ها در آتش گرم و خشک می‌سوخند ولی به دلیل کدورت ماه؛ به مانند غذایی که در آب و بر آتش می‌پزند؛ میوه‌ها نیز در اثر ترکیب نور سرد ماه و نور گرم خورشید؛ به این صورت پخته می‌شوند.

نظر شیخ بهایی در مورد نور اجرام آسمانی

شیخ بهایی دانشمند اسلامی قرن یازدهم هجری نیز مقاله^{۲۷} کوتاهی در مورد نور اجرام آسمانی دارد، اگر چه خود عنوان خاصی بدان نداده است، اما از اولین جمله می‌توان به محتوای مقاله وقوف یافت، و آن جمله این است: «فی أنّ أضواء الكواكب مستفاده من الشمس». شیخ در این نوشته در صدد دفاع از این نظر است، که همه اجرام علوی نور خود را وام‌دار خورشید هستند، و فرقی میان ستارگان ثابت با ستارگان در حال حرکت، نیست. اگر چه شیخ در پایان سخن خویش، آن را صبحی تازه دمیده می‌نامد؛ اما واقعیت آن است، که ناصر خسرو قرن‌ها پیش از او همین سخن را گفته است.

نکته‌ای نیز در انتهای این رساله در مورد رنگ ستارگان آمده است، که نکته دقیقی است، و آن چنان که در مباحث ابن هیثم خواهیم آورد، از اهم دست‌آوردهای علمی ابن هیثم است که شیخ بهایی ۶ قرن پس از او به آن پرداخته است. شیخ می‌گوید: «الوانها اصلیه و اضواءها کسبیه». یعنی رنگ این اجرام، ذاتی آنها، و نورهای آنها برگرفته از خورشید است. این همان مدّعی اصلی مقاله ضوء القمر است، که ابن هیثم در آن، بیان می‌دارد که ماه، اگر چه نور خود را از خورشید

۲۶. ناصر خسرو، جامع‌الحکمتین، تهران ۱۳۵۷ ص ۱۷۸.

۲۷. از مجموعه عربی فارسی به شماره ۱۲۳۱/۳۰ مجلس شورای اسلامی (ملی سابق)، تهران، تاریخ کتابت قرن یازدهم است. و چون ناسخ از شیخ به شیخنا یاد کرده است به نظر می‌رسد که از شاگردان او بوده است.

دریافت می‌دارد، اما در آن نور؛ تغییراتی ایجاد می‌کند؛ که در نتیجه آن تغییرات، نور و رنگ مخصوص به خود را تابش می‌نماید.

بخش دوم

بررسی برخی از نظرات نورشناختی ابن هیثم

نورشناسی ابن هیثم را عمدتاً باید در کتاب بزرگ او المناظر و المرايا پی گرفت، اما برخی رساله‌های نورشناختی دیگر او نیز، در این میان نقش مکمل دارند. در این بخش علاوه بر استفاده از فصل اول المناظر از برخی از مطالب مقاله دیگر او تحت نام فی مائیه الاثر الذی فی وجه القمر نیز استفاده شده است.

نور ثانوی مبنای نظریه موجی نور

همان گونه که می‌دانیم، در قرون اخیر دو نظریه در مورد انتشار نور از اجسام وجود داشته است:

۱) نظریه ذره‌ای بودن نور
در این دیدگاه، نور به منزله ذرات مادی کوچکی است، که از جسم منیر خارج؛ و به خط راست در محیط شفاف منتشر می‌گردد. این ذرات کوچک چون به مانعی برخورد کنند، از روی آن بازمی‌تابند. بر این بازتابش، قوانین دوگانه‌ای حاکم است: یکی این که پرتوها تابش، بازتابش و خط عمود در نقطه تابش، در یک سطح واقع است، و دیگر این که زوایای تابش و بازتابش با هم برابرند.

اما بازتابش، در این دیدگاه، تغییری در ماهیت نور ایجاد نمی‌کند، و در واقع نور بازتابیده، همان نور تابیده است، ممکن است بخشی از انرژی جنبشی این ذرات در اثر برخورد با مانع کاهش یابد که این امر نیز تغییر در ماهیت نور تابیده نیست.

بنابراین نظریه، هنگامی که نور از روی یک سطح بازتابیده می‌شود؛ نور بازتابی، همان نور منبع اولیه نور است. از مدافعان این نظریه اسحاق نیوتن فیزیکدان بزرگ قرن هفدهم است. بر اساس این نظریه؛ سرعت نور نیز در محیط‌های شفاف غلیظ بیشتر از سرعت آن در محیط‌های شفاف رقیق است، زیرا چون مولکول‌های محیط غلیظ به هم نزدیک‌ترند، نور را با سرعت بیشتری دست به دست می‌کنند و از خود عبور می‌دهند. فرض‌های این نظریه، بعدها با آزمایشات نورشناختی دقیق؛ ابطال شده است.

۲) نظریه موجی نور

در این دیدگاه، نور، صورتی از انرژی است که به صورت موجی الکترومغناطیسی که حاصل تغییر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، در اثر ارتعاش بارهای الکتریکی، است، ایجاد می‌شود، و بدون این که ماده به همراه آن منتقل شود، در خلأ با بالاترین سرعت ممکن انتشار می‌یابد، و چون به محیط‌های شفاف می‌رسد، سرعت آن نسبت به سرعت در خلأ، کاهش می‌یابد؛ و هرچه غلظت محیط شفاف بیشتر باشد، این کاهش سرعت بیشتر خواهد بود.

بر اساس این نظریه؛ هنگامی که نور به محیطی کدر که نور در آن نفوذ نمی‌کند، برخورد می‌کند، انرژی این نور، به وسیله مولکول‌های آن محیط، جذب می‌شود، و این مولکول‌ها در اثر جذب انرژی شروع به ارتعاش می‌کنند. و در اثر ارتعاش خود، و تغییرات میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در اطراف آنها، خود موج الکترومغناطیسی ایجاد می‌کنند. این امواج به صورت نور در محیط شفاف انتشار می‌یابند. در این نظریه، هر محیط بازتابنده، نوری را باز می‌تاباند؛ که به ویژگی‌های فیزیکی خود آن محیط، متناسب است و در واقع، نور خود را می‌تاباند.. هیچ نوری نیست که به محیطی برخورد کند، و بر روی آن محیط عیناً با همان شرایط اولیه بازتابش نماید.

این نظریه در مورد ماهیت نور، با آزمایش‌های دقیق نورشناختی به اثبات رسیده

است؛ اما در عین حال بسیاری از ویژگی‌های نظریه ذره‌ای نور مانند حرکت نور بر خط راست؛ همچنان قابل استناد است، اما باید به خاطر داشت که آنچه ما در مقیاس بزرگ از رفتار نور مشاهده می‌کنیم که منطبق بر شرایط نظریه ذره‌ای است، ربطی به ماهیت نور به عنوان یک موج ندارد.

تلقی پیشینیان که از ابزارهای دقیقی برای آزمایش‌های نور شناختی برخوردار نبوده‌اند، با نظریه ذره‌ای نور همخوانی داشته است، اما آنچه ابن هیثم در مورد صدور نور ثانوی بیان کرده است، دقیقاً با نظریه موجی نور متناسب است.

نور اولی و ثانوی

از نظر ابن هیثم^{۲۸} نوری که از جسم منیر، که منبع تابش نور است، خارج می‌شود نور اولی است، و این نور، چون به یک محیط شفاف برسد، در درون آن محیط منتشر می‌شود، و اگر محیط کدر باشد، نمی‌تواند وارد آن محیط شود، و به وسیله آن محیط جذب می‌شود، او می‌گوید جذب نور در محیط کدر سبب صدور نور دیگری از سطح خود آن جسم کدر می‌شود، که از آن به نور ثانوی یاد می‌کند، که از نظر خواص نورانی، این نور با نور اول تفاوتی ندارد، و تنها از آن ضعیف‌تر است.

نور ذاتی و عرضی

این نور ثانوی چون به مانع دیگری برخورد کند، به وسیله مانع متوقف می‌شود، و به سبب ویژگی‌ای که او از آن به قوه نور پذیری (قبول للضوء) یاد می‌کند، به وسیله مانع جذب می‌شود و سبب صدور نور سوم (ثالث) از آن می‌شود. این حالت اگر برای موانع چهارم و بیش از آن تکرار شود، موجب صدور نور خاص آن محیط‌ها می‌شود، ابن هیثم از آنها به نحو عام و کلی به نورهای عرضی تعبیر می‌کند^{۲۹}.

۲۸. نظیف بک، مصطفی، الحسن بن الیهثم بحوثه و کشفه البصریه، دارالکتب، قاهره ۱۹۴۲ جلد اول، ص ۲۴۶.

۲۹. همان ص ۲۴۷.

پس نور از نظر ابن هیثم دو گونه است:

الف) نور ذاتی

نوری که اجسام منیر مانند خورشید یا منابع زمینی نور صادر می‌شود. او می‌گوید: «نوری که از اجسام منیر می‌تابد به سبب صیقلی بودن یا سطوح آنها نیست، بلکه نور از هر جزوی از آنها می‌تابد، پس نورانی بودن آنها به دلیل وجود توان نوری (قوه نوری) آنهاست»^{۳۰}.

نور عرضی

نوری که پس از تابش نور منبع به یک جسم کدر و جذب آن توسط جسم کدر، از سطح جسم ساطع می‌شود. در این نظرگاه ماه تابنده نور عرضی است. نورهای ذاتی و عرضی به لحاظ همه ویژگی‌های نورانی با هم برابرند، و قوانین بازتابش و شکست و حالت حرکت بر خط راست برای هردوی آنها صادق است.

تفاوت اجسام کدر و صیقلی از نظر برخورد نور به آنها

الف: اجسام صاف و صیقلی
از نظر ابن هیثم اجسام صاف و صیقلی نوری را که به آنها می‌تابد، منطبق بر قوانین بازتابش نور بازمی‌تاباند، نوری که از یک سطح صاف بازمی‌تابد هیچ تفاوتی با نور منبع نور ندارد.

ب) اجسام ناصاف

او اجسام ناصاف را بازتابنده نور نمی‌داند، و همان گونه که بیان کردیم، معتقد

۳۰. ابن هیثم «فی مائیه الاثر الذی فی وجه القمر» تصحیح عبدالحمید صبره، مجله التاريخ العلوم العربیه، السنه الوالی، العدد الاول، ايار ۱۹۷۷ م، جامعه حلب - سوریه، معهد التراث العلمی العربی، ص ۱۰.

است این اجسام نور عرضی تابش می‌نمایند و بنابراین قوانین بازتابش را برای اجسام کدر صادق نمی‌داند. در مقاله «فی مائیه الاثر الذی فی وجه القمر» تعبیر «صیقله» و «خشنه» در مقابل یکدیگر به کار می‌رود. او درباره اجسام غیر صیقلی یا به تعبیر خود «خشنه» می‌گوید: «غیر صیقلی بودن مانع بازتاب نور می‌شود، اما مانع پذیرش نور نمی‌شود، و خشن بودن نسبت به صیقلی بودن برای پذیرش نور مناسب‌تر است، زیرا نور وقتی به اجسام صیقلی برخورد می‌کند در فاصله بین اجزای آنها نفوذ می‌کند، همان‌گونه که غیر صیقلی بودن سطح ماه سبب ناپدید شدن نور نمی‌شود»^{۳۱}.

نقد سخن ابن هیثم در مورد اجسام صیقلی و غیر صیقلی

اگر چه نظریه صدور نور عرضی نظریه‌ای مهم و الهام بخش است؛ اما باید توجه داشت که صدور نور عرضی از اجسام کدر و صیقلی هر دو صورت می‌گیرد. و در واقع هر دو محیط یعنی محیط جسم ناصاف و محیط جسم صیقلی نور را به تعبیری بازمی‌تابانند؛ و به تعبیری نور عرضی صادر می‌کنند. بر اساس نظریه پذیرفته شده موجی نور هرگاه به یک سطح خواه صاف و خواه ناصاف برخورد کند؛ به وسیله ذرات آن محیط جذب و سبب ارتعاش می‌شود؛ و موج نورانی جدیدی ایجاد می‌کند. موج جدید ایجاد شده منطبق بر قوانین بازتابش نور - که پیشتر از آنها یاد کردیم - در محیط شفاف انتشار می‌یابد.

تفاوتی که محیط‌های صیقلی و غیر صیقلی با یکدیگر دارند؛ این است که محیط‌های صیقلی نور را به صورت منظم بازتاب می‌دهند؛ و پرتوهای نوری که از یک جسم به صورت موازی به سطح صیقلی برخورد می‌کنند، به همان صورت از آن سطح بازمی‌تابند، اما، بازتابش از روی سطح غیر صیقلی نامنظم است؛ یعنی

۳۱. ابن هیثم «فی مائیه الاثر الذی فی وجه القمر» تصحیح عبدالحمید صبره، مجله التاریخ العلوم العربیه، السنه الوالی، العدد الاول، ایار ۱۹۷۷ م، جامعه حلب - سوریه، معهد التراث العلمی العربی، ص ۱۲.

پرتوهایی که موازی به یک سطح ناصاف برخورد می‌کنند، در هنگام بازتابش موازی نیستند، چون مولکول‌های سطح صیقلی به صورت منظم چیده شده‌اند، خطوط عمود بر نقاط تابش در آنها موازی هستند، اما در سطح غیر صیقلی، چون مولکول‌ها نامنظم چیده شده‌اند؛ خطوط عمود موازی نیستند، و در نتیجه پرتوهای بازتابش موازی نیستند.

ابن هیثم بازتابش را بر روی سطوح صیقلی با تلقی نظریه ذره‌ای نور مورد تأیید قرار می‌دهد؛ و قانون‌های بازتابش را برای سطوح غیر صیقلی نمی‌داند. که در نورشناسی نوین هر دو این موارد غیر قابل قبول است.

بنابراین آنچه که ابن هیثم در این مقاله به اجمال و در فصل اول از کتاب المناظر به تفصیل به آن پرداخته است؛ این است که هنگام برخورد نور از یک جسم دیگر، اگر آن جسم کاملاً صیقلی باشد نور را بازمی‌تاباند، و اگر کاملاً شفاف باشد، نور را از خود عبور می‌دهد؛ و اگر محیطی که نور به آن برخورد می‌کند؛ نه کاملاً صیقلی و نه کاملاً شفاف باشد، آن محیط تبدیل به منبع ثانوی نور می‌شود، و مانند اجسامی که از خود نور دارند، نور را در تمام جهات منتشر می‌کند.

نظر ابن هیثم در مورد تفاوت اجسام شفاف و غیر شفاف

«او می‌گوید: هر جسم شفاف نور را پذیرفته و آن را به ماورای خود هدایت می‌کند، اما جسم غیر شفاف آن را به ماورای خود هدایت نمی‌کند». بر همین اساس او می‌گوید توان پذیرش نور غیر از شفاف بودن است. ابن هیثم به طور کلی و در مواضع متعددی از نوشته‌های خود به تقسیم‌بندی اجسام از نظر برخورد نور به آنها می‌پردازد، او در کتاب المناظر و در مقالة فی الضوء و در ضوء القمر و در مقالة مائیه الاثر الذی فی وجه القمر به این موارد اشاره کرده است.

آنچه که از بیان او برمی‌آید، این است که اجسام در مقابل نور دو دسته هستند: یا «شفاف» اند و یا «کثیف». اجسام «کثیف» نیز یا «صقیل» اند و یا «خشن». اجسام

شفاف به دلیل وجود خاصیت «شفیف» (شفاف بودن) می‌توانند نور را از خود عبور دهند، و اجسام پشت خویش را نمایان سازند. از نظر ابن هیثم جسم کاملاً شفاف قابل دیدن نیست، و رنگی نیز ندارد؛ و اجسام واقعی تا اندازه‌ای شفاف و تا اندازه‌ای کثیف (کدر) هستند. می‌گوید: «هر جسمی مانند آب و شیشه و سنگ‌های شفاف که تا اندازه‌ای شفاف و تا اندازه‌ای کدر باشد، چون نور به آن بتابد، بخشی از نور در آن نفوذ می‌کند؛ و بخشی از نور در سطح آن ظاهر می‌شود» او در مورد اجسام کدر نیز می‌گوید: «اجسام کدر مختلف هنگامی که به آنها نور می‌تابد، تصویر نور در در آنها متفاوت می‌شود، این اختلاف تصویر نور به رنگ آنها و به صیقلی بودن و یا خشن بودن و به میزان کدر بودن آنها بستگی دارد؛ و اجسام مشابه نیز رفتار مشابهی با نور دارند»^{۳۲}. اجسام کدر اگر صیقلی باشند بازتابنده نور هستند و اگر غیر صیقلی باشند منبع صدور نور عرضی می‌باشند.

بخش سوم

روش کلی ابن هیثم در مباحث رساله ضوء القمر

روش او در این رساله را می‌توان تحت عناوین زیر دسته بندی کرد

تواضع علمی

نکته‌ای که در ابتدای این مقاله نظر خواننده محقق را به خود جلب می‌کند، نحوه مواجهه ابن دانشمند با نظریات دانشمندان و ریاضیدانانی است، که درباره نور ماه اظهار نظر کرده‌اند. او پس از آن که اعتقاد دانشمندان گذشته را به بازتابنده بودن سطح ماه بیان می‌دارد، می‌گوید:

«هیچ سخنی تحقیقی از هیچیک از این دانشمندان نه درباره چگونگی تابش نور از خورشید به ماه، و نه درباره بازتابش نور از سطح ماه به زمین، به ما نرسیده

۳۲. ابن هیثم «فی مائیه الاثر الذی فی وجه القمر» تصحیح عبدالحمید صبره، مجله تاریخ العلوم العربیه، السنه الوالی، العدد الاول، ایار ۱۹۷۷ م، جامعه حلب - سوریه، معهد التراث العلمی العربی، ص ۱۳.

است»^{۳۳}. البته او با قطع و یقین در این باره که آنها سخنی تحقیقی در این مورد ندارند، سخن نمی‌گوید، بلکه می‌گوید: شاید آنها دلایلی داشته‌اند؛ که به ما نرسیده است. این یکی از ویژگی‌های سلوک علمی ابن هیثم است که حاکی از تواضع علمی اوست، چنان که در جای دیگری از این مقاله، درباره نظر ریاضیدانان می‌گوید: «و اما اصحاب التعالیم، فَإِنَّ الْمَظْنُونِ مِنْ رَأْيِهِمْ»^{۳۴}. یعنی آنچه من از نظر ریاضیدانان فهمیده‌ام، و برداشت من از سخن آنها این است. شاید نتوانسته‌ام منظور اصلی آنها را دریابم. این موارد که حاکی از مشی متواضعانه ابن هیثم در سلوک علمی است، در ابتدای این مقاله به خواننده این نوید را می‌دهد، که این دانشمند قصد القای بی‌دلیل بافته‌های ذهن خویش را ندارد، و همین امر سبب برانگیخته شدن رغبت بیشتر می‌شود. هنگامی که این مشی ابن هیثم که با وجود طرح مباحث دقیق علمی و اصلاح بسیاری از تلقی‌ات نادرست، با اندیشه‌های گذشتگان با کمال تواضع برخورد می‌کند، با روش شیخ بهایی مقایسه شود، که پس از نوشتن مقاله‌ای کوتاه - که ذکر آن رفت - آورده است: «اطفیء المصباح فقد طلع الصباح»^{۳۵}، و به این وسیله به تحفیف بزرگان قبل از خود می‌پردازد، لطف و بزرگی ابن هیثم آشکارتر می‌شود. البته نباید از نظر دور داشت که شیخ بهایی متعلق به دوران افول علم در عالم اسلام است، در این شرایط افراد دانش خود را وسیله فخر فروشی و تفاخر قرار می‌دهند.

از این رو، ما تواضع علمی را بخشی از روش‌شناسی ابن هیثم می‌شماریم، و در واقع این صفت اخلاقی در این جا نقش یک روش علمی به خود گرفته است.

بیان دقیق همه فرض‌های مسأله

چنان که در ادامه خواهیم دید، ابن هیثم انواع فروض منطقی هر مسأله را مورد اشاره قرار می‌دهد. این گونه از بیان به تحدید موضوع و مشخص شدن حدود بحث

۳۳. ابن هیثم، مقاله فی ضوء القمر، از کتاب فی ضوء الكواكب، دایره المعارف عثمانیه، حیدرآباد دکن، ص ۲.

۳۴. همان ص ۳.

۳۵. از مجموعه عربی فارسی به شماره ۱۲۳۱/۳۰ مجلس شورای اسلامی (ملی سابق)، تهران.

اشاره قرار می دهد. این گونه از بیان به تحدید موضوع و مشخص شدن حدود بحث کمک بسیاری می رساند. و اصولاً او علت پرداختن به مباحث نور ماه را در این می داند، که گذشتگان اعم از ریاضیدانان یا دانشمندان علوم طبیعی بیان کامل و دقیقی از این مسأله ارائه نکرده اند. ابن هیثم در اینجا نظر ریاضیدانان و دانشمندان علوم طبیعی را مورد ملاحظه قرار می دهد، زیرا او نورشناسی را به ریاضیات و علوم طبیعی مرتبط می داند. چنان که در رساله مقاله فی الضوء می گوید:

«سخن از ماهیت نور به علوم طبیعی مربوط است؛ و سخن از چگونگی تابش آن به علوم ریاضی، چنان که سخن از ماهیت پرتوهایی که نور به وسیله آنها امتداد می یابد، مربوط به علوم طبیعی است، و سخن از شکل و هیأت این پرتوها به علوم ریاضی، هم چنین سخن از اجسام شفاف که نور در آنها نفوذ می کند، و از ماهیت و چگونگی شفاف بودن آنها به علوم طبیعی وابسته است. پس سخن از پرتو و شفافیت و نور ترکیبی از علوم طبیعی و علوم ریاضی است»^{۳۶}.

همین نگاه تلفیقی به موضوع نور ابن هیثم را بر آن می دارد تا در رساله «ضوء القمر» فرض های ریاضیاتی و فیزیکی مربوط به نور ماه را مورد دقت قرار دهد. سپس هر یک از این فرض ها را در حوزه ریاضیات، فیزیک و یا فلسفه پاسخ می دهد.

مثال: ماه گرفتگی تحت شرایطی می تواند نشان دهد که ماه از خود نوری ندارد، و نور آن برگرفته از خورشید است؟

فرض های مختلفی که به نظر او همه فرض های ممکن است عبارتند از:^{۳۷}

الف) امکان فسادپذیری ماده تشکیل دهنده فلک وجود نداشته باشد.

ب) هیچ خلایق در فلک وجود نداشته باشد.

پ) هیچ بخشی از فلک پارگی نپذیرد.

ت) همه یا بخشی از فلک انبساط و انقباض نپذیرد.

ث) بخشی از فلک در بعضی اوقات ذاتاً ساکن و در بعضی اوقات ذاتاً متحرک نباشد.

ج) نباید بخشی از آن به دلیلی در برخی زمانها با سرعت و جهتی متحرک باشد، و در زمانی دیگر سرعت و جهتی مخالف حالت اول داشته باشد.

مثال‌های متعددی از متن مقاله ضوء القمر در این باره می‌توان ذکر کرد، شیوه او بیان همه انواع فرض‌هاست، خواه این فرض‌ها علمی باشند، و خواه فلسفی، او پس از بیان این فرض‌ها، هر کدام را براساس محتوای خود که یا علمی و یا فلسفی است پاسخ می‌دهد^{۳۸}.

بیان استدلال فیزیکی و منطقی برای وجوه مختلف مسأله

باور ابن هیثم این است که اگر استدلال منطقی کاملی برای یک موضوع بیان نشود، آن موضوع در حد گمان و حدسی غیر قابل اعتماد باقی می‌ماند. چنان که می‌گوید: «حال که چنین است و ما سخنی کافی که بیانگر حقیقت کیفیت نور این جرم باشد، در اختیار نداریم و جانها نیز مشتاق آگاهی از حقیقت امور هستند و تا رسیدن به یقینی قطعی آرام نمی‌گیرند، به تحقیق درباره کیفیت نور این جرم و دقت نظر در آن و کشف ناشناخته‌های آن پرداختیم». او رسیدن به باور یقینی را مستلزم استدلال دقیق فیزیکی و هندسی می‌داند.

بیان استدلال هندسی

چون ابن هیثم خود ریاضیدانی بزرگ است، سعی می‌کند، نظرات خود را با پشتوانه علم معتبری مانند هندسه مورد تأیید قرار دهد. و تا آنجا که از قواعد هندسه اقلیدسی برای طرح مسأله و حل هندسی آنها بهره برده است، براهین کاملاً

۳۸. در ادامه طرح این فرض‌ها ابن هیثم هر فرض را جداگانه و به تفصیل در مقاله ضوء القمر پاسخ گفته است.

دقیق است؛ به نحوی که اثبات‌ها از اعتبار کامل علمی برخوردار می‌باشند. ما در ادامه، مسائل را در قالب موارد بالا مطرح می‌سازیم. در واقع تلاش ذهنی او برای بیان استدلال علمی در قالب‌های ریاضی و هندسه گام بلند او در ترکیب علوم تجربی و ریاضی است، که با دقت در آنها، احتراز او را از خلط مباحث علمی و فلسفی درخواهیم یافت، اگر چه این مباحث علمی مرز مشخصی با فلسفه نداشته‌اند، اما سعی او در جداسازی هر یک از این حوزه‌ها تأثیر فراوانی بر مطالعات علمی بعد از او داشته است.

تفاوت ماه با سایر اجرام آسمانی

ماه از ویژگی‌های متفاوتی نسبت به سایر اجرام آسمانی برخوردار است، این تفاوتها سبب شده است، دانشمندان و ریاضیدانان و سایر متفکران، ماه را فاقد نور و نور آن را برگرفته از خورشید بدانند؛ که به وسیله بازتابش به زمین می‌رسد، همین تصور بازتابندگی نور باعث القای فکر صیقلی دانستن ماه شده است. این ویژگی‌ها عبارتند از:^{۴۰}

- الف) نور در روی سطح آن جابه‌جا می‌شود.
- ب) شکل مقدار نورانی آن مرتباً تغییر می‌کند.
- ج) سطح نورانی ماه همواره به سمت خورشید است.
- د) ماه در هنگام گرفتگی کاملاً به طرف خورشید است، و زمین در این حالت بین ماه و خورشید واقع است.

او پس از بیان این تفاوت‌ها که برای هر چشم غیر مسلحی نیز واضح است می‌گوید همه کسانی که این موارد را دلایل بازتابنده بودن ماه می‌دانند؛ با وجود اتفاق نظری که در این بحث دارند؛ براهین متقنی در این باره ارائه نکرده‌اند.

ابن هیثم همچنین نظر این دانشمندان را در مورد رنگ ماه مورد تردید قرار

می دهد. او معتقد است که این دانشمندان با باور به بازتابندگی ماه تصور کرده اند؛ که رنگ آن همان رنگ نور خورشید است، که از سطح ماه بازمی تابد؛ و برای ماه رنگی قائل نشده اند. او در بخش های آخر این مقاله این نظر رانیز مورد تردید قرار می دهد و براساس نظری که در مورد نور تابیده از ماه بیان می کند، رنگ ماه را نیز به گونه ای دیگر توصیف می کند.

تفاوت اجسام از جهت برخورد نور به آنها^{۴۱}

در نگاه ابن هیثم اجسام از جهت برخورد با نور به سه دسته تقسیم می شوند:

(الف) جسمی که از هر نقطه از آن نوری به نقطه مقابلش می تابد، این خاصیت اجسام ذاتاً نورانی (منیر) است.

(ب) جسمی که از اجسام نورانی دیگر بر آن نوری می تابد و از سطح آن منعکس می شود، این خاصیت اجسام صیقلی است.

(ج) جسمی که چون نوری به آن می تابد از نقطه ای از آن به داخل نفوذ می کند؛ این ویژگی اجسام شفاف است.

آن گونه که از پیشینه اندیشه ابن هیثم می دانیم، او تنها جسمی صیقلی را بازتابانده می داند؛ و جسم غیر صیقلی یا خشن را منبع تابش نور عرضی می شمارد بر همین اساس در این تقسیم بندی سه گانه نیز اجسام غیر صیقلی و از جمله ماه در ردیف اول قرار می گیرند چراکه او پس از این اثبات می کند که از هر نقطه از ماه نوری به نقطه مقابل آن می تابد و بنابراین ماه جسم منیر است.

آیا ماه از خود نوری دارد؟

او سپس نور ماه را به دنبال این تقسیم بندی بررسی می کند، و می گوید: این که از

۴۱. از اینجا تا پایان این بخش همه مستندات بحث برگرفته از «مقاله فی ضوء القمر» از کتاب فی اضواء الكواكب چاپ دایره المعارف عثمانیه در حیدرآباد دکن هندوستان است.

هر نقطه از ماه نوری به نقطه مقابل آن می‌تابد، دلیلی بر نورانیت ذاتی (منیر بودن) آن است، ماه گرفتگی و به سمت خورشید بودن بخش نورانی آن نیز دلایلی بر اخذ نور از خورشید است. آیا ممکن است با وجود گرفتگی ماه در مقابل خورشید و تغییر در مقدار بخش نورانی آن مقابل بودن بخش نورانی آن به خورشید باز هم ماه از خود نور داشته باشد؟

نور ماه از چه طریقی به زمین می‌رسد؟

او سپس می‌گوید حال با فرض این که این نور را برگرفته از خورشید بدانیم نور آن از چه راهی به زمین می‌رسد؟ آیا از راه انعکاس است؟ یا از راه نفوذ؟ یا از طریق دیگری غیر از این دو شیوه است که ویژگی همه اجسام نور دهنده غیر ذاتی است؟ اهم مباحث ابن هیثم در این رساله دادن پاسخ فیزیکی به این سؤالات و ارائه استدلال ریاضی برای آنها جهت رسیدن به نظریه مختار خود در این رابطه است. او در پاسخ به پرسش اول اذعان می‌کند که تغییر در مقدار آشکار بخش نورانی ماه نمی‌تواند ناقض نورانیت ذاتی آن باشد؛ زیرا ممکن است بخشی از ماه که سطحی به اندازه مساحت یک دایره دارد؛ از خود نورانی باشد؛ و ماه علاوه بر حرکتی که در آن روی فلک خود به گرد زمین دارد؛ حرکتی نیز حول مرکز خود داشته باشد به نحوی که با چرخش ماه به گرد مرکز خود مقداری از بخش نورانی که در سطح زمین مشاهده می‌شود؛ ابتدا هلالی باشد؛ و پس از آن هلالی بزرگتر شده تا نیم‌دایره و سپس دایره‌ای نورانی تبدیل شود و پس از آن رو به کاهش گذارد؛ تا این که با چرخش ماه حول مرکز خود که حرکتی مساوی با حرکت ماه بر روی فلک خود به دور زمین است؛ بخش نورانی بالا قرار گیرد؛ و در سطح زمین به چشم نیاید.

یک احتمال دیگر این است که ماه کاملاً نورانی و کروی شکل باشد؛ و به وسیله جسم کدر مقاوم بی‌نوری که به صورت نیم‌کره‌ای توخالی است و سمت مقعر آن مماس با سطح محدب ماه است احاطه شده باشد؛ و در این حالت ماه ثابت باشد و

این نیمکره کدر در مقابل آن به شرحی که در مورد پیشین بیان شده؛ حرکت کند؛ در این حالت نیز اشکال ظاهر شده می‌توانند از خود ماه باشند.

علل ماه گرفتگی در صورت منیر بودن ماه

اما اگر ماه ذاتاً نورانی باشد گرفتگی اش تنها میتواند به علل زیر باشد:

(الف) در ذاتش استحاله صورت گیرد.

(ب) فاصله اش تغییر کند.

(ج) وضع آن در مقابل چشم تغییر کند.

(د) مانعی آن را بپوشاند.

(ه) حالتی مرکب از چهار حالت فوق داشته باشد.

اما او در اجرام عالم فلک استحاله را منتفی می‌داند؛ زیرا تحول و استحاله ویژگی عالم تحت فلک قمر است؛ و همه اجرام عالم افلاک وضعیتی یکسان و ثابت دارند؛ که در آن صورت نمی‌گیرد.

تغییر فاصله نیز تنها می‌تواند؛ باعث بزرگ یا کوچک شدن جسم یا ناپدید شدن برخی از جزئیات جسم شود؛ یک جسم بزرگ هنگامی که از نزدیکی ما فاصله می‌گیرد؛ هرچه دورتر می‌شود؛ در حالی که شکل آن ثابت است؛ بزرگی زاویه‌ای آن کم می‌شود؛ و اگر به ما نزدیک شود؛ عکس این حالت اتفاق می‌افتد؛ و نمی‌تواند باعث هلالی شدن دایره شود؛ یا در حالی که بزرگی دایره محیطی هلال ثابت است؛ باعث تغییر در پهنای آن شود.

و اما اگر مانعی باشد که ماه را از چشم پنهان کند؛ این مانع باید بر روی بخش مقابل خورشید باشد، و در این حالت، چون ستارگان زیادی در نزدیکی ماه قرار دارد؛ آن ستارگان نیز باید دچار گرفتگی شود. اما عملاً این اتفاق نمی‌افتد؛ و اگر این مانع همواره در مقابل خورشید است، باید به همراه حرکت خورشید حرکت کند، و هر ستاره‌ای را که در مسیر واقع می‌شود؛ دچار گرفتگی نماید، که این وضعیت نیز مشاهده نمی‌شود.

دلایل ابن هیثم بر کروی بودن ماه

و اما در مورد چهارم که گرفتگی ماه می‌تواند ناشی از تغییر هیأت ماه باشد، با استدلال ثابت می‌کند؛ که ماه تنها به شکل کره است. او می‌گوید شکل ماه مقعر نیست؛ زیرا اگر مقعر و ساکن باشد، و خورشید در مقابل آن حرکت کند، و در اثر این حرکت مقدار نورانی‌ای که از آن به چشم می‌رسد تغییر کند، باید اولین بخشی که از آن دیده می‌شود؛ تحدّبی در خلاف جهت خورشید داشته باشد؛ و چون این‌گونه نیست؛ بنابراین ماه مقعر نیست. محدّب غیر کروی نیز می‌تواند باشد؛ زیرا در این صورت؛ اگر ماه حول خود به صورت مایل در حرکت باشد، آنچه که از آن به صورت نورانی دیده می‌شود کمانی از دایره نخواهد بود، اگر هم ساکن باشد، و خورشید در مقابل آن حرکت کند، در صورت محدّب غیر کروی بودن؛ بخش نورانی ظاهر از آن یا هلالی به نظر نخواهد آمد؛ و یا در صورتی که هلالی به نظر آید با تغییر وضع جسم حالت هلالی آن حفظ نخواهد شد.

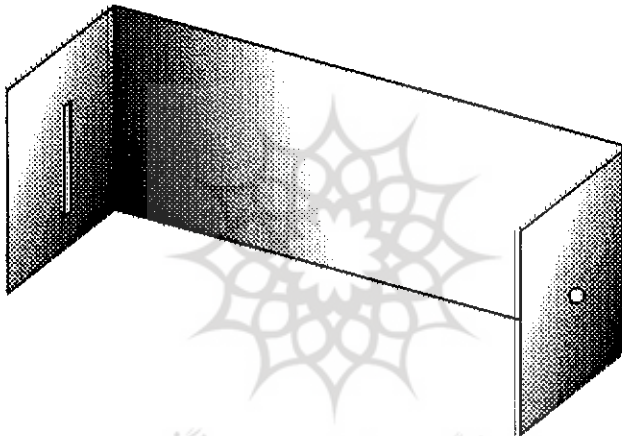
بنابر آنچه گفته شد؛ چون ماه ابتدا هلالی است، و سپس هلال آن بزرگتر و به نیم‌دایره تبدیل می‌شود؛ و آنگاه به صورت مستطیلی که به وسیله دو کمان احاطه شده است؛ در می‌آید؛ و سپس به دایره تبدیل می‌شود، نمی‌تواند به صورتی غیر از کره باشد.

آیا از هر نقطه ماه به نقطه مقابل آن نور می‌تابد؟

او کوشش می‌کند با طرح آزمایشی نشان دهد که از هر نقطه از سطح ماه به نقطه‌ای در مقابل آن نور تابش می‌شود؛ آن آزمایش به شرح زیر است:

وسیله‌ای که در این آزمایش از آن استفاده می‌کند؛ مرکب از خط‌کش با طول و عرض و ضخامت زیاد است، که کاملاً راست باشد؛ و سطوح آن موازی باشد؛ و در دو طرف آن دو هدف موازی عمود بر سطح خط‌کش قرار می‌دهیم؛ به طوری که عرض آنها به اندازه عرض خط‌کش باشد (شکل ۱). در وسط هدف A و بر روی

سطحی از آن که روبروی خط کش است؛ گودی صاف مقعری به شکل نیم کره ایجاد می‌کنیم؛ به گونه‌ای که در وسط آن سوراخ کوچکی وجود داشته باشد؛ و در وسط هدف دوم B روزنه مستطیلی شکل باریک و صافی که موازی سطح خط کش باشد؛ و فاصله وسط آن از مکانی از خط کش که این هدف به آن اتصال دارد؛ به اندازه سوراخ موجود در هدف دیگر از آن سر خط کش باشد؛ و طول روزنه مستطیلی در مکان نقطه زاویه‌ای بسازد، که کمتر از زاویه‌ای که قطر ماه در نزد سوراخ می‌سازد؛ نباشد. (شکل ۱)



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

(شکل ۱)

حال این ابزار را بر حاملی قرار می‌دهیم؛ به طوری که به آسانی قابل حرکت باشد؛ و بتوان آن را مقابل ماه قرار داد؛ و به گونه‌ای از آن استفاده کرد که هرگاه از طریق سوراخ و از روزنه به ماه نگریسته شود؛ دو طرف روزنه کاملاً منطبق بر محیط ماه باشد؛ و هرگاه طرفی از روزنه خالی شود، بتوان با ماه آن را پر کرد.

چون ابزار آماده شد؛ چشم را از سوراخ دور می‌کنیم؛ و سوراخ را مقابل جسم کدروی قرار می‌دهیم. در این حالت، نوری از ماه که از روزنه گذشته، و از سوراخ نیز

عبور کرده است؛ بر روی جسم کدر ظاهر می‌شود؛ و چون روزنه به تدریج گرفته شود؛ نوری که بر جسم کدر است؛ مرتباً کوچک می‌شود؛ و اگر روزنه را با جسم کدری که دارای سوراخی است؛ بپوشانیم، به گونه‌ای که تنها بخش کوچکی از روزنه باز بماند؛ در این حالت؛ نوری که بر جسم کدر باقی می‌ماند؛ نوری است که بر روی خط راست از بخش باقی مانده روزنه تا سوراخ موجود در هدف A امتداد یافته است، و اگر این جسم پوشاننده حرکت داده شود؛ تا اجزای مختلفی از سطح ماه آشکار شود، نور نیز آشکار می‌شود و اگر خط‌کش نیز حرکت داده شود؛ تا بخش‌های دیگری از سطح ماه آشکار شود؛ یا خط‌کش به مکانهای دیگر منتقل شود نیز همین وضعیت تکرار خواهد شد.

ابن هیثم از این آزمایش نتیجه می‌گیرد که نوری که از ماه در هنگام تابش خورشید بر آن ظاهر می‌شود؛ مانند نوری است که از اجسام منیر خارج می‌شود. به این صورت که از هر نقطه‌ای از آن نوری به نقطه مقابل آن می‌تابد؛ و نه به مانند اجسامی است که نور از سطح آنها به روش بازتابش ظاهر می‌شود؛ زیرا اجسام منیر صورتی هستند؛ که از نقطه از آنها نور به نقطه‌ای در مقابل آن می‌تابد. اما اجسامی که نور را بازتابش می‌دهند، این بازتابش از روی سطح آنها تنها از یک نقطه صورت می‌گیرد. و نور از همه سطح آنها بازتابیده نمی‌شود. ابن هیثم توجه می‌دهد که این آزمایش را باید با رعایت جوانب احتیاط انجام داد، بنابراین او روزنه را به آرامی بازتر می‌کند؛ و خط‌کش را در هنگام تابش نور کاملاً ثابت نگه می‌دارد؛ و جسمی را که در پشت سوراخ است و نور بر آن ظاهر می‌شود بسیار نزدیک به سوراخ قرار می‌دهد. لازم است نور در این حالت به دقت نگریسته شود؛ و برای رعایت جوانب احتیاط، این آزمایش در شبی انجام شود که ماه کاملاً پر باشد، زیرا نور ماه ضعیف است؛ و نوری که از روزنه گذشته و از سوراخ نیز عبور کرده است؛ بسیار ضعیف است. به نحوی که دقت زیادی را طلب می‌کند.

انتشار کروی نور در محیط شفاف

یکی از نتایج بسیار مهمی که ابن هیثم از این آزمایش می‌گیرد؛ این است که نور از یک نقطه از سطح ماه در تمام جهات منتشر می‌شود؛ و نوری که از یک نقطه از ماه خارج می‌شود می‌توان در تمام نقاط سطح زمین مشاهده کرد؛ او چندین بار بر این بیان تأکید می‌ورزد؛ که نور هنگامی که از یک نقطه از منبع نور خارج می‌شود؛ در تمام جهاتی که ممکن است؛ در محیط شفاف انتشار پیدا می‌کند. انتشار نور در همه جهات از توابع نظریه انتشار موجی نور است.

البته کشف انتشار کروی نور به کندی (۲۶۰ هجری قمری) باز می‌گردد؛ که معتقد بود سیال بصری از تمام نقاط سطح مردمک چشم در همه جهات انتشار می‌یابد؛ اقلیدس و بطلمیوس معتقد بودند که سیال بصری تنها از مراکز چشم خارج می‌شود. البته انتشار کروی نور را به طور کلی می‌توان از الهامات تاریخی نظریه پرتوهای بصری دانست؛ زیرا این پرتوها مخروطی تصور می‌شده‌اند و کندی بر همین پایه به تصور انتشار کروی نائل شده است.

نور ثانوی

آنچه این آزمایش نشان می‌دهد؛ ویژگی اجسامی است که ذاتاً نور دهنده (منیر) هستند و بر همین اساس، نوری که از ماه به زمین می‌رسد؛ نمی‌تواند از طریق بازتابش یا نفوذ باشد؛ و با نظریه این که او نور ماه را همان نور خورشید نمی‌داند و در عین حال ربطی بین نور تابیده از ماه به زمین و نور تابیده از خورشید به ماه قائل است؛ به نظریه خود در رابطه با صدور نور ثانوی می‌رسد؛ و با قاطعیت بیان می‌دارد: «هنگامی که نور خورشید به ماه می‌تابد؛ ماه در این حالت از خودش نورانی می‌شود؛ و نوری که از آن خارج و بر زمین گسترده می‌شود، نور خود اوست؛ و رنگ نورانی‌ای که از آن دیده می‌شود؛ منحصرأ رنگ خود اوست؛ همان گونه که از اجسام منیر از خود نور ساطع می‌کنند.»

بخش چهارم

استدلال‌های هندسی ابن هیثم بر صیقلی نبودن سطح ماه

پیش از پرداختن به استدلال‌های هندسی ابن هیثم، چون او پس از بیان قضایایی از هندسه در مورد تصویر در آینه‌های کروی محدّب؛ به بیان قضایایی پرداخته است؛ که درک آنها نیازمند فهم دیدگاههای نجومی اوست که مبتنی بر نجوم بطلمیوس است؛ خصوصاً آن که ابن هیثم بسیاری از اندازه‌های نجومی و یا شاید همه آنها را از مجسطی بطلمیوس گرفته است. لازم است به اختصار به برخی از مسائل نجومی و تفاوت‌ها در تلقی از ساختار فضا توجه کنیم.

امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی، بشر توانسته است فرضیات خویش را در مورد شناخت کیهان منقّح ساخته و در گذر زمان نظریات گوناگونی را به محک آزمایشات دقیق علمی بزند؛ و اصلاحاتی اساسی را در برداشت خود از ترکیب جهان و ساختار نجومی عالم ارائه نماید. هرچند که هنوز نیز نظریه‌ای که قطعاً بتواند مدعی ارائه تصویر واقعی از جهان باشد، وجود ندارد. نظریه انفجار بزرگ (Big Bang)، آخرین نظریه نجومی‌ای است؛ که تا کنون در مقابل تجربیات ابطال مقاومت کرده است، و قرائن تجربی در موارد متعدّد حکم به صحّت آن داده است. بر مبنای این نظریه، جهان در ابتدا مولکولی بسیار چگال بوده است، که این مولکول در لحظه صفر زمان با انفجاری بزرگ، از درون منفجر شده، و پس از آن ساختار کنونی فضا مرکّب از ابعاد مکانی و بعد از زمان شکل یافته است. در این نظریه هیچ نقطه مشخصی از فضا به عنوان مرکز جهان یا مرکز کیهان به شمار نمی‌آید. بر این مبنا فضا پس از انفجار بزرگ اولیه همچنان در حال گسترش است؛ و درباره محدوده کیهان نیز این نظریه پاسخی در دست ندارد. قرائن و شواهد آزمایشگاهی فراوانی در دست است؛ که فرضیات این نظریه را مورد تأیید قرار می‌دهد. و لذا تا جایی که امکانات بشری اقتضا دارد؛ این نظریه تا کنون جای خود را به نظریات دیگر نداده است.

اما آنچه بشر امروزه از نظریات کیهان‌شناختی در دست دارد، حاصل تحولات شگرفی است که در طی قرون گذشته ایجاد شده است؛ گذر از تلقی‌ات جهان‌شناختی بر مبنای زمین مرکزی و خورشید مرکزی دو نقطه عطف در این تحولات بزرگ به شمار می‌آیند.

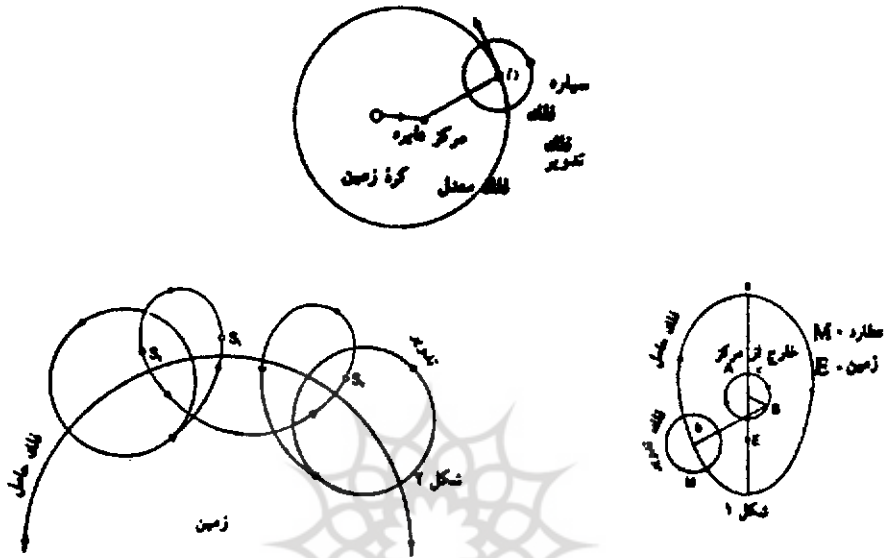
هیأت بطلمیوسی با نظریه زمین مرکزی:

بر مبنای نظریه زمین مرکزی، جهان مرکب از کرات هم مرکزی است، که کوچکترین آنها در مرکز جهان واقع است، کره زمین است، و مرکز کره زمین در واقع مرکز عالم نیز محسوب می‌شود. هر یک از اجرام آسمانی دیگر، بر روی مدار که در این ساختار نجومی از آن به «فلک» تعبیر می‌شود، در اطراف زمین در گردش است. اگر از فلک خورشید به دور زمین، آغاز کنیم، پس از آن فلک ماه است و مطابق با اندیشه این هیأت، در حد فاصل بین فلک‌های ماه خورشید ماده‌ای بدون رنگ، بو و اثر به نام «اتر» یا «ایئر» قرار دارد. تصور اثر برای این بوده است که با تصور خلأ مقابله شود؛ زیرا جهان را از خلأ متنفر می‌دانسته‌اند؛ و بر همین اساس هیچ نقطه‌ای از جهان خالی تصور نمی‌شده است.

درست نقاط زیرین فلک ماه فلک هوا یا فلک آتش قرار دارد. آتش در این تعبیر همان هواست که در مجاورت فلک بالاتر و به دلیل گردش آن فلک و اصطکاک با هوا باعث گرم شدن و در نتیجه سوختن هوا و تولید آتش می‌شود.

پس از فلک هوا؛ به مرکز عالم می‌رسیم، که منطبق بر مرکز زمین است. البته مراکز افلاکی که اجرام بر روی آنها حرکت می‌کنند، دقیقاً منطبق بر مرکز زمین نیست. و اولین کسی که به صورت مدون در این باره کار کرده است، کلودیوس بطلمیوس (۱۰۰ تا ۱۷۸ پس از میلاد)، است؛ که منجی اسکندرانی بوده است، ترکیبی دایره المعارف گونه از نجوم یونان در کتاب اصلی او *المجسطی* جمع آمده است، ترکیبی که با رصدها و مشاهدات تازه خود او تکمیل شده است. او توانست با استفاده از

فلک‌های معدّل^{۴۲}، به همراه فلک‌های حامل^{۴۳} و تدویر^{۴۴} حرکت سیّارت را در دایره البروج با دقّت کافی محاسبه نماید^{۴۵}



ابن هیثم استدلال‌های نورشناختی خود را مبتنی بر پذیرش این ساختار نجومی عرضه می‌دارد. بر این مبنا نور هنگامی که از خورشید خارج می‌شود؛ یا به سمت خورشید می‌رود؛ در محیط اثر که متعلق به عالم افلاک و در نتیجه همگن و متشابه الاجزاست؛ شکسته نمی‌شود. اما پس از عبور از فلک ماه و وارد شدن به فلک هوا که مربوط به عالم تحت فلک قمر است؛ و در نتیجه یکنواخت نیست؛ شکسته می‌شود؛ و پس از شکست تدریجی در کره هوا به زمین می‌رسد، البته ابن هیثم برای راحتی انجام محاسبات هندسی، از شکست‌های متوالی نور صرف‌نظر و تنها یک

۴۲. فلک معدّل (equant).

۴۳. فلک حامل (Deferent) بیضی یا دایره فرضی برگرداگرد زمین که بر روی محیط آن، هم یک جسم آسمانی و هم فلک تدویر آن، حرکت می‌کند.

۴۴. فلک تدویر (Epicyle) دایره‌ای که مرکزش بر روی دایره بزرگ‌تری حرکت می‌کند.

۴۵. لازمی، جان، درآمدی تاریخی به فلسفه علم، ترجمه علی پایا، مرکز نشر دانشگاهی، تهران ۱۳۶۲.

شکست هنگام وارد شدن به کرده هوا را منظور می‌نماید.

ابن هیثم به طور کلی دو حالت را به شکست نوری که از ماه به زمین می‌تابد در نظر می‌گیرد:

(الف) مطابق شکل (۱)، نور پس از برخورد به ماه، وارد کره هوا شده و به زمین می‌رسد، و این مربوط به حالتی است که ماه در فضای بین زمین و خورشید واقع شده است.

(ب) مطابق شکل (۲)، نور وارد کره هوا شده، شکسته شده و پس از شکست مجدداً، در هنگام خروج از کره هوا به کره ماه برخورد می‌کند؛ و پس از تابش نور از ماه، دوباره هنگام ورود به کره هوا شکسته می‌شود، و به زمین برخورد می‌کند.

پیشتر بیان کردیم که؛ روش شناسی ابن هیثم مبتنی بر این اصل است؛ که هر استدلال منطقی و فیزیکی را با استدلالی از هندسه - که یک علم قطعی است - پشتیبانی نماید. از نظر او مبنی بر این که ماه کروی محدب است، و هیچ شکلی غیر از این نمی‌تواند داشته باشد نیز آگاه شدیم. حال با پذیرش این که ماه کروی محدب است، به سراغ دلایل هندسی ابن هیثم می‌رویم، که او براساس آنها بر آن است که، سطح ماه صیقلی نیست و در نتیجه بازتابنده نور نیست.

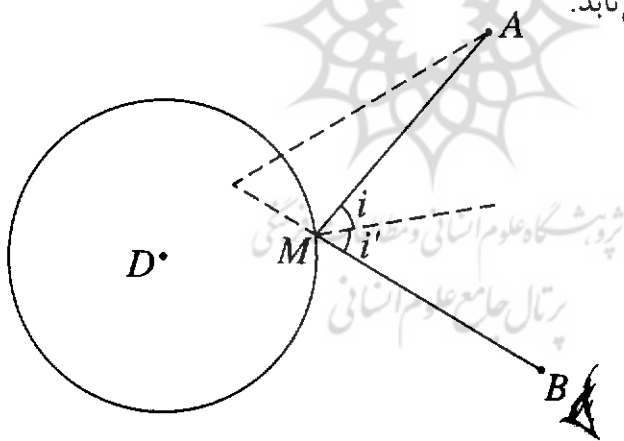
می‌دانیم که تصویر در آینه محدب کروی کوچکتر از جسم است؛ و این آینه سطحی کروی محدب است؛ که صاف و صیقلی است، بنابراین اگر سطح ماه صیقلی باشد، باید آنچه که از سطح ماه دیده می‌شود، تصویری در آینه کروی بوده و بسیار کوچک‌تر از اندازه فعلی آن باشد.

او ابتدا به اثبات چندین حکم در مورد آینه‌های کروی محدب می‌پردازد؛ و آن‌گاه به ابتدای مباحث خود بر برخی قضایای فلکی هیأت بطلمیوسی و اندازه‌هایی که بطلمیوس در کتاب مجسطی آورده است، به تعیین محدوده، طول و عرض سطحی از ماه به صورت نورانی دیده می‌شود، بسیار بیشتر از آن چیزی است که در این محاسبات با فرض بازتابنده بودن سطح ماه به دست می‌آید، بنابراین سطح ماه

به عنوان یک سطح صیقلی که تنها بازتابنده نور باشد محسوب نمی‌گردد. این استدلال‌ها به ترتیب در زیر بیان می‌شوند. برخی از این استدلال‌ها مقدمات استدلال‌های دیگرند. پیش از پرداختن به استدلال‌های هندسی، لازم است نقطه انعکاس آن گونه که مراد ابن هیثم از این تعبیر است، تعریف شود.

نقطه انعکاس

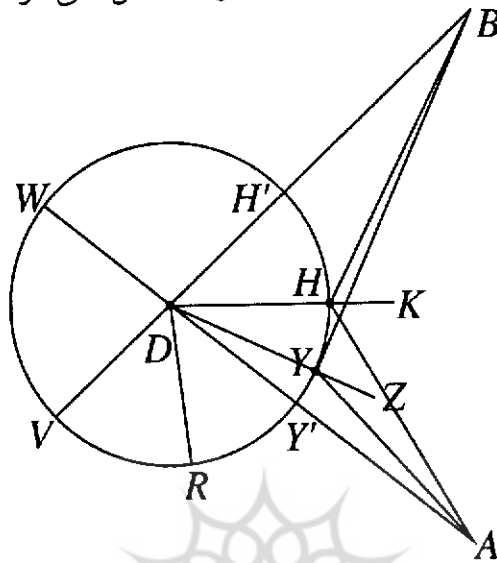
اگر دو نقطه A و B را در مقابل یک سطح بازتابنده داشته باشیم؛ و پرتوی از یکی از آن دو نقطه بگذرد و به نقطه‌ای مانند M بر روی سطح بازتابنده برخورد کرده و پس از بازتابش از نقطه دیگر بگذرد؛ ابن هیثم دو نقطه A و B را «دو نقطه متعکس» یعنی دو نقطه عکس یکدیگر می‌نامد؛ و نقطه M را نقطه انعکاس نام می‌نهد؛ و در برخی اوقات از آن نقطه‌ای تعبیر می‌کند؛ که از آن نقطه یکی از نقاط مفروض به سمت نقطه دیگر باز می‌تابد.



قضیه ۱

دو نقطه مفروض در مقابل یک سطح کروی محدب تنها از یک نقطه بر روی سطح، به سمت یکدیگر منعکس می‌شوند. و یا به بیان ابن هیثم: بین دو نقطه بیش

از یک خطّ بر دو زاویه مساوی از محیط دایره منعکس نمی شود.



برهان

A و B دو نقطه متعکس، و D مرکز آینه است. از هر یک از این دو نقطه خطّ مستقیمی رسم می کنیم؛ که از مرکز دایره عبور می کند؛ یکی BHV است؛ که دایره را در دو نقطه H و V قطع می کند، و دیگری AYW است، که دایره را در دو نقطه Y و W قطع می کند، H نقطه انعکاس است. برای اثبات این که انعکاس از نقطه دیگری ممکن نیست، فرض می کنیم این دو نقطه، از نقطه دیگری مانند Y نیز منعکس می شوند. DH و DY را رسم می کنیم؛ داریم: (طبق قانون بازتابش):

$$AHK = BHK \text{ بنابراین: } BHD = AHD$$

طریقه مشابه: $BYD = AYD$ و $BYD < BHD$ و بنابراین: $BYD < AHD$

همچنین: $AYD < AHD$ و این محال است زیرا: $AYD > AHD$

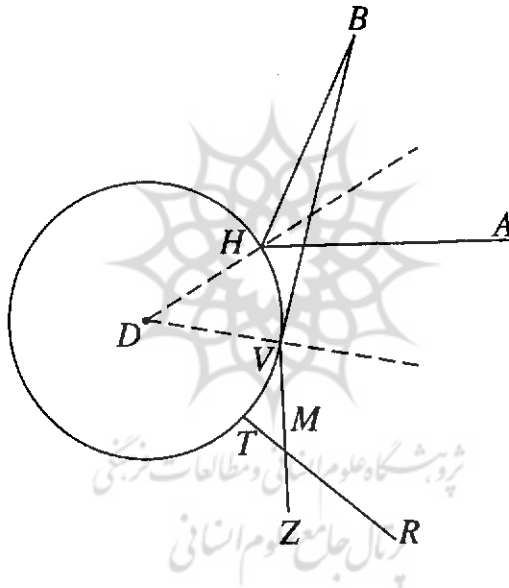
پس نقاط A و B از بیش از یک نقطه به سمت یکدیگر منعکس نمی شوند، و آن نقطه نیز نقطه H است.

این هیشم از این قضیه نتیجه گیری می کند؛ که اگر از دو نقطه متعکس یکی نقطه ای نورانی باشد، و در نقطه دیگر چشم قرار داشته باشد؛ چون محال است که دو نقطه

متعکس از بیش از یک نقطه منعکس شوند، پس محال است که چشم با انعکاس از سطح آینه کروی محدب، بیش از یک تصویر از نقطه مذکور داشته باشد.

قضیه ۲

هرگاه از محدب محیط دایره‌ای، دو خط مستقیم از دو نقطه به یک نقطه انعکاس یابند؛ هر نقطه‌ای که بین آن دو نقطه و بر قوسی غیر از قوس محدود به دو نقطه انعکاس دو خط، قرار داشته باشد، به آن نقطه انعکاس نمی‌یابد.



برهان

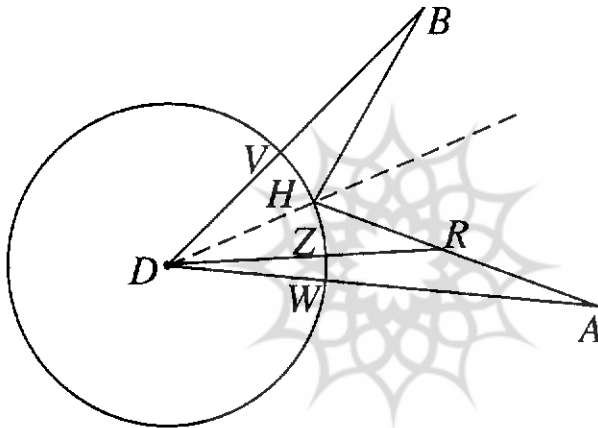
دو خط AH و ZV از نقاط H و V به نقطه B انعکاس یافته‌اند، و منظور ما این است که نقطه R که بین دو نقطه A و Z است، چون بر قوس HV قرار ندارد، به نقطه B انعکاس نمی‌یابد. ابن هیثم با برهان خلف بیان می‌دارد که:

فرض می‌کنیم که R از نقطه‌ای مانند T که بر آن قوس قرار ندارد به نقطه B انعکاس پیدا می‌کند و خط اصلی R به T ؛ ZV را در نقطه‌ای مانند M قطع می‌کند. نقطه M بنا به فرض، از T به B منعکس می‌شود، همچنین چون بر روی ZV است، از

V به B منعکس می شود، و این ناممکن است.

قضیه ۳

هنگامی که از محدب محیط دایره خطی بین دو نقطه انعکاس یابد، و این خط دارای دو بخش مختلف باشد، نقطه انعکاس، قوسی را که بین خطوط مستقیم از دو نقطه به مرکز وجود دارد، به دو بخش تقسیم می کند، که بخش بزرگتر این قوس به سمت بخش بزرگتر خط منعکس است.



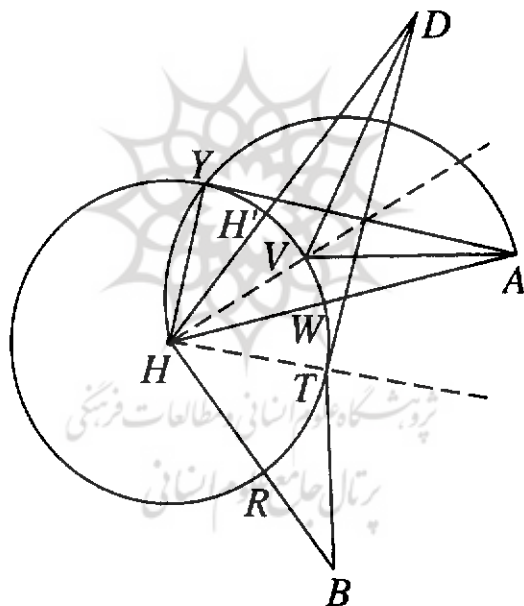
برهان

H نقطه انعکاس است، و خط منعکس بین نقاط A و B نیز AHB است، و AH از HB بزرگتر است، و D مرکز دایره است. AD محیط دایره را در W، و RD آن را در Z، و BD آنرا در V، قطع می کند؛ HR را از AH به اندازه BH جدا می کنیم. به راحتی ثابت می شود که: $HDZ = HDV$ و چون $RH < AH$ پس: $HDZ < HDW$ و بنابراین $HDW > HDV$ و در نتیجه کمان HW از کمان HV بزرگتر است.

قضیه ۴

هر دو نقطه ای که در فاصله های مساوی از مرکز دایره ای باشد، و از محدب

محیط دایره به نقطه سوئی باز بتابد، کمانی که بین خطوط و اصل از آن دو نقطه به مرکز ایجاد می شود، بزرگتر از کمانی است که دو نقطه انعکاس ایجاد می کنند. برهان: بر طبق آنچه در قضیه پیشین گفته شد، نقطه انعکاس B به D حتماً بر روی کمان HWR قرار دارد. همچنین نقطه انعکاس B به D، نقطه H نیست؛ همچنین نقطه R نیز نیست. نقطه V یا نقطه ای بین H و V نیز نمی باشد. و اما نقطه ای است، بر روی قوس VR بین دو نقطه V و R. اما نقطه T را داریم، که همان گونه که از شکل پیداست، فاصله آن از H بیش از فاصله اش از V است، واضح است که دو زاویه DVH و DTH منفرجه هستند، و به سادگی ثابت می شود که: $DVH > DTH$



و: $DVH = AVH$ و: $DTH = BTH$ و بنابراین: $AVH > BTH$

پس چون بر وتر AV قوسی از دایره ای رسم کنیم، که زاویه ای مساوی با زاویه BTH را می پذیرد. این قوس محیط دایره اول را در نقطه ای مانند Y قطع می کند، به طوری که فاصله آن از W بیش از فاصله آن از V است و چون AY و YH را رسم

کنیم نتیجه می‌گیریم: $AYH = BTH$ و در دو مثلث BTH و AYH ، دو زاویه T و Y که منفرجه هستند با هم مساویند و: (شعاع دایره هستند) $HT = HY$ و بنا به فرض:

$BH = AH$ بنابراین دو مثلث BTH و AYH متشابه هستند. بنابراین:

$BTH = AHY$ و $AHY > AHV$ و بنابراین: $BHT > AHV$

پس هرگاه هر یک از آنها به اندازه زاویه THA افزایش یا کاهش یابد، ثابت می‌شود که زاویه BHA بزرگتر از زاویه THV است، و بنابراین قوس RW بزرگتر از قوس TV است.

قضایای هندسی فلکی

قضایای یاد شده، مقدماتی هستند، که ابن هیثم از آنها برای حل مسائل هندسی مربوط به نور ماه استفاده می‌کند.

همان‌گونه که قبلاً نیز بیان گردید، نظر ابن هیثم در مورد چگونگی تابش نور ماه به زمین، مخالف دیدگاه ریاضیدانان است، که معتقدند نوری که از ماه به زمین می‌رسد، نور خورشید است که ماه به منزله یک سطح صاف و صیقلی آنرا بازتابش می‌دهد. او بر این اساس به تحدید حدود سطح نورانی ماه با این فرض که ماه بازتابنده نور خورشید است، می‌پردازد؛ و با براهین هندسی مساحت محدوده نورانی ماه، در صورت بازتابش نور از سطح آن را، مشخص می‌کند، و ثابت می‌کند که آن بخش کوچکی از سطح ماه است، و نه اندازه‌ای که ما اکنون از سطح ماه به صورت نورانی مشاهده می‌کنیم. تا در آخر نتیجه‌گیری نماید که ماه سطح صیقلی‌ای که تنها بازتابنده نور خورشید باشد، نیست.

او در ابتدا به بررسی وضع ماه نسبت به زمین و خورشید می‌پردازد؛ آنگاه مساحت؛ عرض و طول این سطح را تعیین می‌نماید.

تعیین وضع ماه نسبت به زمین و خورشید

ابن هیثم در این مقاله، بزرگترین مساحتی از سطح ماه را که نور خورشید می‌تواند از آن، به نقطه‌ای بر روی زمین بتابد، اندازه‌گیری می‌کند؛ و با برهان ریاضی اثبات می‌کند؛ که آن بخش کوچکی از سطح ماه و نه به اندازه‌ای است، که ما از سطح نورانی ماه مشاهده می‌کنیم.

او معتقد است: آنها که می‌گویند نوری که از ماه بر زمین می‌تابد نور منعکس شده خورشید از سطح ماه است، و با قانون بازتابش سازگاری دارد، اشتباهی کرده‌اند که باید تصحیح شود.

یکی از ویژگی‌های روش ابن سینا این است که در هر موردی از بحث فرضهای خود را با نهایت دقت و با معین کردن محدوده هر فرض بیان می‌دارد. به همین دلیل به بررسی وضعیتی می‌پردازد که در آن امتداد پرتوهای مستقیماً تابیده از مرکز ماه به زمین خورشید را قطع نمی‌کنند، اما مهم این است، که او به این فرض قانع نیست؛ و به توضیح شرط لازم برای این بحث می‌پردازد، و به توضیح نیز اکتفا نمی‌کند، و به ارائه اثبات هندسی در این رابطه می‌پردازد.

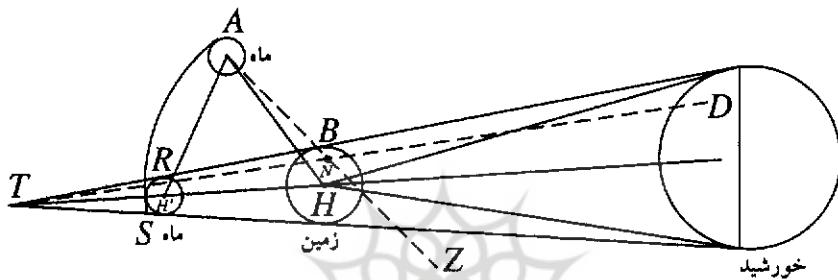
او با بیان زیر به شرح قضیه‌ای هندسی - فلکی می‌پردازد:

هر خطی که از مرکز ماه به سمت نقطه‌ای از نقاطی که بر سطح زمین، یا مماس با آن است، خارج شود، اگر ماه در بالای افق این نقطه یا بر روی آن، قرار داشته باشد، و فاصله مرکز آن از نقطه مقابل مرکز خورشید، از دایره عظیمه‌ای که از مرکز ماه و خورشید می‌گذرد؛ کمانی باشد که اندازه آن از اندازه کمانی که نصف قطر دایره الظل و همه قطر خورشید وتر آن است، کمتر نباشد، این خط اگر مستقیم خارج شود؛ به چیزی از جرم خورشید برخورد نخواهد کرد.

شاید در نگاه اول درک گفته او کار آسانی نباشد؛ به همین دلیل ابتدا به توضیح آن می‌پردازیم. منظور او از دایره عظیمه‌ای که از مرکز خورشید و ماه می‌گذرد؛ دایره‌ای است که خط راستی که از مرکز خورشید؛ ماه و زمین می‌گذرد بر روی آن،

کره آسمان را قطع می‌کند. و اصولاً هر دایره‌ای که عالم را نصف کند؛ دایره عظیمه نامیده می‌شود. و منظور او از فاصله بین دو نقطه بر روی قوس از محیط دایره زاویه‌ای است؛ که دو نقطه مذکور در مرکز این دایره ایجاد می‌کنند.

دایره مماس نیز محل برخورد مماس زمین با کره فلک ماه است و اعتبار مسیر حرکت ماه در اطراف زمین محیط دایره عظیمه در کره‌ای که مرکز آن مرکز زمین (یا مرکز کره آسمان) است و شعاع آن فاصله مرکز ماه از مرکز زمین است.



H مرکز زمین و A مرکز ماه است؛ و راستای شکل راستای مراکز و زمین است. T راس مخروط مماس است و فلک ماه در اطراف زمین کره‌ای به مرکز H و شعاع HA است؛ و این کره مخروط مماس را بر روی دایره قطع می‌کند؛ که مرکز آن H' است؛ و نقطه S نقطه دلخواهی بر روی محیط آن است، و شعاع این دایره HS است؛ و H نقطه‌ای از مخروط در مقابل خورشید است. اگر زاویه AHH' کوچکتر از زاویه‌ای که قطر خورشید در نقطه H ایجاد می‌کند نباشد؛ و زاویه SHH' که شعاع دایره مماس در نقطه H می‌سازد؛ به آن اضافه شود پس خط مستقیمی که از A به نقطه‌ای بر روی زمین یا مماس بر آن مانند B می‌رسد؛ یا در مکان‌هایی که شب آن را می‌پوشاند؛ اگر این خط مستقیماً امتداد یابد به خورشید برخورد نمی‌کند.

برهان

HB را رسم می‌کنیم و از BT؛ BR را مساوی BA جدا می‌کنیم امتداد TB خورشید

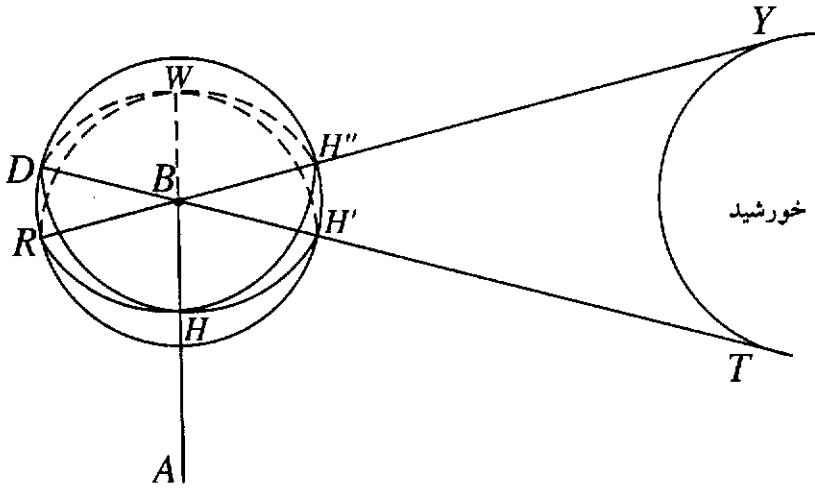
را در D قطع می‌کند؛ زیرا این نقطه داخل مماس است. واضح است که هنگامی که ماه در نزد افق نقطه B باشد AB به کره زمین مماس است؛ و زاویه ABH قائمه است؛ اما هنگامی که ماه بالای افق B باشد؛ زاویه ABH منفرجه است؛ و هر دو حالت: $HB > AH$ و نقطه B در مماس فرض شده است؛ پس زاویه RBH کوچکتر از قائمه نیست پس: $RH > RB$

و چون $AB = BR$ و هر دو از AH کوچکترند و قاعده دو مثلث AHR و ABR یکی است؛ و آن هم AR است پس: $ABR > AHR$

و اما زاویه AHH از مجموع زاویه SHH و زاویه قطر خورشید در نقطه H می‌سازد؛ بزرگتر است بنابراین: (زاویه قطر خورشید در H) $AHH - SHH >$ و: $AHR > AHH - SHH$ برای این که BR داخل در دایره مخروط است؛ بنابراین زاویه ABR بسیار بزرگتر از زاویه‌ای است که قطر خورشید در نقطه H می‌سازد و چون AB را تا نقطه Z امتداد دهیم؛ و فرض می‌کنیم که در نقطه Z با خورشید برخورد می‌کند، زاویه BDZ از زاویه‌ای که قطر خورشید در H می‌سازد؛ بسیار بزرگتر است؛ و چون به خورشید برخورد می‌کند؛ و DZ از قطر خورشید بزرگتر است و این تناقض است. بنابراین امتداد AB به خورشید برخورد نمی‌کند.

قضیه

تعیین محدوده‌ای از سطح ماه که امکان انعکاس نور خورشید از آن سطح به طرف زمین وجود دارد. ابن هیثم با استفاده از این برهان که امتداد خط مستقیم واصل از مرکز ماه به زمین در همه حال خورشید را قطع نمی‌کند؛ به تعیین اندازه بخشی از ماه که بازتابش از آن صورت می‌گیرد می‌پردازد.



برهان

نقطه B مرکز ماه است و وضعیت مفروض بر روی زمین را با A نشان داده‌ایم و فرض می‌کنیم که چون خط مستقیم AB را رسم کنیم؛ به ماه برخورد نمی‌کند؛ و دو خط مستقیم را رسم می‌کنیم که از خط مستقیم AB می‌گذرند؛ و از دو طرف بر خورشید مماس می‌شوند. یکی از آن دو بر روی دایره DHHWD و دیگری بر روی دایره DHHWR به ماه برخورد می‌کنند؛ و محیط‌های این دو دایره بر روی نقاط H و W به هم برخورد می‌کنند و نقاط AHBW بر روی یک خط راست هستند؛ پس هر نقطه‌ای از سطح خورشید که امکان انعکاس آن بر A وجود داشته باشد (بر طبق قانون بازتابش)؛ این که بازتاب آن بر راستای عمود بر سطح ماه باشد، یا بر راستایی که از خط AB می‌گذرد؛ و این نقطه بر آن است. در این حالت مساحتی که نور خورشید می‌تواند از آن نقطه به A بازتابد، مساحت قطعه‌ای از سطح ماه است؛ که محدود به راستای دو دایره یاد شده است و چون خورشید بنا به فرض در یکی از دو طرف AB واقع است؛ پس باید در طرف قطعه HHWHH باشد؛ و از B خط مستقیم BT را در راستای دایره HHW مماس با خورشید رسم می‌کنیم، به نحوی که محیط دایره را در H قطع کند؛ و همین طور از B خط مستقیم BY را رسم می‌کنیم؛ در

راستای HH؛ به نحوی که مماس با خورشید باشد و در نقطه H با محیط دایره برخورد کند. از مقدمات روشن می‌شود؛ که نقطه بازتابش T به سمت A حتماً بر روی کمان HH است؛ و همین طور نقطه انعکاس Y به سمت A حتماً بر روی کمان HH است؛ و به طریق مشابه هر نقطه دیگری مانند K را که بر سطح خورشید در نظر بگیریم؛ آن نقطه، از نقطه‌ای بر سطح ماه بازتابش می‌یابد که بر دایره عظیمه‌ای واقع است که یک طرف آن نقطه برخورد خطّ واصل از K به سمت مرکز ماه به سطح آن است، و طرف دیگر آن نقطه برخورد خطّ واصل از A به سمت مرکز ماه به سطح آن است، و امکان ندارد که نقطه انعکاس بر غیر از این کمان واقع باشد؛ و بر این اساس بازتابش نور خورشید از سطح ماه به نقطه A بر روی زمین تنها از قطعه‌ای از سطح ماه است؛ که بین دو راستای HHW و HHW در دو طرف خورشید است.

قضیه

اندازه عرصه مساحتی که امکان انعکاس از سطح آن وجود دارد. ابن هیثم برای تعیین عرض مساحتی که نور از آن بازمی‌تابد نقاطی از خورشید را که مطابق شکل بین دو خطّ مستقیم BT و BY است در نظر می‌گیرد. اگر فاصله بین دو مرکز ماه و خورشید در نزد مرکز زمین زاویه‌ای بسازد که از قائمه کمتر نباشد (معنای فلکی این سخن این است که ماه در اوقات استقبالات یا تریبغات است یا این که بیش از نصف وجه آن پر از نور است). پس از هر یک از دو زاویه‌ای که TB و YB در مرکز زمین می‌سازند؛ کمتر از یک زاویه قائمه نیست؛ و هر یک از دو خط TB و YB بزرگتر از هر دو خطّ واصلی است؛ که از هر نقطه فرضی از خورشید به مرکز زمین می‌رسد.

شعاع ماه را با R و شعاع زمین را با F نشان می‌دهیم؛ و به محاسبات ابن هیثم در این رابطه می‌پردازیم که او نیز این محاسبه خود را به آنچه بطلمیوس در مجسطی آورده است؛ متکی کرده است.

$$F = 3.4R \text{ (اولاً)}$$

$$1200F = \text{ثانیاً) فاصله خورشید از زمین}$$

$$37.6R = \text{ثالثاً) قطر خورشید}$$

$$\text{بنابراین: فاصله خورشید از زمین} = 3.4R * 1200 = 4000R$$

و بنابراین نسبت R به BT کمتر از ۲۵ صد هزارم

پس اگر قطر خورشید ۴۰۰۰ باشد قطر ماه ۲۱۰ است. (که البته با مقادیر داده شده این نسبت بین ۲۱۲ و ۲۱۳ است). پس اگر خط دارای مقدار ۳۴ دقیقه است (که البته این مقدار در مقاله ضوء القمر ۲۴ ذکر شده است که قطعاً اشتباه است و به احتمال زیاد این اشتباه از ناسخ می باشد).

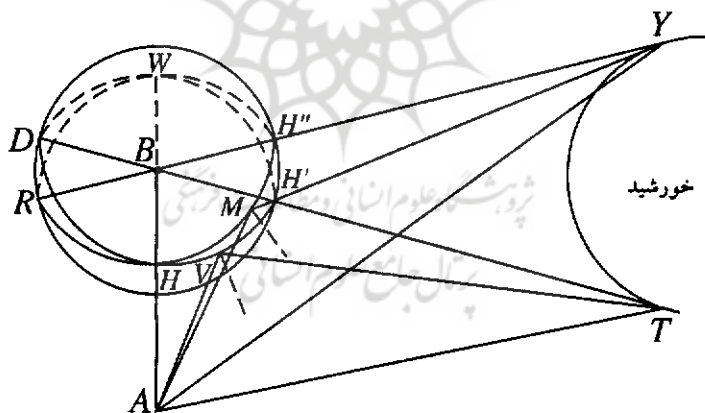
لازم به یادآوری است که این هیثم از مقادیر ذکر شده در مجسطی بطلمیوس استفاده کرده است و نسبت فاصله خورشید از زمین به شعاع زمین و همین طور نسبت قطر خورشید به قطر ماه در آن جا تقریباً ۰/۰۵ این نسبت ها در محاسبات امروزی است، اما چون این خطا در هر دو طرف یکسان است در نتیجه ای که این هیثم به دست آورده است خطایی وجود ندارد.

تعیین اندازه عرض مساحتی که بازتابش از آن سمت زمین صورت می گیرد.

اگر نقطه بازتابش T به سمت A را بر روی کمان HH با حرف L نشان دهیم و چون T از سطح کروی منعکس کننده به A دورتر است؛ مطابق آنچه از قبل می دانیم نقطه L کمان HH را به دو بخش تقسیم می کند که بخش کوچکتر آن به سمت H است و بنابراین طول کمان HL کوچکتر از نصف طول کمان HH است و همین طور اگر نقطه بازتاب Y به سمت A را از کمان HH با حرف M نشان دهیم؛ طول کمان HM از نصف طول کمان HH کمتر است.

دو مثلث ABY و ABY به دلایل زیر متشابه هستند: AB در هر دو مشترک است و $BT = BY$ است زیرا هر دو مماسهای بر کره خورشیدند. پس زاویه $HBH = HBH$ و کمانهای $HH = HH$ و دو نقطه L و M در نقاطی با وضعیت یکسان بر روی دو

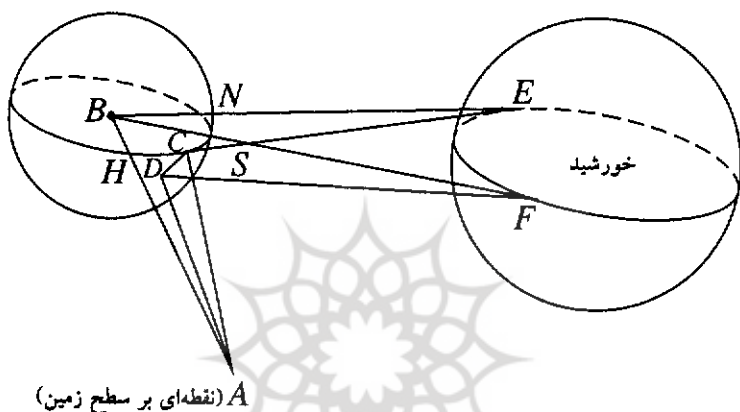
کمان هستند؛ و چون HL کمتر از نصف HH است HM نیز کمتر از نصف HH است و بر حسب محاسبه ابن هیثم کمان LM کمتر از ۱۷ دقیقه است. و هر نقطه دیگری مانند K که بر روی خورشید بین دو راستای BT و BY در نظر گرفته شود آن نقطه نیز به نقطه A بازتابش می‌یابد بر روی کمانی که محدود است به نقطه برخورد K به B و به H و زاویه‌ای که این کمان در نقطه B ایجاد می‌کند مساوی با زاویایی که هر یک از کمان‌های HH و HH در نقطه B ایجاد می‌کنند و طول این کمان برابر با طول هر یک از آن کمان‌هاست و نقطه بازتاب نیز وضعی شبیه همان نقاط L و M از آن دو کمان دارد پس بنابراین بر روی کمان LM از دایره عظیمه‌ای است که بر کره ماه است. بنابراین نقاط بازتاب همه نقاطی از سطح خورشید که بین راستاهای خطوط BT و BY باشند؛ بر روی کمان LM است و از دو طرف این کمان تجاوز نمی‌کند؛ پس بنابراین کمان LM عرض محدوده‌ای است، که نور خورشید می‌تواند از آن نقطه به نقطه‌ای بر روی زمین بازتابد.



اندازه طول مساحتی از سطح ماه که نور خورشید می‌تواند از آن بازتابد برای به دست آوردن طول این مساحت خط مستقیم AB را رسم می‌کنیم؛ تا کره ماه را بر روی محیط عظیمه NSH قطع کند (شکل ۹) و در این راستا BE و BF را که از

دو طرف بر خورشید مماس هستند؛ رسم می‌کنیم اولی محیط دایره را بر روی N و دومی بر S قطع می‌کند؛ و همان‌گونه که در حالت قبل معین شد؛ کمان NS کمتر از ۳۴ دقیقه است؛ پس اگر زاویه ABE بزرگتر از زاویه ABF باشد؛ چون $BE = BF$ است؛ از قضایای گذشته روشن می‌شود؛ که نقطه بازتاب E به A دورتر از نقطه بازتاب F به A است که اولی C و دومی D است؛ همچنین به طریق مشابه روشن می‌شود که CD کوچکتر از NS است؛ و بنابراین هر نقطه‌ای که بین دو خط BE و BF باشد و به A بازتاب یابد، از نقطه‌ای بر روی کمان CD انعکاس می‌یابد؛ و بنابراین نقاط بازتاب همه نقاطی از خورشید که بین دو خط BE و BF هستند؛ بر روی کمان CD است و از دو طرف آن تجاوز نمی‌کند؛ بنابراین این کمان CD محدوده طول مساحتی است؛ که انعکاس نور خورشید به زمین می‌تواند از آن صورت گیرد و طول آن از ۳۴ دقیقه تجاوز نمی‌کند. با این بیان ابن هیثم اثبات می‌کند که در اوقات استقبالات و تربیعات هرگاه خط مستقیم واصل از مرکز ماه به نقطه‌ای مثل A از سطح زمین یا مماس با آن باشد که به خورشید برخورد نکند؛ مساحتی از سطح ماه که نور خورشید می‌تواند از آن به نقطه‌ای مانند A بازتابد؛ مساحت اندکی است؛ که طول آن از اندازه کمانی که در مرکز ماه زاویه‌ای به اندازه ۳۴ دقیقه‌ای ایجاد می‌کند بزرگتر نیست؛ و عرض آن نیز از زاویه‌ای بیش از ۱۷ دقیقه در مرکز ماه ایجاد نمی‌کند. پس اگر نوری که به زمین می‌تابد؛ به طریق بازتابش باشد؛ و از قوانین بازتابش تبعیت کند در نقطه A از ماه چیزی جز همین مساحت کوچک دیده نمی‌شود. در حالی که آنچه واقعاً مشاهده می‌شود؛ غیر از این است. در شرایط استقبال همه ماه نورانی دیده می‌شود و در شرایط تربیع نصف آن روشن دیده می‌شود و بلکه آنچه در آغاز از آن دیده می‌شود؛ و هلالی شکل است کمانی است که طول آن بسیار بیش از اندازه طولی است؛ که ما در اینجا محاسبه کردیم. از این محاسبات معلوم می‌گردد که سطح ماه صیقلی نیست و نور خورشید از طریق بازتابش از سطح ماه به زمین نمی‌رسد.

با قطع نظر از این که چه مقادیری به کار رفته و چه نتایجی به دست آمده است، روش ابن هیثم در این محاسبات مبتنی بر رویکردی کاملاً علمی و اقتاعی است و تمام همت خویش را مصروف این امر کرده است که یافته‌های علمی خویش را به طور کامل خردپذیر سازد و این راه درست اندیشیدن و استدلال کردن و پاسخ گفتن به نیازهای ذهنی و فکری است.



بخش پنجم

رنگ و نگاه ابن هیثم به آن

امروزه می‌دانیم که نور و رنگ هویتی توأمان دارند و در واقع هر رنگی دارای نور مخصوص به خویش می‌باشد. اگر نور را موجی الکترومغناطیسی بدانیم که در محدوده بسامدی خاصی قرار دارد؛ که سیستم بینایی ما قادر به آشکار سازی آن است؛ خواهیم دانست که این دو امکان تفکیک ندارند. اما پیش از آن که ماهیت موجی نور شناخته شود، یکی از مواردی که همواره برای دانشمندان ایجاد ابهام می‌کرده است، نحوه رفتار نور در رابطه با رنگ‌ها بوده است، آنها می‌دیدند که نور هنگامی که از منبع خود صادر می‌شود، هويت نورانی دارد اما پس از برخورد با سطح یک محیط ناگهان تغییر وضعیت داده، و سبب آشکار شدن رنگ می‌شده

است، رنگی که با رنگ اولیه نور منبع هیچ نسبتی نداشته است، بسیاری از نظریاتی که در مورد رابطه نور و رنگ ارائه می‌شده است؛ به سبب همین ابهام، دچار نارسایی هستند، در اینجا برای این که این ابهام در فهم متفکران از رنگ بهتر شناسانده شود؛ ابتدا به عنوان شاهد مثال نظر ارسطو به عنوان شاخص فرهنگ یونان باستان و ناصر خسرو به عنوان یکی از فلاسفه عالم اسلامی مورد بررسی قرار گرفته و سپس نظرات ابن هیثم را در مورد رنگ و رابطه نور با آن بررسی می‌کنیم؛ و برخی نقدهای وارد شده بر نظرات او را بیان می‌داریم.

نظر ارسطو درباره رنگ

ارسطو متعلق بینایی راشیء مرئی می‌داند، اما شیء مرئی در نظر او؛ در اولین معنی رنگ است. مرئی‌های درجه دوم شب‌تاب‌ها هستند. نور فی‌نفسه مرئی نیست؛ بلکه شرط لازم برای مرئی شدن رنگ است. به عبارت دیگر نور فعلیت برای شفافیت نامتعین است، که در اجسام شفافی مانند هوا و آب؛ موجود است. ولی رنگها شفافیت‌هایی با حدود متعین است، که در اجسام جای دارد و با فاصله از یکی از دو رنگ سیاه و سفید است، هر چه به رنگ سفید نزدیک شود شفاف‌تر، و هر چه به رنگ سیاه نزدیک‌تر می‌شود، از شفافیت آن، بیشتر کاسته می‌شود. رنگ سفید در نظر ارسطو مبین آتش است، که درخشان‌ترین اجسام است، و رنگ سیاه مبین خاک است، که عنصر تاریکی است.

این نگاه ارسطو را می‌توان تلقی جدیدی درباره نور دانست، که نور در آن، قدمی به سوی استقلال از جسم منیر برداشته است؛ زیرا فیثاغوریان معتقد بودند، رنگ همان سطح جسم رنگی است اما ارسطو رنگ را سطح خود جسم نمی‌داند و آن را حدی برای سطح جسم شفافی که در آن است، می‌پندارد؛ همان طور که شکل را حدی برای جسم؛ از آن حیث که دارای بُعد است، می‌شمارد. ارسطو در این جا از ماهیت نور، هیچ بحثی به میان نمی‌آورد؛ زیرا نور را تنها عامل عمل رویت به شمار

می آورده است. آنها برای هر یک از حواس متعلقی قائل بوده اند، و متعلق حس بینایی نیز رنگ بوده است و برای نور موجودیتی خارجی قائل نبوده اند؛ لذا ارسطو در کتاب «دریاره نفس»، در مبحث بصر و مبصرات بیشتر به موضوع رنگ می پردازد.

نظر ناصر خسرو درباره رنگ ماه

ناصر خسرو معتقد است که رنگ ماه آن است، که ما از آن در وقت کسوف خورشید یا خسوف ماه می بینیم. زیرا در این دو حالت خالی از نور است، و آنچه ما از آن می بینیم، رنگ خود ماه است. بر این اساس، از نظر ناصر خسرو، رنگ ارتباطی با نور ندارد، و سیاهی ای که از ماه در هنگام ماه گرفتگی یا خورشید گرفتگی به چشم می رسد؛ رنگ واقعی ماه است.

اگرچه ناصر خسرو پس از ابن هیثم به قاهره رفته است، اما گویی از اندیشه های نورشناختی وی بی اطلاع بوده است.

اهمیت کار ابن هیثم در این است که نظریات ریاضی رابه واقعیات طبیعی پیوند داده است؛ و از مدل های فیزیکی برای توضیح نظریات انتزاعی استفاده کرده است. او سخنی را که برهانی کافی برای آن نداشته باشد؛ بیان نمی کند؛ لذا از پیش داوری در مورد رنگ ماه پرهیز می کند؛ و پس از آن که با براهین مختلف ریاضی و فیزیکی اثبات می کند که سطح ماه صیقلی نیست؛ به بحث رنگ ماه می پردازد و از براهین قبلی خود در مبحث نور ماه استفاده کرده و نتیجه گیری می کند که رنگ ماه رنگ نور خورشید نیست؛ که با بازتاب از سطح ماه به چشم رسیده باشد؛ و رنگ اجرام واسطه بین ماه و چشم نیز نمی باشد؛ پیش از این که نور ماه را در مقاله «ضوء القمر» بررسی کنیم؛ به نظرات ابن هیثم در مورد رنگ می پردازیم.

انواع اجسام از نظر رنگ

از نظر ابن هیثم اجسام از جهت رنگ به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- اجسام شفاف:

او از آنها به اجسام «مشقه» یاد می‌کند. منظور او اجسامی هستند که نور در آنها نفوذ می‌کند، و او آنها را دارای خاصیتی می‌داند که از آن به «قوه مؤدیه للضوء» (توان عبور نور) یاد می‌کند. «شفیف» خاصیتی است که به واسطه وجود آن، نور می‌تواند در این اجسام نفوذ کند. اگر جسمی را بتوانیم کاملاً شفاف تصور کنیم به نحوی که نور در آن نفوذ کند و از آن عبور نماید، این جسم هیچ‌گونه رنگی نخواهد داشت.

۲- اجسام کدر:

او از آنها به اجسام «کثیفه» تعبیر می‌کند. اجسام کثیفه اجسامی هستند که نور در آنها نفوذ نمی‌کند، ولی دارای خاصیت پذیرش نور هستند که ابن هیثم از آن به «قوه قبول للضوء» (نور پذیری) یاد می‌نماید، او کدر بودن اشیا را با تعبیر «کثافه» (کدورت) نام می‌برد؛ که معنایی متضاد با شفیف دارد. از نظر ابن هیثم نور در تمام اجزای جسم شفاف نفوذ می‌کند؛ و جسم کدر نور را از خود عبور نمی‌دهد، بنابراین اگر جسم کدوری نور را از خویش عبور دهد، به این معناست که به همان میزانی که نور را از خود عبور می‌دهد، شفاف است.

همچنین جسم شفاف نور را کاملاً از خود عبور می‌دهد، و به همین دلیل جسم کاملاً شفاف قابل رؤیت نیست، و اگر جسم شفافی دیده شود، به دلیل وجود میزانی از کثافت یعنی کدورت در آن است. چنان که می‌دانیم، ارسطو منکر وجود برای نور است، و نور را تنها محمل فعلیت یافتن رنگ می‌داند، و حرکت آن را منکر می‌شود، اما، ابن هیثم برای نور و رنگ وجودهای مجزایی قائل است؛ و این در حالی است که تمام ویژگی‌های آنها را مانند یکدیگر می‌داند، او آن چنان که در مقاله اول المناظر بیان می‌دارد، معتقد است رنگ احساسی که چشم آن را ادراک می‌کند؛ چیزی غیر از نور آن است، اما رنگ، به همراه نور به خط راست منتشر می‌شود. وی می‌گوید: «آشکار است که رنگها دارای حقیقتی هستند، و آن صورتی در جسم رنگی است، و چیزی نیست که بین چشم و نور ظاهر شود، بلکه همانند سرخی‌ای

است؛ که در صورت انسان به هنگام خجالت، و یا زردی‌ای که به هنگام ترس، آشکار می‌شود. «او با توضیح بیشتر در این باره می‌کوشد تا آشکار سازد سرخی ناشی از خجالت چیزی غیر از نور است، و به این وسیله تفاوتی را که بین نور و رنگ قائل است توضیح دهد. او در توضیح مقصود خود می‌گوید: «چهره انسان در حالت عادی رنگی ندارد، یعنی در چهره او سرخی مفروطی وجود ندارد، و وقتی خجالت‌زده می‌شود، در چهره او سرخی‌ای پدید می‌آید که قبلاً نبوده است، و این سرخی بر خجالت دلالت می‌کند، و کسی که او را در دو حالت دیده است، می‌داند، که این سرخی در حالت قبل وجود نداشته است؛ همه شرایط حالات اول و دوم برابر است، و برای این سرخی دلیلی جز خجالت متصور نیست؛ و خجالت امری که از خارج اعمال شده باشد، یا متعلق به نور باشد نیست، و متعلق به ناظری که به این چهره می‌نگرد نیز نمی‌باشد، پس سرخی‌ای که در چهره انسان ظاهر می‌شود صورتی است در جسم آن؛ و نه چیزی که بین چشم بیننده و نور ظاهر شده باشد». ابن هیثم در این جا به بیانی غیر علمی و فلسفی توسل می‌جوید، و رنگ را که پدیده‌ای طبیعی است و برای آن باید به دنبال استدلال علمی بود؛ صورتی در جسم می‌شمارد، و برای این تعبیر یعنی «صورت» هیچ توضیح آشکاری نیز ارائه نمی‌نماید، هم مایه شگفتی است، و هم چنان که در ادامه خواهیم دید در راستای تلاش او برای جدا دانستن نور و رنگ است. او در جای دیگری در المناظر بیان می‌دارد: «احتمال دارد که هوا و اجسام شفاف صور رنگی را پذیرا شوند همان گونه که صور نورها را پذیرا می‌شوند، حال خواه نور در مجاورت این رنگ باشد، و خواه نباشد، و اما تنها آن رنگی که به همراه نور باشد، برای چشم واضح و ظاهر می‌شود، زیرا در صورتی که جسم، نورانی نباشد، چشم قادر به دیدن آن نیست؛ و همچنین احتمال دارد که هوا رنگها را نپذیرد و در خود امتداد ندهد، مگر آن که نور به آن تابیده باشد». البته ابن هیثم امتداد رنگها به خط مستقیم راحتی در تاریکی مطلق نیز مجاز می‌شمارد.

نظر ابن هیثم در مورد وابستگی نور و رنگ

ابن هیثم به وجود رنگ مستقل از نور، اشاره می‌نماید اما احتمال وابستگی رنگ به نور را نیز می‌توان از گفته او استخراج کرد. در مورد بینایی او شرط ملازمت نور و رنگ را می‌پذیرد، و می‌گوید که: اگر جسم در مکانی کاملاً تاریک باشد، و سطح جسم با هیچ نوری روشن نشود، و نوری از سطح آن به چشم نتابد، در این صورت رنگ آن جسم برای چشم آشکار نخواهد شد. ولی در عین حال، این امر را منافی حرکت بر خط راست رنگ نمی‌شمارد. او همچنین منکر این مسأله نیست که رنگ یک جسم، با اختلاف مقدار تابش نور به آن، متفاوت می‌شود؛ اگر نور ضعیف باشد، رنگ کدر است، و هر چه شدت نور بیشتر می‌شود، شدت تابش رنگ افزایش می‌یابد. ولی او این تفاوت را ناشی از اختلاف رنگ جسم نمی‌داند؛ و آن را مسأله‌ای شخصی و مربوط به شخص ادراک کننده می‌داند، و آن را متعلق به رنگ جسم نمی‌شمارد. چنان که در مقاله اول المناظر بیان می‌دارد^{۴۶}: «احتمال دارد که چشم، حقیقت رنگ را آن گونه که هست، در نیابد، زیرا او رنگ را به همراه نور در می‌یابد، و ادراک او به همراه اختلاف نوری که به جسم رنگی می‌تابد، متغیّر می‌شود، اما رنگ دارای حقیقتی است که به واسطه اختلاف درک چشم نسبت به آن باطل نمی‌شود». ابن هیثم یکی از دانشمندان نادر دوران تمدن اسلامی است، که در مورد وجود ذاتی رنگ؛ دیدگاهی مخالف با جمهور فلاسفه آن دوران دارد، نظر مورد اتفاق فلاسفه این بوده است، که رنگ دارای وجودی ذاتی نیست، و نور شرط وجود آن است، و بدون نور، رنگی وجود ندارد؛ و چون نور معدوم شود، رنگ نیز به همراه آن معدوم می‌گردد. در حالی که ابن هیثم به وجود رنگ و به حرکت بر خط راست آن، حتی در تاریکی مطلق صحّه می‌گذارد.

نقد کمال‌الدین فارسی بر تفکیک ابن هیثم بین نور و رنگ

کمال‌الدین فارسی صاحب «تنقیح المناظر» بر ردّ نظر ابن هیثم این گونه استدلال

۴۶. ابن هیثم؛ المناظر، تصحیح عبدالحمید صبره، ص ۶۵.

می‌کند: «این سخن که بگوییم رنگ معدوم نشده، بلکه از چشم پوشیده مانده است، بی معنی است، زیرا اگر بگوئیم رنگ دارای حقیقتی است، که به حس در نمی‌آید، و هیچ دلیلی نیز بر وجود آن اقامه نگردد، حکم به وجود آن، تحکم محض است، و حکم عقل این است که ما به وجود چیزی حکم نکنیم، مگر این که بر وجود آن دلیلی حسی یا عقلی در دست داشته باشیم». او معتقد است که نور شرط وجود رنگ است، و نه فقط شرط دیده شدن آن به واسطه چشم.^{۴۷}

علت توکل ابن هیثم به این نظریه این است؛ که او می‌خواهد بین رنگ واقعی جسم و رنگی که به واسطه بازتابش درک می‌شود، تفاوت قائل می‌شود، مثلاً آنگاه که صفحه‌ای طلائی رنگ را در نور روز مشاهده می‌کنیم، رنگی که ما از آن می‌بینیم رنگ خود اوست، اما اگر در مقابل جسم سرخ رنگی که نور می‌تاباند، قرار گیرد، نقاطی از صفحه طلائی که رنگ نور آن جسم را باز می‌تاباند، سرخ رنگ دیده می‌شود. پس این سرخی که از بخشهای بازتابنده به چشم می‌رسد، رنگ خود صفحه طلائی نیست. این؛ رنگی عارضی است؛ که به دلیل انعکاس بر آن عارض شده است، به گونه‌ای که چشم از محل بازتابش به نقطه دیگری از صفحه برگردد، آن رنگ زایل می‌شود، و چون دوباره به آن نقطه نگریسته شود، آن رنگ باز می‌گردد، و این رنگ می‌تواند سبز یا هر رنگ دیگری باشد؛ بسته به جسمی که نور از آن به چشم می‌تابد.

منشا رنگ در نظر ابن هیثم

ابن هیثم رنگ را ناشی از کدورت جسم یا به تعبیر خود او کثافت آن می‌داند. او ایجاد رنگ را کار کثافتی می‌شمارد، که باعث ظهور نور عرضی در جسم می‌گردد، و به زعم او این رنگ بر همان راستایی حرکت می‌کند، که نور عرضی ساطع شده از جسم حرکت می‌کند. و از این جاست که معنی این سخن او که هر جسم کدری

۴۷. نظیف بک، مصطفی، الحسن بن الهیثم بحوثه و کشفه البصریه، دارالکتب، قاهره ۱۹۴۲ م.

دارای رنگ است (کُلُّ کَثِيفٍ ذَالُون)، روشن می‌گردد. در حالی که نوری که با بازتاب درک می‌شود. نه به واسطه کدر بودن جسم کدر بر روی آن ظاهر می‌شود؛ بلکه به دلیل صیقلی بودن آن است که نور را در جهت معینی بازتابش می‌دهد. و مفهوم اصرار ابن هیثم در مقاله ضوء القمر بر این که رنگ ماه از طریق انعکاس نیست بلکه رنگ خود آن است روشن می‌شود.

از تعبیراتی که ابن هیثم از آن در بحث رنگ استفاده می‌کند، کلمه «تفازیح» است. مطابق نظر کمال‌الدین فارسی در تنقیح المناظر این تعبیر لفظی است مأخوذ از قوس و قزح و معنای آن رنگهای مختلف مجاور یکدیگر مانند زردی و سبزی و قرمزی است. ابن هیثم این اصطلاح را نه فقط برای ظاهر رنگی رنگین کمان، بلکه برای هر چیزی که رنگهای مختلف نزدیک به هم نشان می‌دهد، به کار می‌برد. مثلاً رنگی که در بوقلمون ظاهر می‌شود. او استدلال می‌کند که این رنگها رنگهای حقیقی برای این اجسام نیستند، زیرا این رنگها ثابت نیستند، و بر حسب اختلاف اوضاع این اجسام تغییر و تبدیل می‌پذیرند. و اگر این اجسام در مکانهایی باشند، که نور ضعیفی در آنها وجود دارد، این تفازیح ناپدید می‌شود؛ و در آن شرایط است که رنگ حقیقی آن اجسام خود را نشان می‌دهد.

رنگ اجسام منیر

نظر ابن هیثم در مورد رنگ اجسام ذاتاً نورانی چیست؟ آیا او آنها را دارای رنگ می‌داند؟ و اگر این گونه است چه ارتباطی بین نور و رنگ آنها قائل است؟ در مقالات مختلف ابن هیثم در این رابطه سخن چندان روشنی یافت نمی‌شود، اما او همان گونه که در مورد اجسام کدر می‌گوید: «همین گونه‌اند اجسام ذاتاً نورانی (منیر) که نورهایشان شبیه صور آنهاست، و با رنگ‌هایشان شناخته می‌شوند». او به خورشید و آتش مثال می‌زند و می‌گوید: «نور خورشید نیز صورتی از آن است که از طریق

رنگ آن شناخته می‌شود؛ و همین‌طور نور آتش که صورتی شبیه به خود آتش دارد».^{۴۸} از این سخن او چنین دریافت می‌شود، که آنچه در اینجا در مقام رنگ است، خود نور است. و اگر این‌گونه باشد، آنچه که ابن هیثم در این باره بیان داشته است؛ مطابق با تلقی‌ات امروزی از پدیده رنگ قابل قبول است. او همچنین اشاره‌ای دارد به ابزاری به نام «دوامه» که ظاهراً وسیله بازی بچه‌ها بوده است، و شیء چرخنده‌ای بوده است، که رنگهای مختلفی بر روی آن به ترتیب نقاشی شده و با چرخش سریع آن یک رنگ باهم ادغام شده، و رنگی به چشم می‌آمده، که با هیچیک از رنگهای اولیه مطابقت نداشته است. او تنها با این وسیله به مسأله امکان ادغام چند رنگ اشاره می‌کند، و نتیجه قابل توجهی از این موضوع به دست نمی‌آورد. این در حالی است، که او در مواضع دیگر ادغام نورها را نفی کرده، و با مثالی از چند چراغ روشن، که در مقابل سوراخ کوچکی در یک اتاق تاریک است، می‌گوید نور هر چراغ پس از گذشتن از سوراخ، تصویر همان چراغ را بر دیوار اتاق ایجاد می‌کند؛ و چون یک چراغ دور یا خاموش شود، نور و تصویر همان چراغ در درون اتاق محو می‌شود. و از این موضوع نتیجه‌گیری می‌کند که نورها هنگام برخورد با یکدیگر با هم ادغام نمی‌شوند، و هر یک به راه خود بر خط راست ویژه خود ادامه می‌دهد.

رنگ ماه از نظر ابن هیثم

پس از این که نظر ابن هیثم را در مورد رنگ اجسام مختلف و ارتباط نور و رنگ با استفاده از نظریات او در «کتاب المناظر» دریافتیم، به نظر او در مورد نور ماه در مقاله ضوء القمر برمی‌گردیم.

ابن هیثم در ابتدای این بحث بیان می‌دارد که در دو حالت رنگی که از یک جسم کدر غیر شفاف دیده می‌شود، رنگ خود آن جسم نیست، و در غیر از این دو

صورت، رنگی که دیده می‌شود رنگ مخصوص آن جسم است این دو حالت عبارت است از:

۱- در صورتی که نور از سطح آن جسم کدر بازتابیده شود.

۲- در صورتی که شعاع بصری از سطح آن جسم به جسم دیگر بازتابد.

از این دو بیان ابن هیثم معلوم می‌گردد، که در زمان او اندیشه پرتوهای نورانی و ایده شعاع بصری هر دو در بین دانشمندان طرفدارانی داشته است؛ که او با توجه به شیوه علمی خود که تمام فروض منطقی مطرح را مورد بررسی و دقت نظر قرار می‌دهد؛ فرض‌های مربوط به شعاع بصری را نیز مطرح ساخته است. او سپس می‌گوید که در صورتی که نور از سطح جسم کدر اندکی انعکاس یافته باشد، آنچه از رنگ که از سطح آن دیده می‌شود، علاوه بر رنگ مخصوص به خود آن جسم، رنگ منبع نور نیز می‌باشد. و این مقدمه در واقع تأکیدی است بر آنچه که ابن هیثم در «کتاب المناظر» در مورد رنگ بیان داشته است، و ما پیش از این، آنها را مورد اشاره قرار داده‌ایم. او پس از این توضیح می‌گوید رنگ ماه از پنج حالت خارج نیست؛ این حالات چنین است:

(الف) رنگ خود ماه در هنگام تابش خورشید بر آن است.

(ب) رنگ خورشید است که از طریق بازتابش از سطح ماه به چشم می‌رسد.

(ج) رنگ شعاع چشمی‌ای است که از سطح ماه به خورشید یا اجرام آسمانی دیگر بازمی‌تابد.

(د) رنگ جسم واسطه بین چشم و ماه و خورشید است.

(ه) ترکیبی از حالت‌های گفته شده است.

او اظهار می‌دارد که چه برای اجسام واسطه بین ماه، خورشید و چشم نقشی قائل باشیم و چه نباشیم، رنگ ماه یا رنگ خورشید است که از سطح ماه بازتابیده است و یا رنگ خود ماه است. این رنگ نمی‌تواند رنگ حاصل از بازتاب نور خورشید از سطح ماه یعنی نور خورشید باشد زیرا اولاً؛ در آن صورت باید ماه به

منزله یک نقطه کوچک دیده می‌شد. ثانیاً: آنچه از سطح ماه مشاهده می‌شد تصویری از خورشید می‌بود. او سپس توضیحاتی را که درباره بازتابی نبودن نور ماه داده بود، این بار برای رنگ ماه تکرار می‌کند و با بیان جملات زیر که می‌توان آن را ماحصل همه مباحث مقاله نور ماه دانست این مقاله را به پایان می‌برد: «پس نوری که از ماه به زمین می‌تابد، نوری است که هنگام تابش نور خورشید به ماه از خود ماه خارج می‌شود، همان‌گونه که نور از اجسام منیر می‌تابد، و همین‌طور رنگی که از آن می‌تابد، به روش بازتاب نیست، و بازتاب هیچ سهمی در آن ندارد، و رنگ جسم واسطه بین چشم و ماه نیز نیست، بنابراین رنگ ذاتی آن در هنگام تابش خورشید بر آن است، پس خورشید چون به ماه می‌تابد، به آن حالتی می‌بخشد که ماه از خود نورانی می‌شود و رنگ نورانی‌ای می‌یابد و این صورت تا هنگامی که خورشید نوری بر آن می‌تاباند ادامه می‌یابد، و مانند آن است که خورشید به صورتی که برای ماه مفید است، آن را به کمال خود می‌رساند».

سخن پایانی

آنچه در این رساله بدان پرداخته شد؛ روش علمی ابن هیثم در مقاله نور ماه بود که با استمداد از اندیشه‌های او در سایر آثار علمی‌اش مورد کاوش قرار گرفت. حاصل کار او در این مقاله در عمل به مقتضای روش علمی خود نتیجه‌ای کاملاً درست و واقعی بود. نتیجه‌ای که اگر چه صدها سال پس از او رصد شد و قابل رؤیت گردید؛ و بشر پس از اختراع تلسکوپ‌های قوی توانست نسبت به صیقلی نبودن سطح ماه اطمینان یابد؛ اما ابن هیثم با قاطعیت استدلال علمی به این نتیجه رسید که ماه سطحی صیقلی ندارد؛ و در صورت صیقلی و بازتابنده بودن باید شرایطی متفاوت داشته باشد.

او این روش ارزنده علمی را در همه فعالیت‌های علمی دیگر خویش نیز مراعات کرده است؛ و در هر یک از آنها به نتایج ارزنده‌ای دست یافته است. به نظر می‌رسد

موقعیت ممتاز او در بین دانشمندان دوره اسلامی حاصل همین پای‌بندی به استدلال توأمان فیزیکی و هندسی است. او با اطمینان به نفس و با ژرف اندیشی پدیده‌های طبیعی را از منظر ریاضیات موشکافانه مورد بررسی قرار داده و از حداکثر ظرفیت‌های علمی آن روزگار در راستای تبیین علمی بهره برده است. از دیگر ویژگی‌های منحصر به فرد او عدم خلط میان مباحث علمی و فلسفی و عدم اکتفا به باورهای به ظاهر راضی‌کننده‌ای است که پایه‌های علمی متقنی ندارند. او با وارد کردن چند عامل غیر علمی و ارائه شبه برهان باعث انحراف مسیر علم و رسیدن به نتایج سست و بی‌اساس نمی‌شود. بلکه می‌کوشد همه باورهای بی‌پایه‌ای را که توانسته‌اند از فضای اجتماعی سوء استفاده کرده و به عنوان تلقیاتی جهان‌شناختی معرفی شوند باطل کند؛ و در مسیر ابطال باطل خود از روش‌های غیر علمی، کوتاه بینانه و خلاف اخلاق بپرهیزد؛ چیزی که به نظر می‌رسد ضرورت همیشه جوامع علمی است. بسیاری که امروز به این دانشمند با یک هزاره فاصله می‌نگرند؛ با غور اندیشه‌های بلند او احساس طراوت می‌کنند. این از ویژگی‌های نگاه عالمانه است که از قالب‌های زمانی فراتر می‌رود و در گستره تاریخ گسترش می‌یابد.