

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

پژوهشکده غرب شناسی و علم پژوهی

رساله دکتری رشته تاریخ علم دوره اسلامی

بررسی تطبیقی نظرات دانشمندان علم اپتیک از بطلمیوس تا کمال الدین فارسی (م. ۷۱۸ ق / ۱۳۱۹م) ، در چگونگی ابصار، مکان تصاویر دیده شده، خطاهای دید و علل آنها در رؤیت از طریق بازتاب؛ به همراه تصحیح، ترجمه و شرح فصول چهار، پنج و شش کتاب *تنقیح المناظر* نوشته کمال الدین فارسی

استاد راهنما

دکتر حسین معصومی همدانی

استاد مشاور

دکتر غلامرضا جمشید نژاد اول

پژوهشگر

سهیلا پازری

خرداد ماه ۱۳۹۴



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
مدیریت تحصیلات تکمیلی

باسمه تعالی

هیأت داوران در جلسه مورخ ۱۳۹۴/۳/۱۲

رساله‌ی تحصیلی خانم سهیلا پازری دانشجوی مقطع دکتری رشته‌ی تاریخ علم دوره اسلامی

تحت عنوان:

بررسی تطبیقی نظرات دانشمندان علم ایبکنه، از بطلمیوس تا کمال الدین فارسی (در چگونگی ابعاد، مکان تصاویر دیده شده، خطاهای دید و علل آنها در بینایی از طریق انعکاس به همراه تصحیح، ترجمه و شرح فصول چهار، پنج و شش کتاب تنقیح المناظر نوشته کمال الدین فارسی (م. ۷۱۸ ق. ۱۳۱۶ م))
را بررسی کردند و رساله با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱. استاد راهنمای رساله، جناب آقای دکتر حسین معصومی همدانی با مرتبه علمی استادیار
امضا
۲. استاد مشاور رساله، جناب آقای دکتر غلامرضا جمشید نژاد اول با مرتبه علمی استادیار
امضا
۳. استاد داور داخلی، جناب آقای دکتر علیرضا منصوری با مرتبه علمی استادیار
امضا
۴. استاد داور داخلی، جناب آقای دکتر عبدالرسول عمادی
امضا
۵. استاد داور مدعو، جناب آقای دکتر شاپور اعتماد با مرتبه علمی دانشیار
امضا

امضای رئیس پژوهشکده

امضای مدیر گروه

امضای نماینده مدیریت تحصیلات تکمیلی

پاسکزاری

پاس خداوندی را که طلب علم و دانش را در ذات انسان به ودیعه نهاد...

و بالتقدیر و شکر از اساتید بزرگوار:

جناب آقای دکتر حسین معصومی همدانی که بدون حضور و راهنماییهای ایشان این پیمان نامه سرانجامی نداشت،

جناب آقای دکتر غلامرضا جمشید نژاد اول که تذکرات ارزشمندشان همواره را هکشا بود،

و پاس ویژه از اساتید محترم داور:

جناب آقای دکتر شاپور اعتماد

جناب آقای دکتر علیرضا منصور

و جناب آقای دکتر عبدالرسول عمادی

برباد پدرم

چکیده

سابقه علم اپتیک به فیلسوفان یونانی دوران باستان (6-7 ق.م) باز می گردد. این فیلسوفان با توجه به مبانی فلسفی متفاوت نظرات مختلفی در حوزه رویت داشتند. کتاب اپتیک اقلیدس، در سده سوم پیش از میلاد، اولین اثر موجود در اپتیک است که با روش اصل موضوعی تألیف شده و مسائل این حوزه را از دیدگاهی هندسی مورد بررسی قرار می دهد. بطلمیوس نیز در سده دوم بعد از میلاد کتاب مهمی در علم اپتیک تألیف می نماید که در کنار استدلال های هندسی جنبه های فیزیکی را نیز مورد توجه قرار می دهد. اما تحول اساسی در این علم، و پیدایش علم نورشناسی به معنای واقعی آن، با تألیف کتاب المناظر به وسیله ابن هیثم، در سده چهارم هجری قمری، صورت می گیرد. در این کتاب، به ویژه در مقالات چهار و پنج آن، عملکرد نور در پدیده بازتاب مستقل از حوزه رویت، با انجام آزمایش هایی مورد بررسی قرار می گیرد. کمال الدین فارسی در سده هشتم قمری این کتاب را مورد بررسی دقیق قرار می دهد، مطالب آن را دسته بندی نموده؛ مباحثی را مورد نقد قرار داده؛ و در بعضی از موارد مطالب جدیدی به آن می افزاید و کتاب تنقیح المناظر لنوری الأیصار و البصائر را که دومین کتاب مهم در حوزه نورشناسی دوره اسلامی است، تألیف می نماید. تألیف کتاب تنقیح المناظر موجب رونق کتاب المناظر در شرق اسلامی می گردد.

رساله حاضر شامل مقدمه، تصحیح و ترجمه و شرح مقالات چهار و پنج کتاب تنقیح المناظر است، که از دیدگاهی هندسی و تجربی به پدیده بازتاب نور و رویت در آینه ها می پردازد.

کلید واژه ها: ابن هیثم، کمال الدین فارسی، تنقیح المناظر، پدیده بازتاب نور، رویت در آینه ها.

فهرست

پیشگفتار.....	۴
مقدمه.....	۷
۱. بطلمیوس و کتاب المناظر.....	۷
۱.۱. رؤیت از طریق بازتاب در المناظر بطلمیوس.....	۱۴
۲.۱. قانون برابری زوایا قبل از بطلمیوس.....	۱۴
۳.۱. قانون برابری زوایا در المناظر بطلمیوس.....	۱۹
۱.۳.۱. آزمایش.....	۱۹
۴.۱. چند بازتابی و چند تصویری در آینه‌ها آینه‌های مقعر.....	۲۳
۵.۱. تأیید سایر قوانین بازتاب و تعیین مکان تصویر در آینه‌ها.....	۲۵
۲. این‌هیثم و کتاب المناظر.....	۳۰
۱،۲. تحلیل پدیده بازتاب در کتاب المناظر این‌هیثم.....	۳۳
۱،۱،۲. آزمایش قانون برابری زوایا.....	۳۳
۲،۲. علت بازتاب نور.....	۴۲
۳. کمال‌الدین فارسی و کتاب تنقیح المناظر.....	۵۱
۱،۳. نگاهی کوتاه به زندگی و آثار کمال‌الدین فارسی.....	۵۱
۲،۳. کتاب تنقیح المناظر لدوی الأَبصار و البصائر.....	۵۴
۳،۳. بررسی برخی از ویژگی‌های روش کمال‌الدین فارسی در تنقیح کتاب المناظر.....	۶۲
۴،۳. تاثیر کتاب تنقیح المناظر در کتاب‌های نورشناسی پس از آن.....	۶۸
۵،۳. نسخ و تصحیح.....	۷۰
۱،۵،۳. نسخ موجود تنقیح المناظر.....	۷۰

متن عربى

المقالة الرابعة

- الفصل الاول: صدرالمقالة.....٧٧
- الفصل الثانى: فى أنّ صورالمبصرات تنعكس عن الأجسام المصقيلة.....٧٨
- الفصل الثالث: فى كيفية انعكاس الضوء عن الأجسام المصقيلة.....٨٤
- الفصل الرابع: فى أنّ ما يدركه البصر فى الأجسام المصقيلة هو إدراك بالانعكاس.....١٢١
- الفصل الخامس: فى كيفية إدراك البصر للمبصرات بالانعكاس.....١٢٤

المقالة الخامسة

- الفصل الاول: صدرالمقالة.....١٤٦
- الفصل الثانى: القول فى الخيال.....١٤٦
- المبحث الأول : فى موضعه.....١٤٦
- المبحث الثانى : فى لميئته.....١٥٩
- المبحث الثالث : فى تفصيل مواضع الخيالات من كل من المرايا السبع مجملاً
- وفى المرآة المسطحة مفصلاً.....١٦٢
- المبحث الرابع : فى خيالات المرآة الكريئة المحدبة و ما يتعلّق بها.....١٧٠

المبحث الخامس : فى خيالات المرأة الأسطوانية المحدبة القائمة.....	٢٣٠
المبحث السادس : فى خيالات المرأة المخروطية المحدبة القائمة	٢٤٣
المبحث السابع : فى خيالات المرأة الكريئة المقعرة.....	٢٥٦
المبحث الثامن : فى خيالات المرأة الأسطوانية المقعرة	٣٣٥
المبحث التاسع : فى خيالات المرأة المخروطية المقعرة.....	٣٤٩

ترجمه فارسى

ترجمه مقاله چهار

فصل اول : آغاز مقاله.....	٣٤٥
فصل دوم : در بيان اينكه صور ديدنى ها از اجسام صيقلى بازتاب مى كنند.....	٣٤٥
فصل سوم : در بارهٔ چگونگى انعكاس صور از اجسام صيقلى.....	٣٧٠
فصل چهارم : در بارهٔ اينكه آنچه چشم از اجسام صيقلى درك مى كند	
ادراك از طريق بازتاب است.....	٤٠٧
فصل پنجم : در بارهٔ چگونگى ادراك ديدنى ها توسط چشم از طريق بازتاب.....	٤٠٩
يادداشت هاى.....	٤٣٥

ترجمه مقاله پنج

فصل اول : آغاز مقاله.....	٤٤٨
فصل دوم : گفتارى در بارهٔ تصوير.....	٤٤٨
مبحث اول : در بارهٔ مكان تصوير.....	٤٤٨
مبحث دوم : در بارهٔ علت آن	٤٥٧
مبحث سوم : در شرح مختصرمكان تصاوير در هر يك از آينه ها آينه هاى هفت گانه	
و شرح مفصل آن در آينه مسطح.....	٤٦٠

مبحث چهارم : در بارهٔ خیالات آینه کروی محدب و آنچه مربوط به آن است.....۴۶۶

مبحث پنجم : در بارهٔ خیالات آینه استوانه ای محدب قائم.....۵۱۵

مبحث ششم : در بارهٔ تصاویر آینه مخروطی محدب قائم.....۵۲۷

مبحث هفتم : در بارهٔ تصاویر آینه کروی مقعر.....۵۳۸

مبحث هشتم : در بارهٔ تصاویر آینه استوانه ای مقعر.....۵۹۴

مبحث نهم : در بارهٔ تصاویر آینه مخروطی مقعر.....۶۰۳

یادداشت ها.....۶۱۳

کتابنامه.....۶۲۹

پیشگفتار

تألیف کتاب *المناظر* در نیمه اول قرن پنجم هجری، به وسیله ابن هیثم، نقطه آغازین تحولات بعدی در علم مناظر شد. این کتاب پس از تألیف، دو سرنوشت متفاوت در شرق اسلامی و غرب لاتینی دارد. از کل کتاب‌های منسوب به ابن هیثم تنها ۶۰ اثر به زبان عربی باقی مانده است. از بین آن ۶۰ اثر نیز، تنها سه اثر به زبان لاتین موجودند، که تأثیرگذارترین و مهم‌ترین آن‌ها کتاب *المناظر* است. تاریخ ترجمه *المناظر* از زبان عربی به لاتین را معمولاً اواخر قرن دوازدهم، و ترجمه آن را به جرارد سرمونایی نسبت می‌دهند، اما شواهد چندی، از جمله عدم ذکر این کتاب در فهرست ترجمه‌های جرارد سرمونایی، و عدم وجود نشانه‌ای حاکی از استفاده از این کتاب تا قبل از ۱۲۲۰م، موجب تردید در صحت این انتساب و تاریخ ترجمه آن شده است. اولین توجه جدی به *المناظر* ابن هیثم مربوط به اواخر ۱۲۶۰م، و در آثار اپتیکی راجر بیکن (c. 1265)، ویتلو (c. 1275)، و جان پچام (c. 1280) است. فردریک ریسنر نیز ترجمه لاتینی آن را به همراه اثری متعلق به ویتلو در نورشناسی و مقاله‌ای به اشتباه منسوب به ابن هیثم به نام " الفجر و الشفق " در کتابی به نام *ذخیره بصریات*، در سال ۱۵۷۲م، در بازل به چاپ می‌رساند. از بیست و دو نسخه خطی موجود *المناظر* لاتینی، تعداد هجده نسخه مربوط به قرون سیزده و چهارده میلادی است. بعد از این دوره تا چاپ *المناظر* توسط ریسنر، یک دوره فترت وجود دارد که می‌تواند ناشی از انتشار موازی آثار اقتباسی مختلف مانند *علم مناظر عمومی* جان پچام باشد. اما انتشار گسترده *المناظر* پس از چاپ ریسنر است. چاپ این اثر و تغییراتی که ریسنر از نظر ساختار ارائه مطالب و اضافه نمودن توضیحات و موارد دیگر، جهت روشن نمودن و بهبود متن در آن ایجاد می‌نماید، موجب قابل استفاده‌تر شدن و در نتیجه گسترش بیشتر آن می‌شود.

اما کتاب *المناظر* در شرق اسلامی سرنوشت دیگری پیدا می‌کند. پس از تألیف این کتاب تا حدود سه قرن بعد، غیر از اشاراتی که امام فخر رازی، (ف ۱۲۰۹ م / ۶۰۶ ق)، در *تفسیر کبیر و جامع‌العلوم* به *المناظر* دارد، هیچ توجه جدی به آن

معطوف نشده، و تقریباً فراموش شده است. در حال حاضر فقط پنج نسخه خطی به زبان عربی از این کتاب وجود دارد که در کتابخانه‌های استانبول نگهداری می‌شود. قدیمی‌ترین نسخه در سال ۴۷۶ ق / ۱۰۸۴ و ۱۰۸۳ م یعنی چهل و سه سال بعد از فوت ابن هیثم و در بصره استنساخ شده است، چهار نسخه دیگر مربوط به سال‌های ۳۶۶ق/۱۲۳۹ م ، ۸۶۹ق/۱۴۶۵-۱۴۶۴ م ، ۹۱۵ق/۱۵۰۹ م ، و نسخه پنجم بدون تاریخ است. از بین این نسخ تنها نسخه ی مورخ ۸۶۹ق کامل است و بقیه ناقص هستند. نخستین توجه جدی به *المناظر* چنانکه گفته شد حدود سه قرن بعد از تألیف آن، یعنی اوائل قرن هشتم، به‌وسیله کمال‌الدین فارسی و با نوشتن کتاب *تنقیح المناظر لذوی الأبصار و البصائر* صورت می‌گیرد. فارسی، ضمن حفظ ساختار اصلی کتاب *المناظر*، بدون حذف نکات مفید آن، مباحث کتاب را خلاصه می‌نماید، و بر اساس نیاز متن، به تکمیل، تشریح، رسم تصویر، و نقد مطالب آن می‌پردازد. از کتاب *تنقیح المناظر* حدود بیست و شش نسخه خطی در سراسر جهان، به ویژه در ایران، وجود دارد. از این تعداد، برحسب اطلاعات موجود، حدود ده نسخه خطی تنها در کتابخانه‌های ایران است، در حالی که حتی یک نسخه خطی از *المناظر* در ایران یافت نمی‌شود. این مسئله می‌تواند نشان دهنده رونق بیشتر *تنقیح المناظر* و حتی جایگزینی آن با *المناظر* در ایران باشد. از بیست و شش نسخه ای که در بالا به آن‌ها اشاره شد، دو نسخه مربوط به قرن هشتم ق، دو نسخه قرن نهم، یک نسخه قرن دهم، دوازده نسخه قرن یازدهم، سه نسخه مربوط به قرن دوازدهم و بقیه بدون تاریخ هستند. نکته جالبی که در این مقایسه وجود دارد این است که بالاترین میزان تعداد نسخ مربوط به ۱۱ق/۱۷م است. یعنی درست در زمانی که با ساخت تلسکوپ در غرب لاتینی اشتیاق زیادی به مسائل نورشناسی پدید آمد، در شرق اسلامی، به ویژه در ایران، نیز به دلایل نامعلومی گرایش به نور شناسی و استفاده از نسخ مربوطه افزایش یافت. اما بعد از آن مقطع زمانی، علم نور شناسی در دو سوی عالم مسیری متفاوت را طی نمود.

کتاب *تنقیح المناظر* بر اساس همان ساختار کتاب *المناظر* تألیف شده است. سه مقاله اول کتاب *المناظر* در باره رؤیت مستقیم است. در این مقالات ابن هیثم نشان می‌دهد که در شرایط مناسب، مانند نور کافی، سلامت چشم و محیط شفاف، سیستم بینایی درک درستی از واقعیت خارجی خواهد داشت، یعنی ما اشیاء را همان طور که خود را در جهان فیزیکی به ما می‌نمایند خواهیم دید. و این مسئله تنها در صورتی امکان پذیر است که بین شیء و چشم ارتباط مستقیم و بدون شکستی برقرار باشد، و اگر در شرایطی این خطوط ارتباطی شکسته شوند، هر چقدر هم شرایط رؤیت مناسب باشد، چشم دیگر تصویر درستی از جهان فیزیکی نخواهد داشت. اگر این خطوط ارتباطی کاملاً شکسته شوند، با پدیده بازتاب در سطوح

صیقلی روبرو هستیم، و اگر بطور جزئی شکسته شوند، با پدیده شکست در محیط های شفاف روبرو خواهیم بود. هر دو پدیده در بینایی خطا ایجاد می کنند، که کمترین اثر آن جابجایی و بیشترین اثر آن تغییر شکل، اندازه و فاصله در ظاهر اشیایی است که می بینیم. سه مقاله از هفت مقاله کتاب *المناظر ابن هیثم*، یعنی مقالات ۴-۶، به بحث در باره چگونگی بازتاب از سطوح صیقلی و بررسی مکان تصاویر، تشکیل تصاویر و تغییر آن ها، و یا به عبارت دیگر خطای دید، در آینه ها اختصاص دارد. ابن هیثم در مقالات ۵ و ۴ اصول اساسی بازتاب را با انجام آزمایش اثبات می کند، و با بهره گیری از آن ها و ارائه برهان های هندسی، به تعیین دقیق مکان تصاویر و نقاط بازتاب در آینه های مختلف می پردازد. در مقاله ۶ نیز به این مطلب پرداخته می شود که این اصول چگونه می توانند در مسئله خطای بصری در آینه های مسطح، محدب و مقعر کاربرد داشته باشند. مقاله هفتم کتاب نیز در بررسی پدیده شکست است.

اما ویژگی مهم کتاب *المناظر* که آن را از آثار قبلی تألیف شده در علم مناظر متمایز می سازد، پرداختن به نور به عنوان یک عامل موثر و مستقیم در بینایی، و موضوعی مستقل در بررسی ها و آزمایش های مربوطه و نتایج حاصل از آنهاست. این مسئله موجب شده است که آزمایش های مطرح شده در این کتاب به ویژه آزمایش های مربوط به پدیده بازتاب و شکست، آزمایش هایی در بررسی رفتار نور باشند. کمال الدین فارسی نیز در *تنقیح المناظر* در نظراتی که در تکمیل یا نقد *المناظر* دارد همین شیوه را دنبال می نماید، که نقطه اوج آن بررسی رفتار نور در گذر از کره شیشه ای مملو از آب در اتاق تاریک و ارائه نخستین تبیین درست از پدیده رنگین کمان است. هدف اصلی این پایان نامه نیز، در بررسی پدیده بازتاب و مسئله رؤیت در اجسام صیقلی، تا حد امکان برجسته نمودن همین ویژگی مهم است.

در انتها بر خود لازم می دانم که از کلیه کسانی که در سرانجام یافتن این پایان نامه نقش داشتند، به ویژه مسئولین محترم کتابخانه های مدرسه مروی، مدرسه عالی شهید مطهری (سپهسالار)، ملک، مجلس شورای اسلامی، و همین طور جناب آقای عادل نور، صاحب مجموعه نسخ خطی و مینیاتورهای اسلامی عادل نور در سوئد، که تصویر نسخه اصلی کتاب *تنقیح المناظر* را جهت انجام پایان نامه در اختیار اینجانب قرار دادند، تقدیر و تشکر نمایم.

مقدمه

سابقه علم اپتیک^۱ به فلاسفه یونان قدیم باز می‌گردد. این فلاسفه ضمن پرداختن به ماهیت علم بطور عام، به مسأله ادراک از طریق حواس نیز می‌پرداختند. از بین حواس نیز حس بینایی، از نظر نقشی که در حصول علم داشت، از اهمیت زیادی برخوردار بود، و آن‌ها بر اساس گرایش فلسفی خاصی که داشتند نظریه‌های مختلفی را در باب رؤیت بیان می‌کردند. این نظرات با وجود آنکه با هم متفاوت بودند، اما تمام آن‌ها در این مسئله اشتراک داشتند که بدون وجود ارتباط فیزیکی بین چشم و شیء مرئی، رؤیت حاصل نمی‌شود. و آنچه موجب اختلاف بین آن‌ها بود، فرضیاتی بود که در چگونگی این ارتباط فیزیکی بیان می‌داشتند. دو نظر اصلی در آن دوران وجود داشت. یک نظر معتقد به "ورود" چیزی از جسم به چشم بود،^۲ و نظر دیگر به "خروج" چیزی از چشم به سمت جسم قائل بود.^۳ اتم‌گرایان^۴ و ارسطوئیان در دسته اول جای داشتند؛ اتم‌گرایان معتقد بودند که لایه نازکی از اتم^۵، که کپی دقیقی از خود جسم است، از سطوح اشیاء به فضای اطراف آن‌ها ساطع می‌شود، و از آنجا بطور مستقیم یا غیرمستقیم به چشم وارد می‌شود؛ طرفداران نظریه ارسطو^۶ (۳۲۲-۳۸۴ ق.م.)، نیز معتقد بودند که یک محیط شفاف پیوسته که تا عضو حس کننده در چشم امتداد دارد، با حضور نور فعال

¹ -optics.

² - Intromissionist.

³ -Extramissionist.

-این گروه از اتم‌گرایان شامل لئوکیپوس (fl.c.450B.c.)، دموکریتوس (fl.c.420B.c.)، و اپیکوروس (fl.c.400B.c.) .

⁵ -simulacrum.

⁶ - Aristotle.

شده، و تاثیرات کیفی را از شیء مرئی به چشم می‌رساند.^۷ دسته دوم، یعنی نظر کسانی که به خروج چیزی از چشم قائل بودند، شامل نظرات فیثاغورثیان^۸ و رواقیان^۹ بود. طبق نظریه فیثاغورثی، رؤیت مربوط به یک نوع آتش یا سیال درونی است که از چشم خارج می‌شود تا با اشیاء خارجی برخورد کند. اشیائی که با سیال خروجی تماس پیدا می‌کنند از نظر بصری دریافت می‌گردند، یعنی چشم جهان فیزیکی را با تاباندن نور خود بر آن می‌بیند. یک نوع دیگری از نظریه خروجی در تبیین رواقیون از رؤیت دیده می‌شود. در این نظر تصور می‌شود که چشم یک صورت خاصی از روح بصری را از خود خارج می‌سازد که هوا را در سطح چشم منبسط می‌کند و آن را به یک مسیر بصری تبدیل می‌کند، و چشم در این مسیر بصری اشیاء خارجی را درک می‌کند، مانند شخص نابینایی که مسیر خود را با یک عصا تشخیص می‌دهد.^{۱۰}

آخرین نظریه نیز نظریه‌ای است که بطور کامل در هیچ‌کدام از دو دسته‌ای که ذکر شد قرار نمی‌گیرد، و توسط افلاطون^{۱۱} (۴۲۷-۳۴۷ ق.م)، در تیمائوس^{۱۲} بیان شده است. در این نظر، که ترکیبی از نظر فیثاغورثیان و اتم‌گرایان است، دو سیال وجود دارد؛ یک سیال از چشم خارج می‌شود و با روشنایی روز، که همجنس آن است، ادغام شده و یک محیط همگن را تشکیل می‌دهد که تا اشیاء مرئی امتداد پیدا می‌کند؛ سیال دوم از خود اشیاء ساطع می‌گردد، و در روی یک خط مستقیم به محیط همگن می‌پیوندد و یک جسم واحد پدید می‌آید. از طریق این جسم واحد حرکات شیء به بدن منعکس شده و با گذشتن از بدن به روح راه می‌یابد، و در آنجا احساسی ایجاد می‌کند که همان دیدن است.^{۱۳} به نظر افلاطون ذراتی در اندازه‌های مختلف بطور مداوم از اشیاء برمی‌خیزند. وقتی این ذرات با محیط همگن تماس پیدا کنند، موجب باز شدن یا جمع شدن آن می‌شوند، و از طریق همین باز شدن و جمع شدن است که نوع رنگ ادراک می‌گردد.^{۱۴}

^۸-Pythagoreans.

^۹- Stoics.

^۱ - Smith, A. Mark, *Ptolemy's Theory of Visual Perception*, The American Philosophical Society, Philadelphia 1996, p22.

^۱ - Plato.

^۱ - Timaeus.

، ترجمه محمد حسن لطفی، شرکت سهامی انتشارات خوارزمی، تهران، ص

^۱ - Smith, A. Mark, *op.cit.*, P-P 22-23.

غیر از فلاسفه، دانشمندان علم اپتیک یا مناظر^۵ نیز به بررسی فرایند رؤیت می پرداختند. مباحثی که از آن دوران در حوزه علم اپتیک و یا مناظر جای می گرفتند در کل به دو دسته تقسیم می شدند: یک گروه شامل مباحث مربوط به دید بود، و گروه دیگر رفتار پرتوهایی را که از یک منبع نورانی گسیل می شدند مورد بررسی قرار می داد. اقلیدس،^۶ (۲۸۵-۳۲۳ ق.م)، و بطلمیوس،^۷ (۱۷۰/۱۶۳-۸۵ م)، نیز که نخستین کتابهای علم مناظر متعلق به آنان است، در حوزه دید نظراتی داشتند.

نظریه رؤیت بطلمیوس، (۱۷۰/۱۶۳-۸۵ م)، به مانند اقلیدس،^۸ (۲۸۵-۳۲۳ ق.م)، بر اساس مدل پرتو بصری شکل گرفته است. در این مدل چشم سیال بصری را به صورت یک مخروط خارج می سازد، که راس آن در چشم است و مرکز بینایی را مشخص می کند، وقاعده آن هم میدان دید را مشخص می کند. این مخروط بصری، به نظر اقلیدس، می تواند مجموعه ای از پرتوهای مجزا باشد، که هر کدام از آن ها از راس مخروط منتشر می شوند.^۹ بطلمیوس انتشار فیزیکی سیال بصری را کاملا پیوسته می داند، و معتقد است که پرتو بصری یک واقعیت فیزیکی مستقل نیست، بلکه فقط یک تصور انتزاعی است. این سیال بصری با سرعت زیادی به جلو حرکت کرده و با اشیاء خارجی برخورد می کند، و آن اشیاء ادراک می گردند. حساسیت سیال بصری تغییر پذیر است. به عنوان مثال هر چه از منبع خود دورتر شود، ظرفیت آن برای احساس چیزهایی که لمس می کند کمتر می شود، و به همین دلیل اشیاء دورتر سخت تر مشاهده می شوند. و اگر این اشیاء خیلی دور باشند، سیال بصری برای رسیدن به آن ها باید بیشتر از ظرفیت خود برای احساس امتداد یابد. در چنین شرایطی این اشیاء اصلا دیده نمی شوند، چون اندازه آن ها از حداقل مقداری که برای دیده شدن ضرورت دارد کمتر است.^{۱۰}

در اپتیک هندسی یونان به مانند نجوم ریاضی آن یک پارادایم روش شناسانه خاصی حاکم بوده است که تمام پدیده های اپتیکی با استفاده از آن تبیین می شدند. مطابق این اصل یا پارادایم^{۱۱} که به آن "نجات پدیدارها"^{۱۲} می گویند، علم کاری

- optica یک واژه یونانی از ریشه ops به معنای چشم است. بنابراین علم اپتیک در آن زمان به علمی اطلاق می شد که شامل مباحثی در باره دید بود. اپتیک در زبان عربی به المناظر و در زبان لاتین به perspectiva ترجمه شد.

¹ - Euclid. 6

¹ - Ptolemy. 7

¹ - Kheirandish, Elaheh, *The Arabic Version of Euclid's Optics*, Edited and Translated with Historical Introduction and Commentary, Volume I, Springer, definitions 1 and 2, p :

¹ - Ibid, p2. 9

² - Smith, A. Mark, *op.cit.*, p23¹.

² - Smith, A. Mark, *op.cit.*, pp. 91-92.

² -Paradigm. 2

² -"saving the appearances" 3

با واقعیت پدیده‌ها ندارد بلکه پدیده‌هایی را می‌بیند و با ساختن مدل‌هایی رفتار آن‌ها را توجیه می‌کند، و یا به عبارت دیگر "پدیده‌ها را نجات می‌دهد". به نظر مارک اسمیت^۴ مطابق این رویکرد، جهان حسی عالم پدیدارها یا پنداره‌هاست که مهمترین آن‌ها پدیدارهایی هستند که یک بی‌نظمی و بی‌ترتیبی دارند. این بی‌نظمی‌ها غیر عقلانی هستند و به مفهوم افلاطونی کلمه غیر واقعی هستند، و برای اینکه صورت عقلانی به آن‌ها داده شود، یا "نجات داده شوند"، باید در قالب‌های کاملاً منظمی ریخته شوند تا واقعیت پشت آن‌ها کشف گردد. یعنی یک امر ثابت و نامتغیری در پشت این تغییرات وجود دارد که در تجربه حسی درک نمی‌گردد، و برای رسیدن به آن باید یک اصل ساده نظم بخش و بنیادی در مورد پدیده‌ها اعمال گردد. این اصل نظم بخش در اپتیک یونانی همان پرتو بصری است، که فضیلت نجات‌دهندگی آن مستقیم الخط بودن آن است که پدیده‌های بیرونی را نظم می‌دهد و واقعیت پشت آن‌ها را آشکار می‌سازد.^{۲۵}

در نظریهٔ رؤیتی که با استفاده از این اصل یعنی پرتو بصری تفسیر می‌گردد، چشم به یک نقطه کاهش پیدا می‌کند که به‌وسیله پرتوهای بصری به نقطه-اجسام متصل می‌گردد. تا زمانی که این ارتباط مستقیم ثابت بماند، جسم به شکل واقعی آن در فضای فیزیکی مشاهده می‌شود، و اگر بینایی از این حالت استاندارد خارج شود دچار بی‌نظمی می‌گردد. بازتاب و شکست دو بی‌نظمی اصلی هستند که در فرایند بینایی ایجاد می‌شوند، و هر دو زمانی به وجود می‌آیند که پرتو بصری با یک سطح تداخلی نوری برخورد می‌کند و شکسته می‌شود. اگر سطح غیر قابل نفوذ باشد پرتو کاملاً شکسته شده و باز می‌گردد و بازتاب ایجاد می‌شود، و اگر سطح قابل نفوذ باشد به مقدار جزئی شکسته شده و از مسیر خود منحرف می‌گردد، و در این صورت شکست ایجاد می‌شود. در این دو حالت جسم رؤیت شده به شکل واقعی آن در فضای فیزیکی نیست، بلکه یک تصویر جایگزین از آن دیده می‌شود. برای "نجات این پدیده" باید آن تصویر به مشابه عینی و حقیقی آن ارتباط داده شود. به عبارت دیگر زمانی این بی‌نظمی از بین می‌رود که مکان تصویر با توجه به مکان چشم و جسم کاملاً مشخص گردد. مطالب گفته شده و رابطه نظام مند بازتاب و شکست، یک ساختار تحلیلی بنیادی در سه سطح را برای مباحث اپتیک قدیم به معنای اعم معین می‌کنند؛ در سطح اول اپتیک به معنای خاص قرار می‌گیرد که همان رؤیت مستقیم است؛ سطح بعدی کاتوپتریک^۶ است، که در مورد بازتاب پرتوهای بصری و رؤیت در آینه‌ها است، و مباحث آن

² -A.Mark Smith. 4

² -- Smith, A. Mark, *op.cit.*, P19.

² - catoptrics. 6

پیچیده تر از سطح قبلی است؛ و سطح آخر که از همه پیچیده تر است، مربوط به دایوپتیک^۲ است که با پدیده های مرتبط با شکست پرتو بصری سر و کار دارد، و رؤیت از پشت محیط های شفاف را مورد بررسی قرار می دهد. غیر از مواردی که در بالا عنوان شد، و مسائل اصلی اپتیک قدیم را، آن طور که در کتاب *المناظر بطلمیوس* آمده است، تشکیل می دهند، مباحث دیگری نیز در رساله های جداگانه در رابطه با اپتیک مورد بررسی قرار می گرفتند: مانند بحث آینه های سوزان که در باره بازتاب نور است؛ مسئله شکست جوی که مربوط به نجوم است؛ و پدیده های اپتیکی مانند هاله و رنگین کمان که در رساله های آثار علوی مطرح می گردید، اما بررسی آن ها متکی به علم اپتیک بود.^{۲۸}

۱- بطلمیوس و کتاب المناظر

قدیمی ترین اثر مدونی از علم اپتیک که در دسترس ما قرار دارد، کتاب *المناظر* یا *اپتیک اقلیدس* است. ساختار این کتاب با مدل ارسطویی علم مطابقت دارد. ارسطو در کتاب *آنالوژیهای ثانی*^۳ مدلی از علم ارائه می دهد که مطابق آن هر علمی باید بر مقدماتی صادق، اولی، بی میانجی و مقدم بر نتایج مبتنی باشد. با قبول این مقدمات هر علم فقط قضایایی هستند که منطقی از این مقدمات استنباط می شوند. از بین علوم مرسوم در آن زمان، تنها علمی که با این ساختار تطابق کامل داشتند علوم ریاضی و نمونه بارز آن هندسه اقلیدسی بود. هندسه اقلیدسی آن طور که در کتاب *اصول*^۳ آمده است ساختمانی قیاسی دارد. غیر از هندسه اقلیدسی، علمی که تابع ریاضیات محسوب می شدند نیز چنین ساختاری داشتند.

اقلیدس کتاب *المناظر* را مطابق همین مدل تألیف کرده است. این کتاب ساختاری اصل موضوعی دارد یعنی در آغاز آن هفت اصل معرفی می گردند، که اولین اصل آن مربوط به خروج پرتو بصری از چشم است،^۳ و بقیه کتاب شامل پنجاه و

2 - dioptrics.

- ارسطو با وجود آنکه به " اصل نظام بخش اپتیک قدیم " یعنی پرتو بصری اعتقادی نداشت، اما در رساله آثار علوی از روش ریاضی دانان در تبیین رنگین کمان استفاده نمود. ابن سینا در شفا علت این رویکرد ارسطو را در این مسئله می داند که در تبیین ریاضی پدیده ها، فرقی نمی کند که چیزی از چشم خارج شود و از آینه به سمت دیدنی بازتاب یابد، و یا اینکه دیدنی از طریق آینه در بیننده اثر بگذارد، چون اشکال و خطوطی که هر دو حالت رسم می گردند یکسان هستند، و به احکام یکسانی نیز منتهی می شوند. بنابراین ارسطو در این مورد زیاد سخت نمی گیرد و به روشی که مشهورتر و شناخته شده تر است، عمل می نماید و از بازتاب بصر استفاده می کند.

ابن سینا، (الطبیعیات)، المعادن والآثار العلویة، تصدیر و مراجعه الدكتور ابراهیم مدکور، الهیئة المصریة العامه للكتاب، /

معصومی همدانی، حسین، « کندی، ابن سینا و مبانی علم مناظر » جشن نامه استاد دکتر محمد خوانساری به کوشش فرهنگستان زبان و ادب فارسی، زیر نظر: دکتر حسن حبیبی، چاپ اول:

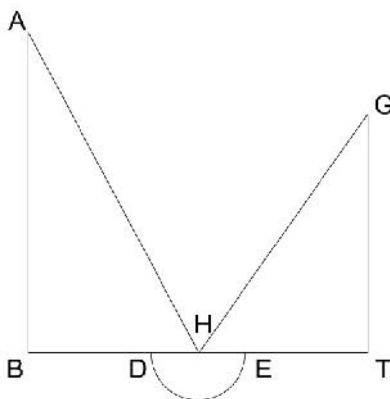
9 -Posterior Analytics.

0 - Elements.

3 - Kheirandish, Elaheh, *op.cit.*, definitions 1 and 2, p ;

هشت قضیه است که با استفاده از آن اصول اولیه اثبات می شوند. این کتاب در حوزه رؤیت مستقیم است، و به این مسأله می پردازد که چرا اجسام مرئی به آن صورتی که هستند دیده نمی شوند، و یا به عبارت دیگر به عللی می پردازد که باعث می گردند اجسام جور دیگری دیده شوند. اقلیدس این علل را با استفاده از استدلال های هندسی و با توجه به اصول پذیرفته شده^۱ اولیه بیان می کند. مباحث مربوط به شکست در این کتاب مطرح نمی گردد، و فقط در یکی از قضایای آن به پدیده بازتاب و قانون تساوی زوایا پرداخته می شود. دو قضیه نوزده و بیست /پتیک اقلیدس در باره تعیین ارتفاع یک جسم با حضور خورشید و بدون حضور خورشید است. در قضیه بیست، که در مورد تعیین ارتفاع جسم بدون حضور خورشید است، از بازتاب و قانون تساوی زوایا استفاده شده است. در قضیه اول کاتوپتیک که منسوب به اقلیدس است قانون زوایای برابر اثبات شده است، و این احتمال وجود دارد، که در صورت صحت انتساب این کتاب، اقلیدس با توجه به این اثبات از قانون تساوی زوایا استفاده نموده است. جهت آشنایی بیشتر با ساختار/پتیک اقلیدس، و همین طور به دلیل ارتباطی که این قضیه با موضوع رساله دارد، قضیه بیست /پتیک را مورد بررسی قرار می دهیم:

در شکل ۱-۱، AB جسم مورد نظر و G چشم است. آینه را در DE قرار می دهیم و آن را تا نقطه B امتداد می دهیم، شعاع بصری GH را از G خارج می سازیم، این پرتو از نقطه H بازتاب می یابد و به نقطه A می رسد. خط ET را در امتداد DE از E خارج می سازیم، و خط GT را از G بر ET عمود می کنیم. چون شعاع GH از نقطه H به A بازتاب یافته، پس زاویه GHT با زاویه AHB برابر است، و دو زاویه ABT و GTB نیز قائمه و با هم برابرند، پس زاویه سوم یعنی HGT نیز با زاویه HAB برابر است. بنابراین دو مثلث AHB و GHT متشابهند، و نسبت GT به TH با نسبت AB به BH برابر است، اما نسبت GT به TH معلوم است،



(شکل ۱-۱)

پس نسبت AB به BH نیز مشخص می‌شود، BH معلوم است پس AB نیز مشخص می‌شود.^{۳۲} نکته مهم این قضیه اتکای آن بر قانون تساوی زوایای بازتاب است، که به نظر می‌آید در آن زمان زیاد شناخته شده نبوده است.^{۳۳}

علم مناظر آنطور که اقلیدس در اپتیک عرضه می‌کند مبتنی بر این فرض فیزیکی مهم است که رؤیت نتیجه بیرون آمدن چیزی از چشم است که در امتداد مستقیم سیر می‌کند، و با رسیدن به جسم موجب ادراک آن می‌گردد،^{۳۴} یعنی داده‌های حسی آن به چشم و از آنجا به مغز منتقل می‌شود. در بین نظرانی که در آن دوران در باره رؤیت مطرح بود، تنها این نظر قابلیت آن را داشت که مدلی ریاضی از آن ارائه شود. چون تنها در این روش است که جنبه‌های فیزیولوژیکی رؤیت یعنی ساختار چشم و چگونگی تعامل بین چشم و چیزی که به چشم وارد می‌شود از فرایند ادراک حذف می‌شود، و مهم تر اینکه برای آنچه از چشم خارج می‌شود می‌تواند انتشاری مستقیم فرض شود. در این کتاب بحثی در باره نور به عنوان یک عامل موثر در رؤیت وجود ندارد، تنها در قضیه نوزدهم به طور غیر مستقیم به آن ارجاع داده می‌شود، و ارتفاع یک شیء با استفاده از نور خورشید و سایه اندازه‌گیری می‌شود.^{۳۵}

اقلیدس در حقیقت با فرض پرتوهای بصری چارچوبی برای علم اپتیک هندسی فراهم می‌سازد، و بطلمیوس نیز با توجه به همین چارچوب کتاب *المناظر* را تألیف می‌کند. این کتاب، به مانند اپتیک اقلیدس، ساختاری اصل موضوعی ندارد. در حقیقت بطلمیوس از رهیافت محدود و هندسی اقلیدس دور می‌شود، و سعی می‌کند نظریه هندسی اقلیدس را با تجزیه و تحلیل فیزیکی و روانشناسی رؤیت همراه سازد. به این ترتیب که بطلمیوس نظریه مخروط بصری اقلیدس را می‌پذیرد، اما آن را با تجزیه و تحلیلی از تشعشع صادر از چشم و چگونگی تعامل آن با اشیاء مرئی همراه می‌کند.

منابع بطلمیوس در تألیف *المناظر* به دو دسته اصلی تخصصی یا علمی و کلی یا فلسفی تقسیم می‌شوند. در بین منابع تخصصی او در مرحله اول می‌توان به کتاب *اصول* اقلیدس اشاره نمود، (c.300 B.C.)، که پایه اولیه بطلمیوس در

³² -- Kheirandish, Elaheh, *op.cit*, p-p. 58-60.

³³ - Smith, A. Mark, *From Sight to Light: the passage from ancient to modern optics*, The University of Chicago, Chicago- London 2015, p 52.

³⁴ - Kheirandish, Elaheh, *op.cit*,⁴p .

³⁵ - Kheirandish, Elaheh, *op.cit*,p56.

استدلال های هندسی کتاب *المناظر* است. منبع احتمالی بعدی " در باره کره و استوانه " ارشمیدس^۳ (c.250B.C.) و شرح گم شده هرون^۷ *بر اصول اقلیدس* است (1st century A.D.). منابع تخصصی دیگر بیشتر مربوط به علم اپتیک هستند، از قبیل *اپتیک اقلیدس* (c.300B.C.) که چارچوب کلی را برای اپتیک ریاضی بر اساس پرتو بصری فراهم می‌کند. منابع دیگر مانند *کاتوپتیک* منسوب به اقلیدس، *کاتوپتیک* متعلق به هرون اسکندرانی، 10-70 AD ، که در مقاله چهارم آن برابری زوایای تابش و بازتاب مورد بررسی قرار می‌گیرد، واثبات می‌شود که در آینه های تخت و محدب هر جفت ممکن پرتوهای تابش و بازتاب، که در دو طرف نقطه بازتاب زوایای مساوی با سطح تشکیل می‌دهند، کوتاه ترین مسیر را دارند، و *کاتوپتیک* ارشمیدس که با آن لیست منابع اپتیکی احتمالی بطلمیوس به پایان می‌رسد. گروه سوم از منابع تخصصی نیز هستند که در مورد آن‌ها اطلاعات دقیقی در دست نیست، بطور مثال مشخص نیست که بطلمیوس روش استفاده از لوله دیدگر^۸ را برای مقاصد مشاهداتی، و همین طور تکنیک استفاده از اختلافات ثانویه ثابت را، که در تحلیل های خود در شکست به کار برده، از کجا کسب کرده است.

منابع فلسفی هم احتمالاً شامل *تیمائوس افلاطون*، و آثاری از ارسطو مثل کتاب *نفس*^۹ و کتاب *مسائل*،^۴ و همین طور آثاری از رواقیون است، که نظریه ادراک بصری بطلمیوس از آنجا سرچشمه می‌گیرد.^۱ بنابراین این ممکن است اینطور تصور شود که یک چندگانگی در تبعیت از مکتب های مختلف فلسفی در بطلمیوس وجود دارد. اما وضعیت اسکندریه در زمان بطلمیوس به صورتی بود که افکار و آرای مختلف از مکاتب فلسفی گوناگون به آزادی مورد بررسی و پذیرش قرار می‌گرفت. یعنی با وجود آنکه آرا و افکار بطلمیوس و معاصرین او در داخل یک سنت و سیستم خاص قرار داشت، اما این مسئله مانع استفاده از نظرات دیگر نمی‌گردید. به عبارت دیگر مکاتب فلسفی مختلف یک زبان مشترک مفهومی و اصطلاحی را گسترش داده بودند که از مرزهای یک مکتب فلسفی خاص فراتر می‌رفت، و بطلمیوس هم به مانند بسیاری از معاصرینش با همین زبان در آثار خود سخن می‌گفت.^{۴۲}

3 - Archimedes. 6
 3 -Hera. 7
 3 - Dioptra. 8
 3 -De anima. 9
 4 - Problemata. 0
 4 - Smith, A. Mark, *Ptolemy's Theory of Visual Perception*,..., p-p 15-17.
 4 - Ibid, P18. 2

ساختار تحلیلی اپتیک قدیم به معنای اعم، که قبلا به آن اشاره شد، به خوبی در کتاب *المناظر بطلمیوس* دیده می‌شود. دو مقاله از پنج مقاله آن به بررسی اپتیک به معنای خاص یعنی رؤیت مستقیم اختصاص داشته است. متنی از *المناظر* که در حال حاضر در دسترس ما قرار دارد فاقد مقاله اول است، اما از مطالبی که بطلمیوس در آغاز مقاله دوم در باره آن می‌آورد، مقاله اول به بحث در باره ماهیت سیال بصری و نور از دیدگاهی فیزیکی اختصاص داشته است.^{۴۳} بطلمیوس به مانند افلاطون سیال بصری و نور را مشابه می‌دانست و معتقد بود که سیال بصری، نور و ماده سازنده افلاک، هر سه انواعی از یک جنس هستند. به عبارت دیگر عملکرد پرتو بصری و نور مشابه است، یعنی هر دو انتشار مستقیم دارند، و هر دو در برخورد با اجسام صیقلی بازتاب می‌کنند. در مورد پدیده شکست باید گفت که در آن زمان فقط شکست پرتوهای بصری شناخته شده بود، و در مورد شکست نور صحبتی نمی‌شد، و این وضعیت تا قرن چهارم هجری ادامه داشت.

ابو سعد علاء بن سهل، ریاضی دان قرن چهارم هجری، با بهره‌گیری از اطلاعات و نظرات بطلمیوس درباره پدیده شکست، کتابی تحت عنوان *الحراقات* تألیف می‌نماید. او در این کتاب به تبیین هندسی رفتار نور در آینه‌ها و عدسی‌های سوزان در روند ایجاد احتراق می‌پردازد. قبل از ابن سهل و تألیف این کتاب چنانکه گفته شد پدیده شکست در مورد پرتوهای بصری و تنها در حوزه رؤیت مورد توجه بوده است، اما در این اثر برای اولین بار پدیده شکست نور در عدسی‌ها و خارج از حوزه دید مورد بررسی قرار می‌گیرد.^{۴۴} ابن سهل خود نیز چنین ادعا می‌کند که پیشینیان تنها به ایجاد احتراق از طریق بازتاب پرداخته‌اند، اما او برای اولین بار احتراق از طریق عدسی‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد.^{۴۵} نتیجه به دست آمده از این تحقیقات، یعنی تبعیت شکست نور از قوانین شکست پرتوهای بصری، تناظر بین نور و پرتو بصری را کامل تر می‌کند، اما تنها این هیثم است که این دو را یکی فرض می‌کند، و پرتوهای بصری در دیدگاه او به خطوطی تبدیل می‌گردند که فقط مسیر حرکت نور را نشان می‌دهند.

⁴ - Smith, A. Mark, *op.cit.*, p70³

- معصومی همدانی، حسین، "بطلمیوس"، تکلمه دوم، دایرة المعارف بزرگ اسلامی
- ابن سهل، علاء، "کتاب الحراقات"، الهندسه و علم المناظر ضحی، رشدی راشد، ...
- اهمیت دیگر در این است که ابن سهل برای اولین بار در این اثر به یک رابطه کمی و یک نسبت ثابت در تبیین رفتار نور در پدیده شکست در عدسی‌های سوزان دست می‌یابد. به نظر او هر نور مشخص (با طول موج ثابت) هنگام عبور از عدسی‌ها از یک رابطه و نسبت مشخص پیروی کرده و در نقطه‌ای معین در خارج از عدسی‌ها ایجاد احتراق می‌نماید (بن سهل، "کتاب الحراقات"، الهندسه و علم ضحی، رشدی راشد، مؤسسه الفرقان للتراث الاسلامی، لندن /). این رابطه همان قانونی است که در قرن هفدهم توسط دکارت عرضه می‌گردد. ابن سهل در این کتاب پدیده انکسار را در عدسی‌های تخت - کوژ و کوژ - کوژ مورد بررسی قرار می‌دهد. مباحث او شامل دو بخش است، یک بخش نظری که شامل بررسی منحنی‌ها به عنوان یک مقطع مخروطی و تبیین هندسی عملکرد نور در عدسی‌هاست و یک بخش عملی که روش مکانیکی رسم متصل منحنی‌ها را در بردارد.