پژوهشنامه تاریخ تمدن اسلامی

سال چهل و ششم، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۲
صص ۲۵۷ـ۲۳۷

Journal for the History of Islamic Civilization
Vol. 46, No.2, Autumn & Winter 2013/2014
DOI: 10.22059/jhic.2017.237268.653786

نقد و بررسی اصول نورشناسی غلامحسین جونپوری

ایرج نیک سرشت[۱]، نعیم شرافت[۲]

(دریافت مقاله: ۹۶/۰۴/۱۷، پذیرش نهایی: ۹۶/۰۶/۲۶)

چکیده

در این مقاله فصل دوم از کتاب *جامع بهادرخانی* با موضوع نورشناسی، شرح و نقد شده است. بررسی میزان اثرپذیری نورشناسی *جامع بهادرخانی* از مکاتب قدیم و جدید علمی موضوع اصلی این مقاله است. *جامع بهادرخانی* به رغم پیشرفت‌های دانش نورشناسی جدید، همچنان بر اساس متون نورشناسی هندسی دورهٔ یونانی و اسلامی موجود، نوشته شده و از ریاضیات اقلیدسی فراتر نرفته است. در حالی که اشاره‌های جونپوری به روابط هندسی و برخی از آخرین اکتشافات نجومی، نشان می‌دهد که وی احتمالاً، از آخرین تحوّلات دانش نورشناسی هندسی جدید در زمان خود آگاه بوده است. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که در قرن نوزده میلادی در شبه قاره هند، نورشناسی به طور خاص و ریاضی به طور عام (حساب، هندسه، نجوم و نورشناسی)، بیشتر جنبهٔ هندسی داشت و از عمق فلسفی بی‌بهره بود.

کلید واژه‌ها: اصول نورشناسی، *جامع بهادرخانی*، غلامحسین جونپوری، نظریّهٔ پرتو رؤیت، نظریّهٔ انطباعی.

---

۱. عضوهیات علمی پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران؛ Email: nikseresht@ut.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)؛
Email: nm_sherafat@yahoo.com.

Ghulām Ḥusayn Junpūrī's Principles of Optics

Iraj Nikseresht[1], Naeem Sherafat[2]

(Received: 8 July 2017, Accepted: 17 September 2017)

Abstract

The present article discusses and criticizes the chapter two of *Bahādurkkhānī's Jāmī*' on optics. The basic question is the extent to which this book is influenced by old book of optics. The main hypothesis is that despite all scientific advances in new optics, *Bahādurkkhānī's Jāmī*' still relies on optics of ancient Greece and his Islamic era and does not step beyond Euclidean mathematics. According to his references to geometric relationships and the last astronomical discoveries we can say that Bahādurkkhānī probably was aware of the latest advances in new geometric optics. As a result, optics and mathematics had a strong geometric aspect in the India of 19th century without deep philosophical aspects.

Keyword: *Bahādurkkhānī's Jāmī*', Ghulām Ḥusayn Junpūrī, Principles of optics.

1. Assistant Professor, University of Tehran, Email: nikseresht@ut.ac.ir.
2. Ph.D. student, Imam Khomeini International University, Email: nm_sherafat@yahoo.com.

مقدمه

مقالهٔ پیش‌رو اصول نورشناسی را در یکی از منابع دایره‌المعارف گونه به نام *جامع بهادرخانی* که در سال ۱۲۴۹/ ۱۸۳۴ میلادی به دست مولوی غلامحسین بن فتح محمّد بن محمّد عوض علوی عبّاسی، مشهور به جونپوری نوشته شده، بررسی و نقد کرده است. بررسی این کتاب به عنوان نمونه‌ای جامع در دانش نورشناسی، می‌تواند میزان وام‌گیری علمی دانشمندان شبه قاره هند را در نورشناسی، از متون کهن و جدید نشان دهد. *جامع بهادرخانی*، از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین آثار علمی در قرن سیزدهم هجری/نوزدهم میلادی در به شمار می‌رود. از این رو معیار مناسبی برای نشان‌دادن میزان و کیفیّت رشد علمی شبه قاره هند، در این دوره است (Sarma & Ansari, 77-93). مطالب جونپوری در این کتاب، چه درحوزه نورشناسی و چه ریاضیات و هندسه و نجوم، بیشتر متأثر از مکتب فکری سمرقند و مراغه و به‌ویژه آراء و افکار خواجه نصیرالدین طوسی است. جونپوری بر اساس متون نورشناسی هندسی یونانی و اسلامی موجود در زمان خود، به نورشناسی می‌نگرد و از ریاضیات اقلیدسی فراتر نمی‌رود، هر چند به نظر می‌رسد از آخرین تحوّلات نورشناسی هندسی در زمان خود آگاه بوده است.

در این مقاله با روش استدلال قیاسی، در آغاز میزان وام‌گیری *جامع بهادرخانی* از مکاتب نورشناسی قدیم و جدید بررسی شده و سپس اصول نورشناسی *جامع بهادرخانی* با اصول نورشناسی دو مکتب انطباعی و پرتورؤیت، مقایسه شده است. نماینده مکتب انطباعی، کتاب *اپتیکای بطلمیوس* و اصول نورشناسی ابن هیثم و نماینده پرتورؤیت، اصول نورشناسی اقلیدس به نقل از خواجه نصیرالدین طوسی، است.

درآمدی بر مکتب نورشناسی جونپوری

غلامحسین جونپوری در خزینهٔ دوم از کتاب *جامع بهادرخانی* در حرز اول، انکشاف چهارم و پنجم و ششم، به معرّفی آرای دو مکتب مطرح نورشناسی به نام‌های مکتب انطباعی[1] و مکتب هندسی[2] (به قول وی ریاضیین) پرداخته و اختلاف آنها را بررسی کرده است.

نظریّهٔ انطباع، اوّلین بار توسّط اتمیست‌ها[3] بیان شده و ارسطو[4] در مقابل نظریّهٔ

1. Intromission theory
2. Extramission theor
3. Atomism
4. Aristotle, (384–322 BC)

اپتیکای اقلیدس[1] آن را بازسازی کرد. ارسطو از سویی قائل به ورود شیء به چشم است و از سوی دیگر روشنایی را ذات اشیاء نمی‌داند و ناشی از نور خورشید و اجرام و اجسام رنگین در فضا می‌داند. این مکتب که "دخولی" نیز خوانده شده پس از ارسطو به سبب عدم اثبات علمی و عدم بهره‌گیری از روابط فرمول، کمتر مورد توجّه قرار گرفت. کسانی چون اپیکور[2] و ابن هیثم (د.۴۳۸ق) بزرگ‌ترین پیروان و شارحان آن هستند (Lindberg, 58, *Theories of* ...).

نخستین نظریه‌های مکتب پرتو رؤیت مشهور به نظریّهٔ نور هندسی،از سوی رواقیون[3] مطرح شد. رواقیون در بحث ابصار، جنبهٔ مادّی را رعایت کرده و قائل به کنش یا تأثیر جسمی در جسم دیگر تنها از راه تماسّ فیزیکی بودند. از چشم، شعاعی به شکل مخروط که رأس آن بر چشم و قاعده‌اش بر روی سطح شیئ مرئی قرار داشت، خارج شده با برخورد به شئ، احساس دیدن پدید می‌آید. اقلیدس برای نخستین بار اصول هندسی مکتب پرتو رؤیت را بیان کرد و تا قرن‌ها این اصول مورد توجّه بود و شارحان بسیاری، مانند بطلمیوس، یعقوب کندی، فارابی، عبیدالله ابن جبرئیل ابن بختیشوع ابن حزم، خواجه نصیرالدین طوسی، یعقوبی و دیگران به شرح و بسط آن پرداختند (Ibid, 31-32)[4].

جونپوری در پایان انکشاف چهارم، برخی اشکالات نظریّهٔ پرتو رؤیت ریاضیین را به نقل از انطباعی‌ها بیان کرده است. مانند همان سؤال اوّل ارسطو که چگونه می‌توان با پرتو بصری به اجرام آسمانی نگاه کرد؟ یا چگونه پرتو بصری در نگاه به آسمان پراکنده نمی‌شود و مخروط هندسی خود را حفظ می‌کند؟ با این حال جونپوری، این پرسش‌ها را بی‌پاسخ رها کرده است (جونپوری، ۱۶۴).

---

1. Euclid (300 BCE)
2. Epicurus (341–270 BC)
3. Stoicism

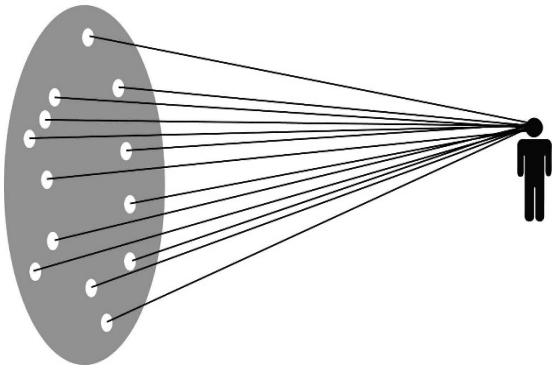
۴. برای اطّلاعات بیشتر در ارتباط با نورشناسی در یونان باستان به ویژه مکتب انطباع و مکتب هندسی، نک:

Lindberg, D. C., *Theories of Vision from al-Kindi to Kepler*, Chicago: University of Chicago Press, 1976;

Ronchi V., Histoire de la lumière, traduit d'italien par Juliette Taton, Armand Colin, Paris, 1956;

Merker A., *La vision chez Platon et Aristote*, Academia Verlag, 2003;

Simon G., Le regarde, l'être et l'apparence dans l'optique de l'antiquité, Seuil, Paris, 1988;



شکل۱ـ نمایان‌گر ایراد وارد بر نظریّهٔ پرتوهای هندسی مستقیم‌الخطّ صدوری اقلیدس و همچنین تداخل و اغتشاش در ادراک بصری یعقوب کندی.

پرسش‌های بسیار دیگری نیز از سوی دانشمندان مسلمان در نقد نظریّهٔ پرتو رؤیت مطرح شده است که همگی بی پاسخ مانده‌اند. به عنوان مثال، اقلیدس به جنبهٔ هندسی پدیده‌های بصری کاملاً اکتفا می‌کند، زیرا پدیده‌هایی چون نور و رنگ در نظریّهٔ پرتوهای بصری او دخیل نیستند (معصومی همدانی، *حرف تازه* ...، ۵۸ـ۴۷)، به عبارت دیگر، اقلیدس میان نور و پرتوهای بصری هیچ رابطه‌ای نمی‌بیند (همان، ۵۸ـ۴۷). یعقوب کندی دریافت هندسی محض از پرتو را رد می‌کند، در نگاه او پرتوها خطوط هندسی نیستند، بلکه تأثّرات ناشی از اجسام سه بعدی‌اند، او بین پرتو و خطوط هندسی که نور بر آن سیر می‌کند، تفاوت قائل است (راشد، ۳۴ـ۲۵). تنها جنبهٔ فیزیکی پرتوهای بصری اقلیدس، این است که نوک این خطوط حسّاس است و عمل ادراک را همین نوک‌ها انجام می‌دهند، چون پرتوهای بصری هرچه از چشم دورتر شوند، فاصله‌شان بیشتر می‌شود، پس باید جسم به صورت مجموعه‌ای از نقاط روشن که در فاصله‌شان نواحی تاریک قرار دارند، دیده شود. توجیه اقلیدس این بود که پرتو بصری در برخورد با جسم، سطح صیقلی آن را جارو می‌کند (معصومی همدانی، *حرف تازه* ...، ۵۸ـ۴۷). این مشکل بعدها به دست یعقوب کندی، حل شد. کندی تشعشع را فرایندی ناپیوسته و ناهمدوس دانست که در آن، همهٔ نقاط جسم نورانی، مستقلاً در همهٔ جهات و جوانب تشعشع می‌کنند. البتّه، اشکال نظریه کندی این بود که که اگر تشعشع از همه نقاط است، پس تداخل و اغتشاش در ادراک بصری ایجاد می‌گردد و چشم قادر به تشخیص تصویر نمی‌شود. از این رو ابن هیثم با طرح رؤیت پرتو نور به شرط عمود بودن آن بر عدسی چشم، این مشکل را حل کرد (لیندبرگ، ۴۱۶ـ۴۱۷). عجیب آنکه، جونپوری به هیچ یک از این اشکالات اشاره نمی‌کند و گفت‌وگویی که او میان انطباعی‌ها و ریاضیان راه می‌اندازد، بسیار ابتدایی و ساده، به نظر می‌رسد، در حالی که

ابن هیثم در قرن چهارم/دهم میلادی و حدود نه قرن پیش از جونپوری، اشکالات بیشتری را بر نظریّهٔ نور هندسی وارد کرده و آن نظریّه را زیر سؤال برده است.

نظریّهٔ انطباع ارسطو، چندان مورد توجه دانشمندان مسلمانان قرار نگرفت. در همان دورانِ ابن هیثم، ابن‌سینا، در آثار علوی شفای خود سعی کرد نشان دهد که اپتیک هندسی را می‌توان بر فرض ورود صورت‌هایی از اجسام به چشم، و نه صدور چیزی از چشم، استوار کرد و بدین ترتیب، مبانی آن را با مبانی طبیعیات سازگارتر ساخت (معصومی همدانی، *کندی* ...، ۵۰۸ـ۴۷۵).

در قرن چهاردهم میلادی افرادی چون راجر بیکن[1] و آلبرت کبیر[2] کم‌کم نقدهای تندتری را بر نظریّهٔ پرتو رؤیت اقلیدسی وارد کردند که شاید دلیل آن دسترسی به کتاب *اپتیکای بطلمیوس* و *المناظر* ابن هیثم بود (Lindberg, 101 ,*Kepler*...). پس از آنان جان پیچام[3] و ویتلو[4] نظریّهٔ ابن هیثم را به صورت اندیشه حاکم بر غرب در آورند و در قرن هفدهم میلادی کپلر،[5] راه ابن هیثم را در مورد دیدن و ادراک تصاویر به وسیلهٔ چشم، ادامه داد و ثابت کرد که تصویر در شبکیّه تشکیل می‌شود، نه در جلیدیّه و سرانجام منجر به ابداع نظریّهٔ تصویر شبکیّه‌ای شد[6] (Kepler, 45).

کپلر نیز همچون پیشینیان قرون وسطایی خود، بسیار متدین بود و نور مطلق را ذات خداوند یکتا می‌دانست. او معتقد بود که رابطه چشم انسان با اشیای مرئی، همانند رابطهٔ روح او با ذات اشیاء است. به اعتقاد وی، این چشم انسان است که با ذات روحانی نور خداوند ارتباط برقرار می‌کند. بزرگ‌ترین کمک کپلر به نورشناسی این بود که او برای اوّلین بار ثابت کرد که عدسی چشم، نور را بر روی شبکیّه تصویر می‌کند، نه بر مایع جلیدیّه (Ibid, 314). این نظریّه بعدها به توسّط دکارت گسترش یافت. رنه دکارت[7] با آزمایش چشم گاو نر، توانست این نظریّه را ثابت کند. او نخست شبکیّهٔ چشم گاو را خراشید تا شفاف شود، سپس گاو را در برابر یک پنجره قرار داد، آن‌گاه مشاهده کرد که

1. Rager bacon, c. 1214-1294.
2. Albertus Magnus, c. 1193/1206 - 1280.
3. John Peckham (or Pecham), c. 1230 - 1292.
4. Witelo, born ca. 1230; died after 1280, before 1314.
5. Johannes Kepler,1630AD.
6. Il a borde également le sujet de la vision et la perception des images par l'œil. Il est convaincu que la récetion des images est assurée par la rétine et non pas le cristallin comme on le pensait à cette époque, et que le cerveau serait tout à fait capable de remettre à l'endroit l'image inversée qu'il reçoit23.
7. René Descartes, 31 March 1596 - 11 February 1650.

گاو به سمت پنجره حرکت کرد تا از آن خارج شود. در نتیجه وی دریافت که تصاویر به صورت معکوس بر روی شبکیّهٔ چشم گاو ایجاد می‌شود (Descartes, 167).

امّا انقلابی که پس از انتشار کتاب اپتیکای نیوتن در علم نورشناسی به وجود آمد، قابل مقایسه با دیگر کوشش‌های علمی مشابه نیست. نظریّهٔ پراش و انتشار نور سفید و همچنین پیش‌بینی وجود حامل‌های نور که بعدها به نام فوتون نامیده شدند، همه نتیجه کوشش‌های علمی نیوتن بود که تحوّلی اساسی در رشد علمی و پیشرفت نورشناسی مدرن، داشت (Shapiro, 211-235).

جونپوری به‌رغم این‌که نیوتن را می‌شناخت و در باب نجوم از نام و نظریات او استفاده کرد (جونپوری، ۴۴۸)، امّا در دانش نورشناسی، چیزی بیشتر از اصول اقلیدس ارائه نکرده و هیچ اشاره‌ای به پیشرفت‌های علمی در زمینهٔ نورشناسی در اروپا ندارد و تنها به متون قدیمی نورشناسی که همگی پیرو مکتب پرتو رؤیت هستند، اکتفا کرده است. او هیچ اشاره‌ای به بزرگان مکتب انطباعی، همچون ارسطو و ابن هیثم ندارد و خود را پیرو مکتب هندسی می‌داند. بیشتر مطالب وی در این زمینه، به اقلیدس و تحریر آن توسّط خواجه نصیرالدین طوسی، دیگر دانشمند پیرو مکتب پرتو رؤیت هندسی (همان، ۱۹۸) منسوب است و در جایی نیز به ذکر نام کمال‌الدین ابن یونس موصلی، استاد خواجه نصیر در مبانی ریاضی، هندسه و نجوم (خیابانی تبریزی، ۹) اشاره کرده که نشان دهنده دلبستگی وی به نظریات خواجه نصیر طوسی است (جونپوری، ۱۶۹).

جونپوری در بخش نورشناسی *جامع بهادرخانی*، همچنان آناتومی جالینوسی را ارائه می‌کند (همان، ۱۵۹ـ۱۵۷)، و هنوز معتقد است نور در مغز انسان تولید می‌شود (همان، ۱۵۸) و از مکتب نور هندسی اقلیدسی حمایت می‌کند. جونپوری به‌رغم پیشرفت‌های علمی انطباعی‌ها و استدلال‌های علمی آنان توسّط کپلر و نیوتن و دکارت، همچنان باور دارد که برای استدلال‌های ریاضیان، هنوز هیچ کس پاسخی ارائه نکرده است (همان، ۱۶۱). وی از خمیدگی نور در برخورد با عدسی سخن می‌گوید (همان، ۱۶۵) و کمترین اطّلاعی از نورشناسی ابن هیثم ندارد. به عنوان مثال جونپوری هنوز هم در تعریف انطباعی‌ها، قائل است که آنان معتقدند تصویر شیئ مرئی بر روی جلیدیّه نقش می‌بندد و حرفی از انطباع تصویر بر روی شبکیّه نمی‌زند (همان، ۱۶۲).

اصول اولیّهٔ نورشناسی جونپوری

غلامحسین جونپوری در انکشاف پنجم و ششم از حرز اوّل خزینهٔ دوم *جامع بهادرخانی*،

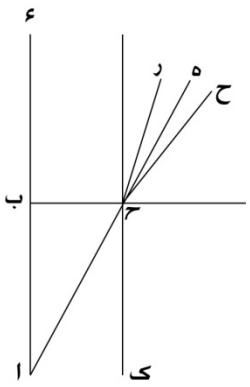
پس از اثبات برتری استدلالی مکتب پرتو رؤیت، اصول اوّلیّهٔ نورشناسی خود را بیان می‌کند، تا بر اساس این اصول که مبتنی بر همان اصول نور هندسی اقلیدسی است، در حرز دوم و سوم، قضیه‌های هندسی خود را شرح دهد. در این پژوهش برای احصای اصول نورشناسی جونپوری به چند نسخه خطّی *جامع بهادرخانی* مراجعه شد که مهمترین آنها، نسخهٔ چاپ سنگی کلکته، نسخهٔ کتابخانه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی، نسخهٔ کتابخانهٔ حضرت آیت الله مرعشی نجفی، نسخهٔ کتابخانهٔ ملّی ملک و نسخهٔ کتابخانهٔ ملّی جمهوری اسلامی ایران است.

اصولی که جونپوری در این دو انکشاف بیان کرده، به قرار زیر است:

۱ـ هر آن قدر از مبصرات که در مخروط شعاعی واقع شود، قابل رؤیت است، البتّه، به شرط آن‌که ناظر قصد دیدن آن کرده باشد، در غیر این صورت حتّی اگر در داخل مخروط شعاع باشد، باز خفی دیده می‌شود، مانند خطوط کتاب که آن خطّی که می‌خوانیم، واضح است و بقیّهٔ خطوط مات هستند.

۲ـ زاویهٔ رؤیت، همان زاویه‌ای است که در بین مخروط شعاع محصور شده است و نوک زاویه بر روی چشم و قاعدهٔ آن بر سطح شیئ مرئی است. و هر شیئ مرئی دیدنی تابع زاویهٔ رؤیت می‌شود و هر زاویهٔ رؤیت، تابع اضلاع خود است. اجسام برابر با زوایای برابر دیده می‌شوند، اجسام کوچک با زاویهٔ دید کوچک و اجسام بزرگ با زاویهٔ دید بزرگ.

۳ـ اضلاع مخروط شعاع، گاهی مستقیم‌الخط هستند و گاهی ترکیب دو خطاند با زاویه‌ای که بین آنها ایجاد شده است، زیرا ضلع مخروط در حرکت از دو محیط با غلظت‌های مختلف مانند هوا و آب، شکسته می‌شود. در شکل روبه‌رو اگر پرتو بصری مستقیم ا ه از محیط رقیق به غلیظ رود، به سمت خطّ عمود ک شکسته می‌شود و زاویهٔ ه ح ر به نام زاویهٔ انعطاف انسی می‌گیرد و اگر از محیط غلیظ به رقیق رود، از خط عمود دور شده و زاویه ح ح ه به نام زاویه انعطاف وحشی می‌گیرد.

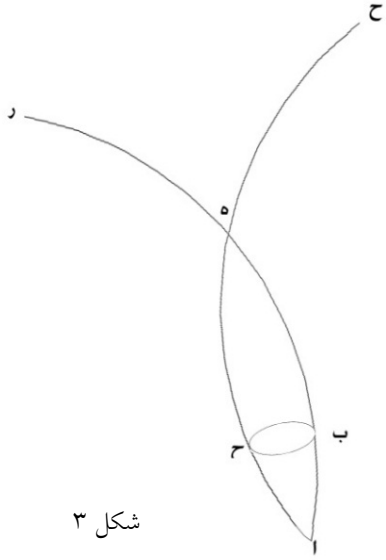


شکل ۲

۴ـ در حالت وجود اختلاف غلظت میان محیط چشم و شیئ مرئی، اضلاع زاویهٔ رؤیت حالت قوسی پیدا می‌کنند. اگر غلظت مسیر حرکت پرتو بصری از چشم به شیئ، رو به کاهش باشد، اضلاع زاویه محدّب می‌شوند و شیئ مرئی از اندازهٔ واقعی خود

بزرگ‌تر جلوه می‌کند. اگر غلظت مسیر حرکت رو به کاهش باشد، اضلاع زاویهٔ رؤیت حالت مقعّر پیدا می‌کنند و شیئ مرئی از اندازهٔ واقعی خود کوچک‌تر جلوه می‌کند.

۵ـ اگر در برابر چشم عدسی قرار بگیرد که مرکزی غلیظ و اطرافی رقیق داشته باشد (محدّب باشد)، در این حال اضلاع زاویهٔ رؤیت، هر دو متّصل به هم، یک قوس را نشان می‌دهند که البتّه در این حالت هیچ زاویهٔ رؤیتی وجود ندارد و هیچ شیئی رؤیت نمی‌شود. حتّی اگر عدسی کاملا شفّاف باشد. امّا اگر شیشهٔ عدسی را از چشم دور کنیم، میان دو قوس زاویهٔ رؤیت حاصل می‌شود و قوس‌های ب ا و ا ح حکم اضلاع زاویهٔ رؤیت می‌شوند. در شکل مشاهده می‌شود که قوس‌های زاویه در این حالت باز در نقطهٔ ه به هم می‌رسند. شیئ مرئی در جلوی عدسی ب ح دیده می‌شود و هر چه به سمت نقطهٔ ه رود، بزرگتر می‌شود؛ تا این‌که در خود نقطهٔ ه دیده نمی‌شود. باز اگر شیئ دورتر شود و در زاویهٔ ح ه ر قرار بگیرد به شکل کوچک و معکوس دیده می‌شود. دلیل معکوس شدن تصویر، جابه‌جا شدن اضلاع زاویهٔ رؤیت پس از نقطهٔ ه از راست به چپ و از چپ به راست است و بر اساس اصل دوم که ذکر شد، رؤیت شیئ مرئی تابع زاویهٔ رؤیت و زاویه تابع اضلاع خود است، با جابه‌جا شدن اضلاع، تصویر شیئ نیز جابه‌جا و معکوس می‌شود. حال هر چقدر ضخامت عدسی بیشتر شود، ضخامت شکل اهلیلجی ا ب ه ح بیشتر می‌شود، تا این‌که به حالت کره در می‌آید و در آن حال دیگر شیئ دیده نمی‌شود.

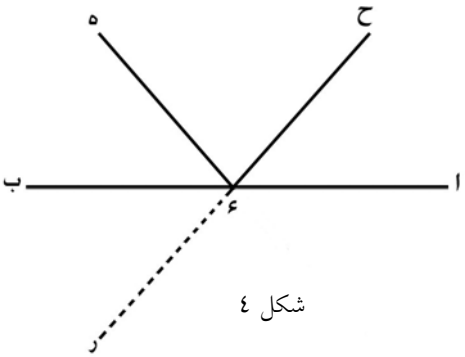


شکل ۳

۶ـ اگر عدسی مقعّر باشد در فاصلهٔ نزدیک به چشم، دو قوس زاویه بر هم منطبق می‌شوند و زاویه‌ای وجود نخواهد داشت، تا رؤیتی حاصل شود. اگر عدسی دورتر شود، اضلاع زاویهٔ محدّب می‌شوند و در بین آنها هر شیئ مرئی کوچک دیده می‌شود و هر چه شیئ دورتر شود، کوچک‌تر می‌شود تا این‌که از دیدن محو می‌شود.

۷ـ در آینه زاویهٔ شعاعی (تابش) و انعکاس (بازتابش) برابر است و پرتو عمود نیز به همان صورت عمود به سمت چشم بازتابیده می‌شود. در شکل روبه‌رو، پرتو بصری ح ء

و پرتو انعکاسی ه ء است. زاویهٔ ح ء ا زاویهٔ شعاعی و زاویهٔ ه ء ب زاویهٔ انعکاسی است که اگر آینه مسطّح باشد، با هم برابر می‌شوند. زاویهٔ ب ء ر زاویهٔ خیال (مجازی) است که اگر آینه شفّاف و شیشه‌ای باشد، چنین زاویه‌ای امتداد پرتو شعاعی می‌شود. زاویهٔ خیال مسیر همان تصویر مجازی است که ناظر در آینه می‌بیند.

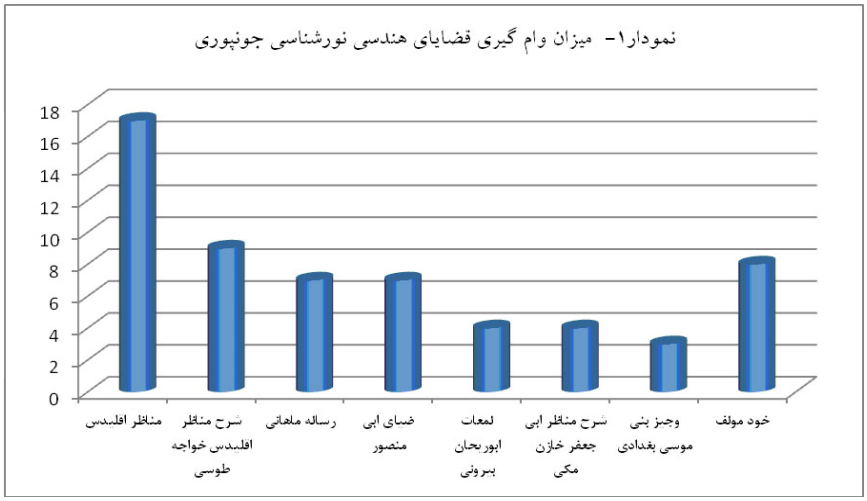


شکل ٤

۸ـ اگر آینه کروی باشد، زوایای خیال قوسی می‌شوند. در این صورت تصویر مشاهده شده نیز بر اساس نوع انحنای آینه و فاصله شیئ مرئی از آن، بزرگ یا کوچک خواهد بود که در آینه کروی (محدّب) تصویر کوچک‌تر و در آینهٔ مقعّر تصویر بزرگ‌تر دیده می شود.

میزان وام‌گیری جونپوری از منابع نورشناسی پیشین

جونپوری پس از توضیح اصول خود، تصریح کرده است که قضایای هندسی را بر اساس پذیرش صحّت و مسلّم بودن این اصول که با استقرا و تجربه به دست آمده‌اند، بیان خواهد کرد (جونپوری، ۱۶۷). سپس در حرز دوم در باب علم مناظر مرتبط با پرتوهای بصری، ۴۳ قضیّهٔ هندسی و در حرز سوم در باب علم انعکاس، ۱۴ قضیه را توضیح داده است. در پایان نیز منابع مورد استفادهٔ خود در استخراج این قضایا را در جدولی مشخّص کرده است (همان: ۱۹۸). میزان وام‌گیری جونپوری از این منابع، در نمودار زیر مشاهده می‌شود.



میزان قضایایی که از اقلیدس و *شرح مناظر* او توسّط خواجهٔ طوسی استفاده شده بیش از نیمی از قضایا است که نشان‌دهندهٔ میزان تأثیر اصول هندسی اقلیدسی در نورشناسی جونپوری است و حتّی شاید بتوان این‌گونه قضاوت کرد که حرز دوم و سوم از خزینهٔ مناظر و مرایای *جامع بهادرخانی*، خود شرحی است بر قضایای هندسی *مناظر اقلیدس*. از میان کتاب‌های مذکور در منابع این قضایای هندسی، تنها *شرح مناظر اقلیدس* خواجهٔ نصیرطوسی در دست است هیچ نشانه و نامی از دیگر منابع جونپوری یافته نشد.البتّه، شاید *شرح مناظری* ابی‌جعفر خازن مکّی (د.۳۵۰ـ۳۶۰ق) ریاضی‌دان مشهور ایرانی، همان *المناظر* ابن هیثم باشد، زیرا ترجمهٔ لاتین *المناظر* در اواخر دوران قرون وسطی و در دورهٔ رنسانس و قرن‌های شانزدهم و هفدهم میلادی بسیار معروف و مورد رجوع بوده است، هرچند نویسندهٔ اصلی آن را نمی‌شناختند یا او را ابوجعفر خازن می‌پنداشتند. در سال ۱۸۷۶/۱۲۹۲ میلادی حدود سی‌سال پس از انتشار *جامع بهادرخانی*، ویده‌مان[1] به نسخه‌ای از *تنقیح‌المناظر* کمال‌الدین فارسی دست یافت و پی‌برد که نویسنده این ترجمهٔ لاتینی همان ابن هیثم بصری است (معصومی همدانی، *حرف تازه ...*، ۵۸ـ۴۷). با این حال حتّی اگر این کتاب، همان *المناظر* ابن هیثم باشد، باز هم جونپوری استفاده اندکی (در حدّ چهار شکل) از آن کرده است.

رسالهٔ ماهانی از ابو عبدالله محمّد ابن عیسای ماهانی (د.۲۷۵ق)، است. وی ریاضیدان و منجّمی معروف از مردم کرمان و از افاضل علمای عدد و مهندسی عالیقدر بود که در بغداد می‌زیست. *رسالهٔ ماهانی* در تفسیر مقاله دوم از *کتاب ارشمیدس درباره کره و استوانه*، بود. احتمالاً منظور جونپوری از *رسالهٔ ماهانی*، همین رساله باشد. خیّام دربارهٔ این رساله گفته است: «ماهانی در صدد حلّ مساله‌ای از ارشمیدس که در شکل چهارم از مقاله دوم کتاب خود موسوم به کره و استوانه به کار برده است، برآمد و این امر منجر شد به معادله‌ای بین کعب‌ها و مال‌ها و اعداد و وی بعد از تفکّر زیاد از حلّ آن عاجز ماند و لهذا حکم به امتناع آن کرد. بعد ابو جعفرخازن پیدا شد و آن را به وسیلهٔ قطوع مخروطی حل کرد» (کندی، ۶۸ـ۶۷) .

جونپوری از فردی به نام ابی‌منصور و اثر وی *ضیاء* نام برده که ناشناخته است. همچنین *لمعات* ابوریحان بیرونی و کتاب *وجیز* بنی‌موسی بغدادی نیز که جونپوری به آن اشاره کرده، در دست نیست.

1. E.Wiedemann

مروری بر اصول نورشناسی قدیم

در اینجا به صورت، مورد کاوی، اصول نورشناسی بزرگان انطباعی و پرتورؤیت، بررسی می‌شود تا بتوان به تحلیل و قیاس تطبیقی اصول نورشناسی *جامع بهادرخانی* دست یافت. نمونه‌ها از یونان باستان و دورهٔ اسلامی و بر اساس میزان شهرت و اعتبار گزینش شده‌اند. از یونان باستان اپتیکای اقلیدس و بطلمیوس و از دوره اسلامی *المناظر* ابن هیثم و *تحریر المناظر* خواجه نصیرالدین طوسی انتخاب شده‌اند.

۱ـ اصول اوّلیهٔ نورشناسی هندسی اقلیدسی

اقلیدس *اپتیکای*[۱] خود را بر هفت اصل موضوع بنا می‌کند و سپس با کمک این اصول، ۵۸ قضیّه را در زمینهٔ نورشناسی ثابت می‌کند.

اصول موضوعه نورشناسی اقلیدس عبارت‌اند از:[۲]

۱ـ هنگام رؤیت اشیاء، پرتوهایی از چشم در محیط میان چشم و اشیاء مرئی منتشر می‌شود؛

۲ـ این پرتوهای بصری در راستای مستقیم انتشار می‌یابند؛

۳ـ این پرتوهای خروجی، مخروطی را تشکیل می‌دهند که رأس آن بر چشم و قاعدهٔ آن بر اشیاء مرئی قرار دارد و فقط اشیایی که در این مخروط قرار دارند، دیده می‌شوند؛

۴ـ از آنجا که پرتوهای مخروطی‌شکل خارج شده از چشم، وسیلهٔ دیدن اشیاءن هستند، وضع و اندازهٔ ظاهری اشیاء بر حسب وضع و شکل این مخروط‌ها تغییر می‌کند؛

۵ـ اشیایی که در زاویهٔ دید بزرگی واقع هستند، بزرگ دیده می‌شوند و برعکس، همچنین اشیایی که از چند زاویه دیده می‌شوند، چند تا به نظر می‌رسند و اشیایی که

---

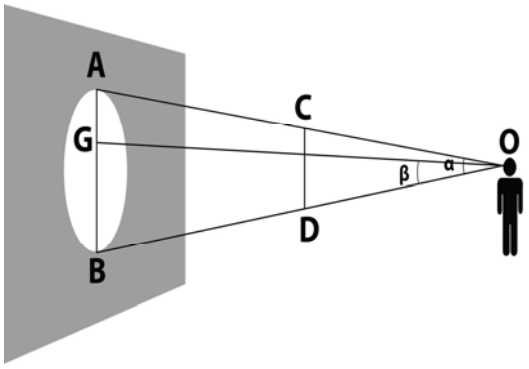
۱. از کتاب *اپتیکا (Catoptrica)* که پروکلوس آن را به اقلیدس نسبت داده و پاپوس نیز آن را تأیید کرده، دو روایت باقی مانده است، دلیلی نیست که در انتساب روایت اوّل به خود اقلیدس تردید شود. این کتاب رساله‌ای است در مناظر و مرایا، که نخستین اثر دربارهٔ این موضوع به زبان یونانی و نیز یگانه اثر بود تا هنگامی که بطلمیوس نیز در میانه سدهٔ دوم میلادی در این زمینه کتابی پرداخت. پروکلوس کتابی به نام *انعکاس نور(Catoptrica) دربارهٔ آینه‌ها* را نیز به اقلیدس نسبت می‌دهد. اثری که در میان چاپ‌های آثار اقلیدس دارای این عنوان است، بی گمان کار او نیست، بلکه بعداً تألیف شده و عموماً عقیده بر این است که پروکلوس در این انتساب، اشتباه کرده است(*بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی*، ۱۲۱).

۲. رونشی در کتاب *تاریخ اپتیک* خود ۱۴ اصل موضوعه از کتاب *اپتیک* (*Optics*) اقلیدس استجراج کرده است که در اینجا ما ۷ اصل می‌آوریم. البته در کتاب *کاتوپتریک* (*Catoptrics*) که منسوب به اقلیدس است، نیز هفت اصل آمده است.

زوایای دید آنها مساوی است، هم‌اندازه دیده می‌شوند؛

۶ـ جسم هنگامی واضح دیده می‌شود که قاعدهٔ مخروط با مساحت بیشتری از سطح آن جسم در تماس باشد و برعکس؛

۷ـ هنگام انعکاس پرتوهای بصری از روی سطح صیقلی، اندازهٔ دو زاویهٔ تابش و بازتابش برابراند (Ronchi, 14-16).



شکل۵ـ مشاهدهٔ اصول هفت‌گانه اقلیدس (برگرفته از ۷ اصل فوق):
ـ O چشم ناظر و AOB ، GOB و COD مخروط رؤیت؛
ـ دایرهٔ مشاهده شده به قطر AB در زاویهٔ دید α، از دایرهٔ مشاهده شده به قطر GB در زاویهٔ دید β کوچکتر است، چون α از β کوچکتر است؛
ـ قطرهایAB و CD هر دو در زاویهٔ دید برابر. α قرار دارند و در نگاه ناظر هم‌اندازه می‌باشند.

۲ـ اصول اوّلیهٔ نورشناسی بطلمیوس

اصول نورشناسی بطلمیوس پس از اقلیدس مشهور بوده‌اند. این اصول که جنبهٔ آزمایشگاهی و فیزیکی بیشتری نیز دارند کمتر مورد توجّه دانشمندان اسلامی و حتّی دانشمندان قرون وسطای اروپا قرار گرفته است،[۱] تا آنجا که گروستست[۲] اوّلین نظریّه‌پرداز نورشناسی مدرن در اروپا، به‌رغم احاطه بر *اپتیکای اقلیدس* و *المناظر* کندی، از کتاب *المناظر بطلمیوس* و ابن هیثم که شارح و ناقد اصول نورشناسی بطلمیوس بوده است، یاد نکرده است (Lindberg94, *Theories*...,).

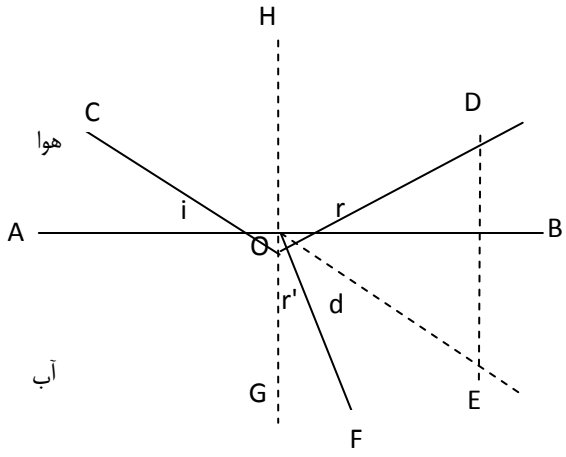
---

۱. نورشناسی بطلمیوس در پنج کتاب، به زبان یونانی ازمیان رفته است. یک ترجمه عربی از روی نسخه‌ای خطی که کتاب اول و قسمت آخر کتاب پنجم را نداشته فراهم آمده بوده که آن نیز از بین رفته است، از روی این ترجمه ائوگنیوس سیسیل در سده دوازدهم میلادی ترجمه لاتینی موجود را بوجود آورده است. به رغم ناقص بودن و نکات تاریک متعدد در متن، طرح نظریه نورشناسی بطلمیوس به اندازه کافی روشن است. آلبرت لوژون بر اساس چهار مقاله موجود به بازسازی و شرح مقاله گم‌شده اول پرداخته است. به اعتقاد او مقاله اول به جنبه فیزیکی دید و نورشناسی اختصاص داشته و دیگر مقالات با ادراک بصری سروکار دارند. (بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی، ۲۲۱).

2. Robert Grosseteste (c. 1175-9 October 1253).

برجسته‌ترین جنبه‌های علم مناظر بطلمیوسی از دیدگاه هندسی، نظریّه‌های او دربارهٔ بازتاب و شکست است که بر پایهٔ تحقیقات اقلیدس و هرون عرضه شده‌اند. این نظریات برای آینه‌های تخت به شرح ذیل است که البتّه بطلمیوس همین قواعد را در مورد آینه‌های کروی و استوانه‌ای به کار برده است:

۱. پرتو CO تابش، پرتو OD بازتابش، پرتو OF شکست نسبت به خطّ عمود OG در یک صفحه‌اند؛
۲. زاویه تابش i با زاویه بازتابش r برابراند؛
۳. تصویر D بر E افتاده است که در آنجا امتداد شعاعی که از چشم صادر می‌شود خط قائمی را که از نقطهٔ مورد رؤیت بر سطح منعکس کننده فرود آمده است، قطع می‌کند؛
۴. اگر شعاعی به طور مورّب از یک مادّهٔ شفّاف، داخل مادّهٔ شفّاف دیگر شود و این دو مادّه با چگالی مختلف باشند، در سطح تماسّ این دو مادّه طوری می‌شکند که در مادّهٔ چگال‌تر به خطّ قائم نزدیک‌تر باشد (Smith, 20-22).



شکل۶ـ قوانین بازتاب و شکست بطلمیوس (Smith, 22).

بطلمیوس همواره دنبال برقراری نسبت میان زاویهٔ تابش i و زاویهٔ شکست r' بود. وی یک صفحهٔ گرد مفرغی را که محیط آن را مدرّج ساخته بود، برای اندازه‌گیری زوایای تابش و زوایای شکست متناظر آنها در سه جفت مادّه (هوا و آب ـ هوا و شیشه ـ آب و شیشه) به کار برد؛ امّا نتوانست نسبت مطلوب را کشف کند و به رابطهٔ جیب زوایای تابش و شکست نرسید، ولی داده‌های او یک الگوی ریاضی برای نسل‌های بعد بود (لیندبرگ، ۴۱۵). جدول زیر نمونه‌ای از جداول مقایسه‌ای زوایای تابش و شکست بطلمیوس است (Lejeune, 152-166).

جدول شماره۱ـ نمونه‌ای از جدول زوایای تابش و شکست بطلمیوس وقتی نور از هوا به آب داخل می‌شود.

زاویه تابش	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
زاویه شکست	۸	۱۵,۵	۲۲,۵	۲۹	۳۵	۴۰,۵	۴۵,۵	۵۰

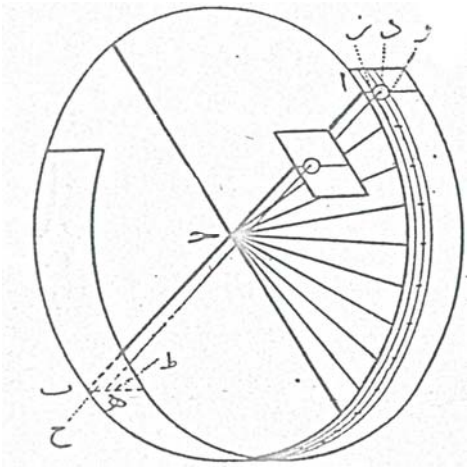
تفاضل میان زوایای متوالی شکست، یک سری حسابی را تشکیل می‌دهد:

۴,۵ ـ ۵ ـ ۵,۵ ـ ۶ ـ ۶,۵ ـ ۷ - ۷,۵

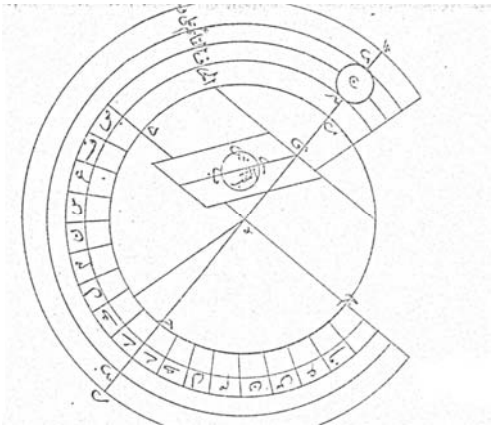
زاویهٔ صفر درجه را ابن هیثم به این جدول افزود و موادّ بیشتری غیر از آب و هوا را امتحان کرد (ابن هیثم، ۶۱۲). بطلمیوس همواره نسبت زاویهٔ انحراف d به زاویهٔ تابش i را مقداری ثابت می‌دانست (Lejeune, 152-166)، امّا ابن هیثم به این نتیجه رسید که افزایش زاویهٔ تابش بیشتر از نسبت افزایش زاویهٔ انحراف است (ابن هیثم،۱۰۰).

۳ـ اصول اوّلیهٔ نورشناسی ابن هیثم

ابن هیثم در *المناظر* با نگاهی دقیق‌تر نسبت به بطلمیوس چه در باب بازتاب و چه شکست نور، برای خود احکامی جداگانه صادر کرده است. البتّه، پیچیدگی و سختی آزمایش‌های شکست نور با توجّه به اقتضائات موجود در دست ابن‌هیثم، این انتظار را کاهش می‌دهد که نتایج آزمایشگاهی ابن‌هیثم دقیقاً به دست آمده باشد، بلکه بیشتر مبتنی بر حدس آزمایشگاهی است (نظیف بک، ۶۸۴). ابن هیثم در فصل دوم از جلد هفتم *المناظر* به ساخت ابزاری برای محاسبهٔ زاویهٔ شکست نور و انحراف نور در سه محیط آب و هوا و شیشه پرداخته و آن را آلةالانعطاف نامیده است (ابن هیثم، ۶۲۷ـ۶۱۲). وی تمامی ابعاد دقیق این ابزار و مشخّصات فیزیکی آن برای ساخت را شرح داده است و به گفتهٔ کمال‌الدین فارسی (۱۱۴) این ابزار پایهٔ تمام مطالعات شکست نوری ابن هیثم قرار می‌گیرد. معرّفی چنین ابزاری با این دقّت و استفاده از نتایج آن در تمامی مراحل بررسی شکست نور در آب و هوا و شیشه، اثبات همان رویکرد تجربی و آزمایشگاهی ابن هیثم است.



شکل شماره ۷ مربوط به نمایی کلّی از آلةالانعطاف که توسّط مصطفی نظیف بک رسم شده است. در شکل سوراخ حاشیه و سوراخ هدف در راستای هم به تصویر کشیده شده است (نظیف بک، ۶۸۵).



شکل شماره ۸ مربوط به نمای کلّی آلةالانعطاف از منظر کمال الدین فارسی است که همان‌گونه دیده می شود که فارسی مدّعی شده است، نمایی کاملاً شبیه اسطرلاب دارد که دومنظوره استفاده می‌شده است (فارسی، ۱۱۵).

احکام هشت گانهٔ ابن هیثم بر اساس نصّ خود او در مقالهٔ هفتم *المناظر* عبارت‌اند از:

حکم اوّل) هر دو زاویه که اوّلی اضلاع آن را پرتو تابش و خطّ عمود بر صفحه و دومی اضلاع آن را پرتو شکست و امتداد خطّ عمود بر صفحه شامل شود و اندازهٔ آنها متفاوت باشد، از دو جسم با غلظت‌های مختلف هستند که میزان بزرگی زاویهٔ شکست نسبت به زاویهٔ تابش بیشتر از میزان کوچکی آن است (ابن هیثم، ۶۳۰ـ۶۲۹)؛

حکم دوم) میزان افزایش زاویهٔ شکست کمتر از میزان افزایش زاویهٔ تابش به همان نسبت و در همان شرایط است (همان:۶۳،)؛

حکم سوم) نسبت زاویهٔ شکست به زاویهٔ تابش در حالتی که زاویهٔ تابش بزرگ‌تر است، بیشتر است از نسبت زاویهٔ شکست به زاویهٔ تابش در حالتی که زاویهٔ تابش کوچک‌تر است (همان، ۶۳۴ـ۶۳۵)؛

حکم چهارم) اضافه زاویهٔ شکست (میزان انحراف)، در حالت زاویهٔ تابش بزرگ‌تر، بزرگ‌تر است از اضافه زاویهٔ شکست در حالت زاویهٔ تابش کوچک‌تر (همان، ۶۳۵).

حکم پنجم) زاویهٔ شکست در حالت رقیق به غلیظ، همواره از نصف اندازهٔ زاویهٔ تابش نیز کوچک‌تر است (همان‌جا)؛

حکم ششم) زاویهٔ شکست در حالت غلیظ به رقیق همواره از دو برابر اندازهٔ زاویهٔ تابش کوچک‌تر است (همان‌جا)؛

حکم هفتم) در حالتی که دو زاویهٔ تابش هم اندازه از یک محیط رقیق به دو محیط غلیظ به غلظت متفاوت بتابد، زاویهٔ شکست محیطی که غلظت بیشتری دارد، بزرگ‌تر است از زاویهٔ شکست محیطی که غلظت کمتر داشته باشد (همان‌جا).

حکم هشتم) همچنین در حالت تابش از غلیظ به دو جسم رقیق متفاوت، زاویهٔ شکست جسم رقیق‌تر بزرگ‌تر است از زاویهٔ شکست جسم با رقّت کمتر (همان‌جا).

۴ـ اصول نورشناسی خواجه نصیرالدین طوسی

خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب *تحریر المناظر* به شرح کتاب *المناظر اقلیدس* پرداخته است. این کتاب رساله‌ای است از مجموع ۱۶ رساله خواجهٔ نصیر طوسی که در هر کدام به شرح نظریّه‌ای از پیشینیان خود پرداخته است. مانند *تحریر رخامات افقی و سمت القبله و فی الکره ابن هیثم*، *شرح زیج بتانی*، *کره اوتولوکس و مانالائوس*، *فی اقسام السیمیا*، *ارسطرخس فی جرم النیرین* و غیره. رسالهٔ هفتم را هم طوسی به شرح شکل‌های هندسی اقلیدس از *کتاب المناظر* او اختصاص داده است در این رساله کمتر اشاره‌ای به اصول موضوعی و اوّلیّهٔ نورشناسی *اقلیدس* شده و بیشتر بر همان قضایای هندسی نورشناسی اقلیدسی تکیه شده است. خواجه نصیر طوسی در این رساله ۵۸ قضیّهٔ هندسی مربوط به نورشناسی را از کتاب اقلیدس نقل کرده است.

ه) نقدی بر اصول اوّلیّهٔ نورشناسی جونپوری در مقایسه با اصول دیگر مکاتب

با مقایسه اصولی که غلامحسین جونپوری به عنوان پایهٔ قضایای هندسی مناظر و مرایای خود ارائه کرده است و همچنین اصولی که اقلیدس، بطلمیوس، ابن هیثم و طوسی ارائه کرده‌اند، می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

۱ـ در زمان جونپوری قوانین بازتاب و شکست نور بر اساس رابطهٔ اسنل[1] که در اواخر قرن هفدهم توسّط ستاره‌شناس هلندی ویلبرورد اسنلیوس[2] کشف شد، مدوّن گردیده بود (Wolf, 14-20)، ولی جونپوری هیچ اشاره‌ای به این رابطه و استفاده از آن نمی‌کند. در حالی که میان دانشمندان اسلامی پیش از جونپوری رابطه میان دو محیط در شکست نور با جیب (سینوس) زوایای شعاعی و انعطافی بسیار مطرح بود و گفته می‌شود که ابن سهل[3] اوّلین دانشمندی بود که پی به رابطهٔ جیب در نسبت زوایای تابش و شکست برد (راشد، ۳۴ـ۲۵). او توانست بر اساس این رابطه و انحراف نور توسّط

---

1. $\frac{\text{Sin(i)}}{\text{Sin(r')}} = \frac{۱}{\text{n}}$.

2. Willebrord Snellius (1580-1626).

۳. ۳۵۹ ق م.

عدسی، روش کانونی کردن نور را در دربار بغداد در سال ۹۸۴/۳۷۳ میلادی نشان دهد (Rashed, 464-491).

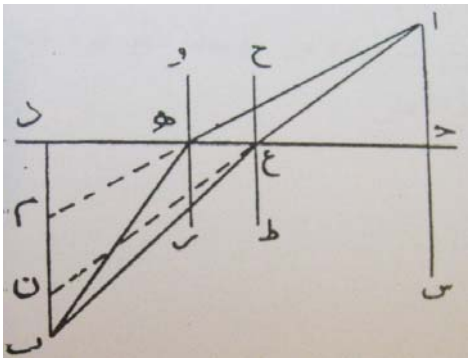
۲ـ خواجه نصیرالدین طوسی در *تحریرالمناظر اقلیدس* توضیح کمی در باره اصول موضوعهٔ اقلیدس داده و بیشتر به شرح قضایای هندسی نورشناسی اقلیدسی پرداخته است. از آنجا که جونپوری خود نیز در شرح قضایا بر اساس نموداری که نشان داده شد، بیشتر تحت تأثیر شرح خواجه بر *مناظر اقلیدس* است، اصول موضوعهٔ او نیز بسیار کوتاه و ابتدایی است و اشتباهات بسیاری دارد. با تردید می‌توان گفت که ممکن است عدم دسترسی جونپوری به منابع دیگر نورشناسی، موجب آن شده است که خود همان‌گونه که می‌گوید بر اساس تجربه و استقرا، اصول موضوعه‌اش را بیان کرده باشد.

۳ـ اصول موضوعه بطلمیوس و ابن هیثم که قرن‌ها پیش از جونپوری وضع شده بود، بسیار دقیق‌تر و مبتنی بر نگاهی تجربی در حالات مختلف از طبیعت بود، در حالی که جونپوری همچون اقلیدس و خواجهٔ طوسی به همان رویکرد هندسی اکتفا کرده است. با وجود آن‌که جونپوری می‌گوید که اصول موضوعه خود را بر اساس استقرا و تجربه کسب کرده است، او هیچ اشاره‌ای به نمونه‌ها نکرده و مثال‌های عینی برای اصول خود نیاورده است.

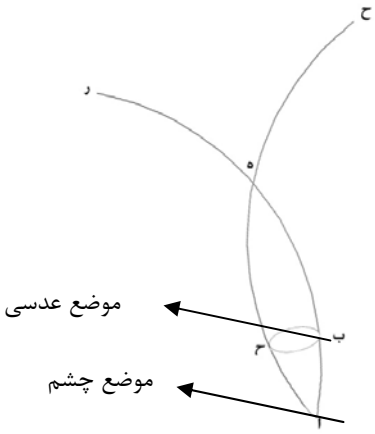
۴ـ در بحث عدسی‌ها، جونپوری، موضوع انحنای نور و قوسی شدن پرتو بصری را در برخورد با عدسی مطرح می‌کند که پس از قرن‌ها کشف مستقیم‌الخط بودن پرتو نور در فیزیک کلاسیک بر اساس آزمایش اتاق تاریک، این اظهار نظر بسیار عجیب به نظر می‌آید. اصطلاح انعطاف را اوّلین بار ابن هیثم برای زاویهٔ انحراف در شکست نامیده است که منظور او همان انحراف از مسیر اصلی بود. امّا ظاهراً جونپوری اصطلاح انعطاف را همان خمیدگی گرفته است و در شکست نور در عدسی‌ها، شعاع‌های بصری را قوسی نشان می‌دهد.

۵ـ ابن هیثم در فصل ششم جلد هفتم *المناظر* در باب انعطاف نور در عدسی محدّب شکل‌های مختلفی را رسم کرده است (ابن هیثم، ۶۶۵ـ۶۵۸) که با مقایسهٔ آن نسبت به شکل‌های نورشناسی جدید، مشخّص می‌شود که او کاملاً درست تصویرسازی کرده بود. درحالی که جونپوری با ترسیم شکل‌هایی بسیار ابتدایی و اشتباه از قوسی شدن پرتوهای بصری هنگام برخورد با عدسی، مراحل ایجاد تصویر در فاصله‌های مختلف از عدسی‌ها و آینه‌های کروی را ناقص بیان می‌کند. جونپوری تنها مراحلی را که تصویر مجازی در آینه یا عدسی به وجود می‌آید، توضیح داده است و هیچ اشاره‌ای به تصاویر

حقیقی بر روی پرده در برخی فواصل شیئ نمی‌کند. شاید دلیل این امر نیز تکیهٔ صرف جونپوری بر مشاهدات خود بوده است که فقط آنگاه که تصویر را در آینه و عدسی مشاهده کرده، آن حالت را مرقوم نموده است و اطلاعی از آن نداشته که در برخی فواصل، تصویری حقیقی و غیرمجازی نیز ایجاد می‌شود.



شکل شماره ۹ـ نحوهٔ ایجاد تصویر در ترکیب دو عدسی محدّب، برگرفته از فصل هفتم *المناظر ابن هیثم* (ابن هیثم: ۶۵۰).



شکل شماره ۱۰ـ نحوهٔ ایجاد تصویر در عدسی محدّب، برگرفته از کتاب *جامع بهادرخانی* (جونپوری، ۱۶۵).

نتیجه

جامع بهادرخانی در باب نورشناسی، با وجود تمام پیشرفت‌های حاصل شده در این علم و اثبات حقّانیّت انطباعی‌ها توسّط کپلر و دکارت و نیوتن، همچنان به کاملاً تحت تأثیر مکتب پرتورؤیت هندسی بوده و از اصول اوّلیّهٔ نورشناسی اقلیدس فراتر نرفته است. به فرض که تصور شود شبه قارهٔ هند در قرن سیزدهم/ نوزدهم به دنبال نجات پدیده‌ها و پایبندی به سنّت علمی کهن خود بوده است، باز هم مشاهده می‌شود که یافته‌های

جونپوری در این کتاب نسبت به یافته‌های پیشینیان او همچون ابن هیثم و ابن سینا و ابن سهل و کمال‌الدین فارسی و حتّی مبانی فلسفی خواجه نصیر طوسی در شناخت ماهیّت نور، بسیار ابتدایی و ناقص است. این گمان که جونپوری به متون مختلف در زمینه نورشناسی دسترسی نداشته است نیز با توجه به اشاره‌های او به بزرگان نورشناسی جدید، همچون نیوتن از سویی و دیگر منابع نورشناسی قدیم و شرح‌های مختلف *المناظر*، پذیرفتنی نیست. شبه قارهٔ در قرن سیزدهم/نوزدهم، حدود یکصد سال، سلطهٔ استعمار بریتانیای کبیر را تجربه کرده بود و مدارس و مراکز علمی متعدّدی به توسّط اروپایی‌ها در هند تأسیس شده بود. در نهایت شاید بتوان این‌گونه نتیجه گرفت که شبه قارهٔ قرن سیزدهم/نوزدهم، در ابتدای رشد و شکوفایی علمی و گذار از سنّت‌های علمی خود به دستاوردهای مدرنیته بود و بزرگان علمی چون غلامحسین جونپوری، به‌رغم ارتباط با دستاوردهای دنیای مدرن، از درک فلسفی و تجربی نظریّه‌های علمی عاجز بودند. همان‌گونه که نظریّه‌های نورشناسی انطباعی‌ها چون بطلمیوس و ابن هیثم، تا قرون متمادّی در تمام قسمت‌های جهان اسلام و حتّی اروپای قرون وسطی نادیده گرفته شد، شبه قاره هند نیز دچار چنین غفلتی شده بود.

منابع

ابن هیثم، ***المناظر***، ترکیه: نسخهٔ کتابخانهٔ ایاصوفیا، به شماره ۲۴۴۸، زبان نسخه: عربی، تقدیم شده به سلطان محمّد ابن السلطان مرادخان (متولد۸۰۳ هق ـ متوفی ۹۸۹هق.)، تاریخ نسخه: ۸۶۹ هق.

بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی، *خلاصهٔ زندگینامهٔ علمی دانشمندان*،گروهی از مترجمان، ویرایش فریبرز مجیدی، تهران: شرکت انتشارات علمی فرهنگی، چاپ دوم، ۱۳۸۳هـ.ش.

جونپوری، غلامحسین، ***جامع بهادرخانی***، کلکته، ۱۸۳۵م، تجدید چاپ در تهران: معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی ـ دفتر گسترش تولید علم، ۱۳۸۶هـ.ش.

خیابانی تبریزی، میرزا محمّد علی مدرّس، ***ریحانهٔ الادب فی تراجم المعروفین بالکنیهٔ او اللقب***، تهران: خیام، ۱۳۶۹هـ.ش.

راشد، رشدی، «از هندسه دید تا ریاضیات پدیده های نوری»، ترجمه محمدهادی شفیعیها. ***مجلّهٔ میراث جاویدان وقف***، *صص*: ۳۴ـ۲۵، سال چهارم، شماره ۳، ۱۳۷۵هـ.ش.

فارسی، کمال الدین، ***تنقیح المناظر***، حیدرآباد دکن، نسخهٔ موجود در تالار نسخ نفیس کتابخانهٔ مرکزی دانشگاه تهران، تاریخ نسخه ۱۹۵۴م.

کِندی، ادوارد استوارت، ***پژوهشی در زیج‌های دورهٔ اسلامی***، ترجمهٔ محمّد باقری، تهران: علمی، فرهنگی، ۱۳۷۴هش.

لیندبرگ، دیوید سی، ***سرآغازهای علم در غرب***، ترجمهٔ فریدون بدره‌ای، تهران: انتشارات علمی فرهنگی، ۱۳۷۷هش.

معصومی همدانی، حسین، «حرف تازه ابن هیثم»، تهران: ***مجلهٔ نشر دانش***، مهر و آبان، شمارهٔ ۱۸، صص: ۵۸ـ۴۷، ۱۳۶۲هش.

همو ، «کندی، ابن سینا و مبانی علم مناظر»، ***جشن‌نامهٔ استاد دکتر محمد خوانساری***، ویراستار حسن حبیبی، تهران: ۱۳۸۴هش.

نظیف بک، مصطفی، ***الحسن بن الهیثم بحوثه و کشوفه البصریّة***، مصر: چاپخانه الاعتماد مصر، ۱۹۴۳م.

Ansari, S. M. Razaullah & Sarma, S. R, "Ghulām Husain Jaunpurī's Encyclopaedia of Mathematics and Astronomy", ***Studies in History of Med. & Science***, Vol. 16, No.1–2, New Series, pp.77–93, 1999/2000.

Descartes, Rene, "The Passions of the Souls", *English translation in* ***CSM***, vol. I, 1649.

Kepler, Johannes, Paralipomènes à Vitellion, Vrin: trad. C. ***Chevalley, chapitre*** V, 1604.

Lejeune, Albert, "Recherches sur la catoptrique grecque d'après les sources antiques et médiévales", ***Academie Royale de Belgique Memoires***. Classe des lettres, 2d serie, Vol.52 , fase. 2, Pp. 152-166,1957-58.

Lindberg, David. C, ***Theories of Vision from al-Kindi to Kepler***, Chicago: University of Chicago Press, 1976.

Idem, "The Genesis of Kepler's Theory of Light: Light Metaphysics from Plotinus to Kepler". ***Osiris***. 2nd Series, Vol.2, 1986.

Rashed, Roshdi, "A pioneer in anaclastics: Ibn Sahl on burning mirrors and lenses". ***Isis***. 81, Pp. 464–491. doi:10.1086/355456,1990.

Ronchi, Vasco, ***Histoire de la lumière***, traduit de litalien par Juliette TATON, Paris: Armand Colin, pp. 14-16, 1956.

Shapiro, Alan, E, "The Evolving Structure of Newton's Theory of White Light and Color". ***Isis***. Vol. 71, No. 2, Pp. 211- 235, Jun, 1980.

Smith, A. M, ***Descartes's Theory of Light and Refraction: A Discourse on Method***, American Philosophical Society, 1987.

Wolf, K. B, "Geometry and dynamics in refracting systems", ***European Journal of Physics*** 16, Pp. 14–20, 1995.