



بررسی نسبت برخی از اشیاء در شناخت رنگ

کاظم استادی

کارشناس ارشد فلسفه غرب، دانشکده فلسفه، دانشگاه مفید، قم، ایران، صندوق پستی: ۳۶۱۱-۳۷۱۸۵
تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۱ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۹۵/۹/۲۰

چکیده

پدیده رنگ از جمله موضوعات و مسائلی است که سال‌های زیادی به صورت معما بین برخی فیلسوفان و دانشمندان باقی مانده است و هنوز نظریه قابل قبولی که بتواند تمام مسائل رنگ را توضیح دهد ارائه نشده است. در دوران معاصر، معرفت‌شناسی یا شناخت‌شناسی در هر موضوعی دارای اهمیت فراوانی شده است. بنابراین پرداختن به پدیده رنگ با روش شناخت‌شناسی نیز، مورد توجه فیلسوفان و دیگر دانشمندان (خصوصاً دانشمندان غربی) واقع شده است. شاید تمامی سؤالات معرفت‌شناسی را بتوان در مسأله رنگ مورد دقت و تأمل قرار داد. اما پرداختن به این سؤالات شناخت‌شناسی، نیاز به مبانی روشنی از نسبت برخی اشیاء با «رنگ» و نیز «شناخت رنگ» دارد. به نظر می‌رسد نمی‌توان بدون این بررسی نسبت‌ها، جوابگوی سؤالات شناخت‌شناسی رنگ بود. در این نوشتار به عنوان اولین گام، حداقل به پنج عنوان بسیار مهم یعنی «جسم، نور، دستگاه بینایی، مغز و ذهن» و نسبت آنها در شناخت رنگ پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رنگ، شناخت رنگ، جسم، نور، دستگاه بینایی، مغز، ذهن.

Reviews of Objects in Color Recognition

K. Ostadi

Department of Philosophy, Mofid University, P.O. BOX: 37185-3611, Qom, Iran,

Received: 10-07-2015

Accepted: 10-05-2016

Available online: 10-12-2016

Abstract

The color phenomenon is one of the subjects and matters that has remained as a secret among some of philosophers and scientists and has not been still presented an acceptable theory to explain all the questions and issues of the color. In contemporary times, the epistemology has acquired a great importance in every matters, so the philosophers and some other scientists - specially the western scientists- take the color phenomenon with the epistemological methods into account. Maybe it will be possible to contemplate and investigate all the epistemological questions about the subject of color, but investigating these kinds of epistemological questions requires the precise basis in the relation of some solids with the color and also knowing the color. It seems that it is impossible to answer the epistemological questions about color without considering those relations. This research would assert to at least five great important subjects as, "solid (body)", "light", "sight system", "brain", "mind" and their relation in knowing the color as the first step. J. Color Sci. Tech. 10(2016), 155-167. © Institute for Color Science and Technology.

Keywords: Color, Color epistemology (knowing the color), Solid, Light, Sight system, Brain, Mind.

۱- مقدمه

را به نام «رنگ» معرفی نماید.

۲- بررسی نسبت اجسام با رنگ و شناخت رنگ

یکی از مهم‌ترین مسائلی که باید نسبت به آن با رنگ، و نیز نسبت شناخت رنگ با آن مشخص گردد، «جسم» است. باید به این پرسش پاسخی روشن داده شود که آیا اگر اجسام نباشند، رنگ قابل شناخت است؟ و یا حتی پرسیده شود که آیا وجود رنگ منوط به وجود جسم است؟

جسم، در علوم مختلف، تعاریف گوناگونی را بر خود دیده است که طرح آنها در این مجال نمی‌گنجد. اما در موضوع رنگ، حداقل باید به دو نوع مفهوم از جسم، اشاره گردد. جسم فیزیکی^۲ و جسم فلسفی^۳. بنا به مفهوم رایج، یک جسم فیزیکی در جهان، گسترده است. به این معنا که فضا اشغال می‌کند. هر چند برخی نظریات در مکانیک کوانتوم و کیهان‌شناسی این عقیده را به چالش می‌کشند^۴.

درباره حقیقت جسم [۶] میان فیلسوفان نیز اختلاف نظر وجود دارد. اما غالباً عقیده دارند که؛ جسم قابل تقسیم به اجزایی است [۷-۸]. جسم فلسفی را نیز به دو نوع: جسم تعلیمی و جسم طبیعی تقسیم نموده‌اند. جسم تعلیمی جدا از جسم طبیعی نیست^۵ و این دو در واقع متحد و موجود به یک وجودند و در تحلیل عقلی میان آنها تفاوت گذاشته می‌شود [۹-۱۱]. اجمالاً مفروض است که جسم طبیعی یا به تعبیر دیگر جسم فیزیکی، حالات مختلفی دارد؛^۶ که آن را می‌توان از جهت رؤیت انسان^۷، دسته‌بندی نمود:

2- Physical body.

3- Philosophical body.

۴- در فیزیک کلاسیک یک جسم نه تنها دارای انرژی، بلکه دارای جرم است، سه بعد دارد، مسیر آن در فضا مشخص است و برای مدت مشخصی از زمان وجود دارد؛ اما در مکانیک کوانتومی و کیهان‌شناسی، نظریاتی مبتنی بر اینکه ذرات بنیادی، جسم نیستند و فقط یک نقطه بدون گستردگی در سه بعد فضا زمان هستند و یا اینکه در حداقل یک بعد در فضا، گسترده هستند.

۵- همانند اینکه آیا جسم، ذاتاً متصل است یا نه، بسیط است یا مرکب از دو جوهر، یا مرکب از جوهر و عرض است یا نه؟ و نیز اینکه؛ اجزا جسم یا همه بالفعل‌اند یا همه بالقوه، یا بعضی از اجزا بالقوه و بعضی بالفعل‌اند.

۶- امتداد جسمی اگر به طور مطلق و مبهم لحاظ شود، بدون تعیین به متناهی یا نامتناهی بودن و بدون رعایت مساحت داشتن یا نداشتن آن، جسم طبیعی خواهد بود و اگر با قید تناهی و داشتن مساحتی معین لحاظ شود، جسم تعلیمی است.

۷- تفاوت بین جسم تعلیمی و جسم طبیعی از حیث ابهام و تعیین است.

۸- جامد، مایع، گاز، پلاسما، چگال بوز-اینشتین، چگال فرمیونی.

۹- تقریباً انسان برای رؤیت اجسام، نیاز به امواج الکترومغناطیس بین ۳۸۰ تا ۷۴۰ نانومتر دارد.

ما به عنوان فاعل مطلع، وجداناً می‌دانیم که چیزی وجود دارد که مردم آن را رنگ نامیده‌اند. حتی برخی از دانشمندان مدعی هستند که انسان قادر به تشخیص ۹۰۰ میلیون رنگ می‌باشد. همچنین انسان با برخی آزمایشات تجربی که انجام داده یا خواهد داد، اجمالاً می‌داند که بود و نبود آن چه را رنگ می‌نامد، برای برخی حیوانات [۱-۲] و نیز موجودات دیگر، مورد واکنش و تمایز می‌باشد. به این معنی که از رنگ تأثیر می‌پذیرند [۳].

ولی، اکنون نمی‌دانیم رنگ چیست و نیز نمی‌دانیم که آیا درک رنگی ما از الگوی مشخص شده‌ای پیروی می‌کند یا خیر؟ بنابراین به تبع آن نمی‌توانیم بدانیم که رنگ معلول چیست؟ اما اجمالاً با توجه به دلایلی^۱ [۴] حدس می‌زنیم که آن چیزی که فعلاً از آن در عرف مردم به رنگ تعبیر و شناخته می‌شود، به واسطه نبود چند چیز، قابل درک یا دیدن برای انسان نیست.

به عبارت دیگر، انسان با آگاهی‌های تجربی که دارد، می‌تواند احتمال دهد که حداقل، چیزهایی در درک رنگ و فهم چیستی آن دخالت دارند که قابل بررسی نیز می‌باشند. یعنی ما اجمالاً می‌دانیم که برخی چیزها، نسبتی با رنگ دارند. پس ممکن است پدیده رنگ معلول یکی از اینها و یا تمام اینها باشد. آن چند چیز عبارتند از: جسم، نور، دستگاه بینایی، مغز یا ذهن.

از یک سو، احتمال اینکه رنگ معلول این اشیاء باشد متصور است و از سوی دیگر، برخی دانشمندان، رنگ را «کیفیت» می‌دانند. اگر رنگ کیفیت باشد، اکنون جای این پرسش است که آیا نباید بررسی گردد که «رنگ» کیفیت چیست؟ آیا رنگ، کیفیت اجسام است؟ یا کیفیت نور و یا کیفیت دستگاه بینایی، مغز و یا ذهن؟

چه رنگ، کیفیت باشد و چه نباشد، به نظر می‌رسد مناسب است حداقل، نسبت این اشیاء که بیان شد با رنگ و شناخت رنگ، بررسی گردد. به این معنی که بررسی و تأمل شود که؛

- وضعیت رنگ و شناخت آن، با وجود «جسم» «نور» «دستگاه بینایی» «مغز» «ذهن» و بدون آنها چگونه است؟

شاید پس از این بررسی‌ها، روشن شود که رنگ با کدام یک از این اشیاء ارتباط تنگاتنگی دارد و یا حتی ممکن است مشخص گردد که معلول رنگ، کدام یک از اشیاء است؟

هر چند که این احتمال نیز وجود دارد که ادعا شود: پدیده‌ای که ما از آن به رنگ تعبیر می‌کنیم، در هر کدام از این اشیاء، ماهیتی متفاوت دارد و می‌توان برای هر کدام آنها نامی برگزید و در ادامه، انتخاب نمود که انسان علاقمند است کدام یک از این ماهیات اشیاء

۱- به تفاوت میان «دلیل» و «علت» توجه شود: علت امری وجودی است و دلیل امری معرفتی. علت با وجود و عدم سر و کار دارد، اما دلیل با صدق و کذب.

۲-۱- اجسام غیر قابل رؤیت

اجسام آئینه: تمام اجسامی که قابلیت انعکاس نور نزدیک به ۱۰۰ درصد را دارند، قابل رؤیت با چشم غیرمسلح برای انسان نیستند^۱ همانند: برخی فلزات^۲ یا آئینه^۳ [۱۲، ۱۳] به عنوان مثال، ما هیچ‌گاه نمی‌توانیم خود یک آئینه را ببینیم^۴ [۱۴].

۲-۲- اجسام قابل رؤیت

اجسام قابل رؤیت برای تمام موجودات (دارای دستگاه بینایی): احتمال اینکه اجسامی، قابلیت دیده شدن توسط تمام جانداران یا موجودات دارای دستگاه بینایی را داشته باشند، وجود دارد؛ ولی فعلاً انسانها به شمارش تمام موجودات دارای سیستم بینایی نایل نشده‌اند.

اجسام قابل رؤیت برای برخی موجودات (دارای دستگاه

بینایی): طبق تجربیات روزمره، اکنون می‌دانیم برخی اجسام توسط عده‌ای از موجودات قابل رؤیت هستند. هر چند که ممکن است این رؤیت در تمام انواع یک نوع موجود، محقق نباشد [۱۷، ۱۸]. بنابراین این اجسام قابل رؤیت برای برخی از موجودات را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود: ۱- رؤیت همگانی و ۲- رؤیت اختصاصی.

به عنوان نمونه در بینایی حشرات، از نزدیکی ناحیه فرابنفش تا نزدیک به طول موج‌های کمی کوتاه‌تر از «نور مرئی‌کننده برای چشم مهره‌داران» گسترش یافته است [۱۹]. حتی برخی از حیوانات همانند کبوتر یا ماهی قرمز، قابلیت دید موج فرابنفش را دارند؛ البته شبکه چشم پستانداران نیز، نسبت به نور فرابنفش حساس است، اما این طول موج به علت زردی جزئی عدسی چشم که به صورت یک صافی عمل می‌کند، به شبکه نمی‌رسد. اما مثلاً افرادی که عدسی چشم آنها به علت آب مروارید تعویض شده است، می‌توانند نور نزدیک به فرابنفش را که پیش از این برای آنها قابل رؤیت نبود، احساس کنند [۲۰].

جدای از آنچه گذشت، اجسام قابل رؤیت را می‌توان (با توجه به طیف گوناگون قدرت بینایی موجودات)^{۱۰} [۲۱] نسبت به ادراک رنگ، در دودسته قرار داد: ۱- ادراک اولیه و ۲- ادراک مکرر.

می‌تواند سربازان را از دید دشمن مخفی کنند.

۸- همانند جسم پیامبر اسلام (ص) که در برخی روایات آمده است که ایشان سایه نداشتند.

۹- این مطلب از توانایی زنبور عسل در قدرت ادراکی طول موج‌های بین ۳۱۳ و ۶۵۰ نانومتر از نور سفید، آشکار گردید. این توانایی به شدت نور بستگی ندارد، بلکه مربوط به اختلاف طول موج‌ها می‌باشد؛ یعنی بینایی رنگ.

۱۰- به عنوان نمونه: شعله یک شمع در فاصله حدود پنجاه کیلومتری در یک شب تاریک و صاف توسط انسان دیده می‌شود.

اجسام شفاف: تمام اجسامی که قابلیت برگشت نور نزدیک به صفر درصد را دارند، قابل رؤیت با چشم غیرمسلح برای انسان نیستند. همانند: برخی گازها^۵ [۱۵] و برخی اجسام سیاه رنگ^۶.

اجسام منحرف‌کننده نور: تمامی اجسامی که قابلیت نوعی خاص

از انحراف نور را دارند، قابل رؤیت با چشم غیرمسلح برای انسان نیستند. همانند: پارچه نامرئی‌کننده^۷.

۱- در هنگام دیدن و رؤیت اشیاء، دو منبع نوری (دو بسامد) وجود دارد؛ که دو طول موج مختلف دارند، و از تفاضل یا تفاوت میان این دو طول موج منعکس شده به حسگرهای بدن، مغز، درکی از دیدار یک شیء پیدا می‌شود. بنابراین اگر شیئی بتواند ۱۰۰ درصد یا نزدیک به حدود ۱۰۰ درصد طول موج دریافتی خود را بدون تغییر یا با تغییر بسیار کم، برگشت نماید، مغز قادر به حس و ادراک آن نیست و آن شیء به هیچ وجه دیده نمی‌شود.

۲- در زمان هخامنشیان با صیقل دادن سنگ‌ها و فلزات، آنها را به آئینه‌هایی شفاف تبدیل می‌کردند. اما منظور ما در اینجا، فلزهایی همانند جیوه با بازگشت حدود صد درصد است، و نه هر فلزی.

۳- آئینه‌های فنی ارزان، از روکش نقره، آلومینیم بهره می‌برند و بازتاب‌های ۹۵-۹۰٪ را تا هنگامی که نور هستند، به دست می‌آورند. کاربردهایی که به بازتاب بیش تر و یا ماندگاری بیش تر نیازمندند، از روکش «تراپرقی» بهره می‌برند، که می‌تواند بازتاب‌هایی به اندازه ۹۹٫۹۹٪ را در یک بازه کوچک از طول موج‌ها بدست آورد.

۴- فرض کنید مقابل یک آئینه بزرگ ایستاده‌اید، این آئینه از هر طرف آنقدر بزرگ است که کرانه‌ها و اطراف آن در تیررس دید شما نیست، اکنون اگر به سوی این آئینه بزرگ نگاه کنید، به هیچ وجه پی به وجود آئینه نمی‌برید و هرگز نمی‌توانید خود آئینه را ببینید؛ بلکه اشیاء انعکاس یافته در آن را ملاحظه می‌نمایید.

۵- همانند: گازهای نجیب (Noble gas). این گازها، کمیاب، بی‌اثر، بی‌بو و بی‌رنگ هستند؛ که به عنصرهای «هلیوم، نئون، آرگون، کریپتون، زنون، رادون و آن اکتیوم» گفته می‌شود.

۶- به عنوان نمونه؛ اگر در فضایی که جسمی در تیررس چشم ما قرار ندارد و ما در آن فضا هیچ چیزی نمی‌بینیم، جسم کاملاً سیاهی قرار دهیم، آن جسم سیاه را نیز نخواهیم دید.

۷- این فناوری کوانتومی که توسط فردی به نام «گای کارمر» اختراع شده است، می‌تواند پرتوهای نور را به دور شیئی بپیچاند و آن را از دید مخفی نماید. شرکت کانادایی «هایپر استیلت» بر روی پارچه‌هایی کار می‌کند که

نور لفظ مشترک است و در علوم و موضوعات مختلف، معانی و تعاریف گوناگونی دارد. به عنوان مثال؛ نور در متون دینی بر مصادیق گوناگونی اطلاق شده است، این مصادیق، طیفی از موجودات را شامل می‌شود که یک طرف آن نور حسی و طرف دیگر آن ذات خداوندی قرار دارد. در میان این دو، عقل، علم، ایمان، پیامبر، امام و غیره نیز نور نامیده شده‌اند [۲۴، ۲۵]. طرح انواع انوار، در این جا نمی‌گنجد؛ اما در موضوع رنگ، حداقل به دو نوع مفهوم از نور، که احتمالاً مرتبط با آن هستند، اشاره می‌گردد. نور فیزیکی^۲ و نور عرفانی^۳.

برخی از عرفا و فلاسفه مفصلاً پیرامون نور معنوی یا عرفانی سخن گفته‌اند و حتی رساله‌هایی نیز، پیرامون رنگ و نور عرفانی موجود است [۲۶]؛ اما تعریف نور و رنگ عرفانی نیز نزد آنها مختلف است، که از ذکر آنها خودداری می‌کنیم. اما به عنوان نمونه؛ در نگاه سهروردی، از ویژگی‌های نور این است که نور، خیر محض و بدیهی و بی نیاز از تعریف است. نور حقیقت واحد است، اما دارای درجاتی است از شدت و ضعف و تقدم و تأخر^۴ [۲۷].

شخصاً امکانات بررسی و راستی‌آزمایی رنگ در عرفان و نور عرفانی را ندارم. از سوی دیگر مسایل عرفانی چندان قابلیت آزمایش و بررسی ندارد تا بتوان از آنها گزاره‌هایی را جهت شناخت رنگ و ارائه عمومی تولید نمود. مگر اینکه به گزاره‌هایی که توسط عرفا از رنگ بیان شده است [۲۸]، اکتفا و اعتماد نمود. هر چند بررسی آنها نیز، امکان وسیع‌تری را می‌طلبد. بنابراین فعلاً با صرف نظر از گزاره‌های نور عرفانی، به نور فیزیکی یا به تعبیری نور حسی می‌پردازیم.

درباره حقیقت نور میان فیلسوفان، اختلاف است. برخی آن را این چنین تعریف کرده‌اند؛ آنچه خود پیداست و پیدایی چیزهای دیگر بدوست. معروف در مذهب حکما آن است که نور کیفیت قابل دیداری است که در اجسام نورانی، بالذات و در اجسام دیگر به مقابله با جسم نیر، بدون انتقال از نیر به مستتیر، وجود دارد و مقابل آن تاریکی است و تقابل نور و ظلمت از نوع تقابل عدم و ملکه است. هم‌چنین گفته‌اند: نور، جوهری جسمانی است و برخی آن را رد نموده‌اند. نیز گفته‌اند: نور همان ظهور رنگ است [۲۹]. یا گفته‌اند: شعاع عبارت از کمالیت ظهور رنگ‌ها است، نه امری فزون بر لونیت، پس شعاع عبارت از رنگ بود [۳۰]. اما غالباً، فیلسوفان اسلامی عقیده دارند که؛ نور، بی‌نیاز از تعریف است^۵ [۳۱].

از سوی دیگر، در علم فیزیک، طبق آزمایشات گوناگون تجربی،

به نظر می‌رسد در هر دو حالت، اگر جسم قابل رؤیتی وجود نداشته باشد، فاعل بیننده، درک جدیدی نمی‌تواند از رنگ داشته باشد.

فرض کنیم، فاعل بیننده‌ای برای اولین بار است که چشم باز می‌کند و تاکنون رنگی را ندیده است، اگر جسمی (قابل رؤیتی) در دایره دید وی قرار نداشته باشد، بنابراین درکی از رنگ نیز نخواهد داشت. همچنین فاعل بیننده‌ای که قبلاً درکی از برخی رنگها داشته است، اگر اکنون چشم باز کند و جسمی (قابل رؤیتی) در برابر دید وی نباشد، باز نمی‌تواند درک جدیدی از رنگ داشته باشد.

برخی گمان کرده‌اند که «بازیابی ادراک قبلی از رنگ» برای انسان ممکن است؛ به همین دلیل ممکن است به مطالبی که در بالا بیان شد، نقد کنند که «انسان با چشم بسته نیز می‌تواند تصویری که از قبل برای رنگها داشته است، بازنمایی کند.» این گمان به خاطر نوعی بی‌دقتی حاصل می‌شود. زیرا وقتی شخصی با چشم بسته به یادآوری رنگی می‌پردازد، دو حالت برای وی رخ می‌دهد: اول اینکه یا وی، «جسمی رنگی» را از حافظه خود در ذهن، یادآوری می‌نماید. همانند اینکه وی «کفش قرمزی» را تصور می‌نماید. در حالت دیگر، معمولاً کلمه و واژه رنگ را تصور می‌کند نه خود درک رنگ را همانند اینکه وقتی می‌خواهد درک قرمز را تصور نماید، کلمه قرمز را در ذهن بازسازی و یادآوری می‌کند [۲۲].

نتیجه اینکه انسان بدون وجود جسم قابل رؤیت، توانایی درک رنگ را ندارد. حتی اگر بر فرض، خروجی الکترودهای یک دستگاه پخش فیلم یا عکس را مستقیماً به ورودی‌های قسمت بینایی مغز متصل نمایند، در این حالت نیز درک رنگ برای انسان، منوط به پخش تصویری است که قبلاً یا مستقیم از اجسام گرفته شده باشند. پس درک رنگ در این حالت نیز، نقض‌کننده ادعای «ضرورت وجود اجسام قابل رؤیت، برای درک رنگ» نمی‌باشد؛ چراکه اجسام قابل رؤیتی وجود داشته‌اند تا از آنها تصویربرداری شود و اکنون آن تصاویر مستقیماً برای مغز ارسال شود.

بنابر آنچه گذشت، اجمالاً می‌دانیم که تمامی اجسام قابل رؤیت، رنگی^۱ [۲۳] هستند و می‌توانیم اجسام غیرقابل رؤیت را توسط دستگاه‌هایی رؤیت کنیم و درباره رنگ از آنها تحقیق نماییم.

۳- بررسی نسبت نور با رنگ و شناخت رنگ

یکی دیگر از مهم‌ترین مسائلی که باید نسبت‌اش با رنگ و نیز نسبت «شناخت رنگ» با آن مشخص گردد، «نور» است. باید به این پرسش پاسخی روشن داده شود که آیا اگر نور نباشد، رنگ قابل شناخت است؟ و یا حتی پرسیده شود که آیا وجود رنگ، منوط به وجود نور است؟

۱- سیاه و سفید و طیف‌های میان آن نیز رنگ محسوب می‌شوند.

2- Light.

3- Spiritual Light.

۴- درجات مختلف نور، جهت اشتراک، همان جهت امتیاز است.

۵- به این معنی که «ظاهر بنفسه و مظهر لغیره» خود پیداست و پیدایی

چیزهای دیگر بدوست. بنابراین بی‌نیاز از تعریف است.

تا چندی دانشمندان بر این عقیده بودند که ماهیت نور، ماهیت ذره فتونی است. همچنین، بدون اینکه بتوانند نتایج آزمایشات و نظریه قبلی را کاملاً باطل نمایند، به این نتیجه رسیدند که ماهیت نور، نوعی «موج» است. سپس بر این عقیده شدند که نور پدیده‌ای است که در برخی مواقع، حالات موجی از خود بروز می‌دهد و در برخی مواقع، حالات ذره‌ای و نتیجه گرفته‌اند که نور با نظریه «موجی - ذره‌ای» قابل توجیه می‌باشد [۳۲].

اکنون نظریه الکترومغناطیسی و نظریه کوانتومی که با هم ایجاد یک نظریه نامتناقض و بدون ابهام می‌کنند [۳۳] و غالب پدیده‌های نوری را توجیه می‌کنند، برای ماهیت نور مطرح است [۳۴-۳۶]. بنابراین، نور فیزیکی، دارای تعریف دقیقی نیست؛ چراکه جسم شناخته شده یا مدل مشخصی که شبیه آن باشد، وجود ندارد. اجمالاً مفروض است که نور فیزیکی، حالات مختلفی دارد [۳۷، ۳۸] که آن را می‌توان در مقابل انسان، به دو دسته تقسیم نمود:

۱- نورهای غیرمرئی کننده (برای دید جانداران صاحب بینایی): به عنوان مثال، در انسان این نورها، شامل تمامی طیف امواج الکترومغناطیسی غیر از «طیف مرئی»^۲ می‌باشد؛ که دربرگیرنده نورهای شناخته شده^۳ و ناشناخته هستند. این دسته از انوار، به علت عدم دسترسی طبیعی (غیرمسلح) انسان به آنها و از سوی دیگر، ناشناخته بودن بسیاری از آنها، اکنون خارج از بررسی و تأمل این نوشتار قرار دارند.

۲- نور مرئی کننده (برای دید جانداران صاحب بینایی): قبل از پرداختن به نور مرئی کننده برای دید جانداران صاحب بینایی، لازم است توجه شود که این عبارت از نوعی دقت علمی برخوردار است. زیرا خود نور، قابل رؤیت نیست؛ بلکه نور فقط آشکار کننده اجسام می‌باشد.

شما شاید بارها به سینما رفته‌اید و به تماشای فیلم‌هایی نشست‌اید. یا حتی ممکن است در خانه ویدئوپرژکتور داشته باشید و تصاویر و فیلم‌های مختلفی را با آن نگاه کرده باشید. آیا تاکنون از خود سؤال پرسیده‌اید که؛ چرا نور تابانده شده به صفحه نمایش یا پرده سینما، در طول مسیر خود، برای شما ناپیداست و نمی‌توانید آن

۱- نظریه مکملی نور شامل اصولی از تعاریف نیوتن و هویگنس است. بنابراین گفته می‌شود که نور رفتار دوگانه‌ای دارد بر خی از پدیده‌ها مثل تداخل و پراش رفتار موجی آن را نشان می‌دهد و برخی دیگر مانند پدیده فتوالکتریک، پدیده کامپتون با رفتار ذره‌ای نور قابل توضیح هستند.

2- Visible spectrum.

۳. نورهایی که توسط برخی تجهیزات قابل دسترسی و بررسی هستند؛ همانند فرابنفش و زیرقرمز، گاما، آلفا و غیره

نور تابیده شده را ببینید؟^۴

اکنون به انواع نور مرئی کننده برای دید جانداران صاحب بینایی می‌پردازیم:

۱- نور آشکار کننده برای تمامی موجودات (دارای دستگاه بینایی): همانند آنچه پیشتر در موضوع جسم بیان شد، احتمال اینکه نورهایی که قابلیت آشکارکنندگی برای تمام جانداران یا موجودات دارای دستگاه بینایی را دارا باشند، وجود دارد؛ ولی فعلاً انسان‌ها به احصاء تمام موجودات دارای سیستم بینایی و نورهایی که مورد استفاده آنها می‌باشد، نایل نشده‌اند. بنابراین، فعلاً نمی‌توانیم به بررسی آنها وارد شویم.

۲- نور آشکار کننده برای برخی از موجودات (دارای دستگاه بینایی): طبق تجربیات روزمره و آزمایشات دانشمندان [۴۰، ۳۹]، اکنون می‌دانیم برخی نورها، قابلیت آشکارکنندگی برای عده‌ای از موجودات را دارند [۴۱]. هر چند که ممکن است این آشکارکنندگی در تمام انواع یک نوع موجود، محقق یا یکسان نباشد [۴۲]. این اجسام قابل رؤیت برای برخی از موجودات را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود: ۱- رؤیت همگانی، ۲- رؤیت اختصاصی. به عنوان نمونه، نور با طول موج حدود ۳۸۰ تا ۷۴۰ نانومتر برای همه انسان‌های دارای دستگاه بینایی مرئی-کننده است. اما برخی از انسان‌ها یا حیوانات توانایی دیدن اجسام با نور ماورای بنفش را نیز دارند [۴۳].

۳- نور آشکارکننده توسط تجهیزات صنعتی برای موجودات: انسان با پیشرفت‌هایی که داشته است. اکنون می‌تواند بسیاری از نورهایی که مرئی کننده برای وی نیستند را به کمک تجهیزاتی مرئی کننده، نماید. همانند تجهیزات ماورای بنفش و اشعه ایکس [۴۴]. نتیجه اینکه به نظر می‌رسد با این ارتباط تنگاتنگی که نور و رنگ دارند، اگر سخن برخی را که عقیده دارند: نور چیزی به غیر از رنگ نیست [۴۵، ۴۶] را، نپذیریم. اما نمی‌توانیم منکر شویم که چه در ادراک اولیه و چه ادراک مکرر رنگ، نمی‌توان وجود نور را نادیده گرفت یا حذف نمود. مگر اینکه کسانی به صورت ادراک غیرحسی، مدعی شوند که توانایی درک رنگ را دارند، یا انسان می‌تواند با ادراک شهودی، درک رنگ نماید.

از سوی دیگر، مثال نقضی برای درک رنگ بدون نور، متصور است. مثلاً می‌توان تصاویر رنگی اجسام ضبط شده یا ایجاد شده

۴. ممکن است شما دچار این اشتباه شوید که؛ اتفاقاً ما همیشه نور ارسال شده به پرده سینما یا صفحه نمایش را در فضای اتاق یا سالن می‌بینیم. آنچه شما ممکن است گاهی اوقات ببینید، نور نیست؛ بلکه مشاهده ذرات ریز در هواست. به عبارت دیگر، انعکاس نور تابیده شده به ذرات گرد و غبار معلق در هواست.

۵- نور در اصل از هزاران رنگ تشکیل شده است که هفت رنگ اصلی دارد: قرمز، نارنجی، زرد سبز، آبی، نیلی، بنفش. رنگ های زرد، قرمز، نارنجی حامل انرژی گرمایی هستند و ایزاک نیوتن این موضوع را با عبور دادن نور از منشور فهمید.

بخش سوم - خود بخش بینایی مغز. شامل: قشر بینایی اولیه (کالکارین)^۱ و قشر بینایی ثانویه (ارتباطی)^۲. به زودی در عنوان بعد، از آنها سخن خواهیم گفت.

این بخش، مجزای از «درک نهایی» توسط مغز یا ذهن می‌باشد. به این معنی که ممکن است شخصی تمامی ادراکات انسانی را داشته باشد، ولی قسمت تجزیه و تحلیل کننده بینایی مغزش، معیوب و به همین دلیل نابینا باشد.

این مجموعه سه بخشی سیستم بینایی، در موجودات گوناگون، متفاوت^۳ [۴۹] و بسیار مختلف است [۵۰]. این تفاوت‌ها در سیستم بینایی انسان‌ها و نیز روند شکل‌گیری این سیستم از بدو تولد^۴ [۵۱] تا بزرگسالی و حتی ادراک بینایی زن و مرد [۵۲] نیز، مشهود است.

برای بررسی دقیق ادراک رنگ، لازم است مسأله بینایی و ادراک رنگ در جانداران دارای بینایی و حتی در موجوداتی که ظاهراً دستگاه بینایی ندارند، یعنی در کل موجودات، مورد پژوهش مستقل و نوعی، قرار گیرد، همانند:

۱- در گیاهان و شبه گیاهان (شامل: درخت، علف، بوته، سبزه، سرخس، خزه)

۲- در حیوانات و شبه حیوانات (شامل: آبزی و غیرآبزی، خزندگان، پرندگان، پستانداران و غیره)

۳- در انسان‌ها (شامل: شامل ادراک رنگ در سنین مختلف، نژادهای گوناگون، جغرافیای متنوع، جنسیت متفاوت و غیره)

اما اجمالاً، به نظر می‌رسد که بهترین روش برای بررسی نسبت رنگ و شناخت آن با دستگاه بینایی، تأمل در ادراک رنگ در افراد نابینا است. فرد نابینا کسی است که یک بخش یا سه بخش دستگاه

توسط کامپیوتر را بدون وجود نور، مستقیماً به مغز متصل نمود و ادراک رنگی برای انسان به وجود آورد.

فرض کنید یک نرم‌افزار کامپیوتری در حال پخش و ارائه تصاویری رنگی می‌باشد. این تصاویر بدون اینکه در صفحه نمایشگر کامپیوتر پخش شوند، مستقیماً توسط سیم‌هایی به الکترودهای ورودی سیستم بینایی مغز شخصی، متصل می‌شوند. اکنون شخص مورد نظر، موفق به ادراک رنگ می‌شود؛ در صورتی که هیچ گونه نوری برای ایجاد این ادراک رنگی برای او وجود ندارد. البته در این مورد ممکن است اشکال شود که بالاخره برای ایجاد و ثبت اولیه این تصاویر رنگی، از نور استفاده شده است.

بنابراین، اگر انسانها بتوانند تصاویری رنگی را بدون استفاده از نور ایجاد و ضبط کنند و آن تصاویر را به همین روش به مغز انسان انتقال دهند؛ در این حالت به نوعی به سود «تظریه وضعیت درونی رنگ» می‌باشد؛ که رنگ را، واقعیتی درونی و ذهنی می‌دانند. ولی جالب توجه است که در همین فرض نیز، نمی‌توان از داده‌های خارجی برای درک رنگ، صرف‌نظر کرد. بنابراین، معمای وضعیت پدیده رنگ به قوت خود و در قدم اول باقی خواهد ماند.

۴- بررسی نسبت دستگاه بینایی با رنگ و شناخت رنگ

آیا می‌توان «دیدن» را مساوی با «درک رنگ» دانست؟ به این معنی که بینایی چیزی غیر از درک رنگ نیست؟ برای پاسخ به این پرسش لازم است به تأمل در «دستگاه بینایی» و یکی دیگر از مهم‌ترین مسائلی که باید نسبت‌اش با رنگ، و نیز نسبت شناخت رنگ با آن مشخص گردد، پردازیم. همانند سؤالات بخش‌های قبلی، ضروری است روشن شود که آیا اگر دستگاه بینایی نباشد، رنگ قابل شناخت است؟ و نیز؛ آیا وجود رنگ منوط به وجود دستگاه بینایی می‌باشد؟

در اینجا منظور از دستگاه بینایی، فرآیند رسیدن داده‌های حسی از خارج تا مغز «فاعل بینایی» یا درک کننده رنگ است. این فرآیند، شامل مجموعه سیستم بینایی یا دستگاه بینایی به غیر از درک نهایی رنگ، که یا توسط مغز و یا توسط ذهن صورت می‌پذیرد، می‌باشد. در انسان، این فرآیند شامل سه بخش است. آسیب به هر بخش، منجر به نابینایی وی خواهد شد [۴۸، ۴۷]. (هرچند که دانشمندان اخیراً توانسته‌اند بخش «چشم» را فعلاً به صورت مصنوعی بسازند.)

بخش اول - تخم چشم، یعنی لایه‌ها و حفره‌های ورودی نور، تا سیستم تحریک شونده شبکیه چشم. شامل: قرنیه، زلالیه، مردمک، عنبیه، عدسی بیرونی، عدسی درونی، زجاجیه، شبکیه، مشیمیه و غیره. بخش دوم - سیستم انتقال دهنده تکانه‌های الکتریکی از چشم به بخش بینایی مغز. شامل: عصب‌های دو قطبی، سلول‌های گانگلیونی، فضای کرانیکال، سلاتورسیکا و غیره.

۱- این قسمت معادل ناحیه ۱۷ برودمن است که در لوب پس‌سری (Occipital lobe) مغز قرار دارد. توانایی دستگاه بینایی برای کشف و تشخیص سازمان فضایی منظره بینایی یعنی کشف شکل اشیاء درخشندگی قسمت های انفرادی آنها، سایه روشن و غیره بستگی به عمل قشر بینایی اولیه دارد. برداشتن این ناحیه باعث از بین رفتن دید خودآگاه در فرد می‌شود.

۲- این قسمت مغز معادل نواحی ۱۸ و ۱۹ برودمن بوده که در تشخیص اشیاء و رنگ نقش دارند. انهدام نواحی ۱۸ و ۱۹ برودمن، به طورعموم درک شکل اشیاء اندازه اشیاء و مفهوم آنها را مشکل می‌سازد.

۳- در تحقیقاتی که در مجله نیچر منتشر شده، جی نیتز (دانشمند دید رنگ از دانشگاه واشنگتن) با تزریق یک ویروس به چشم‌های میمون‌ها موجب شد که آنها هم بتوانند رنگ قرمز، سبز و زرد را ببینند. این میمون‌ها به رغم این که مغزشان از نظر ژنتیکی برای واکنش به سیگنال‌های رنگ قرمز برنامه‌ریزی نشده بود، اما توانستند اطلاعات جدید را درک کنند. برای اولین بار دنیا را با رنگ‌های کامل ببینند.

۴- سیستم بینایی در بدو تولد یک سیستم تکامل نیافته است و تکامل آن در طول سال اول زندگی رخ می‌دهد.

می‌بیند، نام آنها را اعلام کند. نام اعلام شده را به همراه کد پیام ارسال شده در مغز یادداشت می‌کنیم. سپس، همین آزمایش را با شخص ب انجام می‌دهیم.

مرحله دوم: کدهای به دست آمده از شخص الف را از طریق کامپیوتر به مغز شخص ب ارسال می‌کنیم و از وی می‌خواهیم ابتدا نام رنگ و توضیحی پیرامون آن رنگ و مشابهت‌های آن با اشیاء پیرامون خود بدهد. سپس ارسال کد پیام را قطع می‌کنیم و از وی می‌خواهیم آن رنگی که از طریق کد ارسالی دیده است را بر روی چرخه رنگ نشان دهد. همین رویه را روی شخص ب و با کدهای شخص الف تکرار می‌کنیم.

نتایج به دست آمده، دو حالت می‌تواند داشته باشد:

یا هر دو شخص تصور و تشخیص واحدی همانند هم از دیدن رنگ‌ها داشته‌اند یا متفاوت از هم درک رنگ داشته‌اند. اگر متفاوت باشد، یعنی اینکه ادراک رنگ برای هر شخصی، اختصاصی می‌باشد و قابل تفاهم این همانی نیست.

در درک غیرجهل مرکبی انسان‌ها به تفاوت درک خود از رنگ‌ها واقف هستند و حتی پیرامون «مطابق با واقع بودن» این تفاوت با هم مناقشه می‌کنند. هر کدام علاقمند هستند تا درک خود را به نام رنگ واقعی، قالب و غالب نمایند. به عنوان نمونه، شکل ۱ به نظر برخی دارای رنگ آبی با حاشیه‌های مشکی است و برخی دیگر آن را سفید با حاشیه‌های طلایی می‌بینند.^۴



شکل ۱: تفاوت ادراک رنگ.

۴- این تفاوت به علت تفاوت در نگاتیو و پزتیو دستگاه بینایی افراد صورت می‌گیرد. به این معنی که اگر در مثلاً برنامه فتوشاپ، این تصویر رنگی آبی - مشکی را با ابزار invert اعمال کنید، تبدیل به سفید - طلایی خواهد شد. ابزار اینورت، رنگ‌های موجود در تصویر را معکوس می‌کند. یعنی تصویر رنگ‌ها در امتداد چرخه رنگ تغییر می‌کنند.

بینایی وی دچار آسیب و نقص شده است و به همین دلیل، توانایی دیدن ندارد.

اگر نابینا (در هر وضعیتی از این سه نوع نابینایی) درکی از رنگ داشته باشد، فرضیه‌های خارجی و درونی بودن وضعیت پدیده رنگ دچار تحول و یا پیشرفت خواهد شد.

۱-۴ - بررسی ادراک رنگ در نابینایان مطلق

برای بررسی ادراک رنگ در نابینایان مطلق،^۱ لازم است پژوهشی میدانی از این دو نوع نابینا:

۱- کور مادرزاد.^۲

۲- کور غیرمادرزاد.^۳

صورت پذیرد و از هر کدام انواع نابینایان، سؤال شود که:

- آیا درکی از رنگ دارند یا خیر؟

- اگر درک رنگ دارند، آیا می‌توانند با استفاده از دیگر حواس

خود، رنگ یک شیء را تشخیص دهند؟ یعنی آیا درک رنگ می‌تواند توسط قوه خاص دیگری صورت پذیرد؟

۲-۴ - بررسی ادراک رنگ در بینایان

اکنون اجمالاً می‌دانیم که درک خود رنگ و نیز تشخیص رنگ‌ها، در انسان‌ها گوناگون است. این تفاوت در درک، حداقل دو گونه است:

- درک جهل مرکبی

- درک غیرجهل مرکبی

در نوع اول، انسان‌ها نمی‌دانند که درکشان از رنگ با یکدیگر متفاوت است و به علت به کار بردن لفظ مشترک اسامی رنگ‌ها، از ابتدای تولد تا کنون تصور می‌کنند که آنچه را مثلاً سبز می‌نامند به گونه‌ای است که همه مردم آن را یگانه درک می‌کنند. فرض کنید: دو شخص الف و ب، یک شیء رنگی ج را می‌بینند. فرض کنیم هر دو به آن «آبی» می‌گویند. چگونه بدانیم آن رنگی که شخص الف درک کرده یا دیده است با شخص ب، یک چیز است و این همان است؟ برای پاسخ به این پرسش، می‌توان این آزمایش «این همانی» را در دو مرحله انجام دهیم:

مرحله اول: یک تصویر چرخه رنگ را مقابل شخص الف قرار می‌دهیم و الکترودهای مغز وی را به کامپیوتر تشخیص پیام‌های مغزی متصل می‌کنیم. از وی می‌خواهیم هر کدام از رنگ‌ها را که

۱- قید مطلق، به این علت است که در سازمان‌های حمایتی و بهداشتی، افراد کم‌بین یا ناهنجاربین را نیز جزء نابینایان دسته‌بندی می‌کنند.

۲- منظور، نابینایانی است که به علت نقص در یکی از سه بخش دستگاه بینایی، از بدو تولد نابینا هستند.

۳- منظور، افرادی است که بینا بوده‌اند و بر اثر عواملی، یکی از بخش‌های سیستم بینایی آنها معیوب و نابینا شده‌اند.

جسمی قرمز است یا سبز، و یا آبی است یا زرد، اصلی‌ترین علامت کوررنگی است [۶۰، ۶۱]. که از طریق آزمون‌های بینایی‌سنجی قابل شناسایی است [۶۲].

نتیجه اینکه، چپستی رنگ و شناخت آن، پیچیده‌تر می‌شود. اکنون می‌دانیم که دستگاه بینایی فقط واسطه‌ای برای حس «دو انعکاس متفاوت»^۵ [۶۳] از اجسام برای درک رنگ نیست؛ بلکه خود دستگاه بینایی نیز در ادراک رنگ نقش وجودی و تألیفی دارد. به این معنی که حداقل می‌توانیم ادعا نماییم که دستگاه بینایی می‌تواند ادراک رنگ را دستخوش تغییر و تحول نماید.

هرچند که فقدان درک رنگ در نابینایان دلیل بر ادراک رنگ در دستگاه بینایی نیست؛ چراکه بدون وجود دستگاه بینایی نیز، می‌توان تصور نمود که جانداران بتوانند از طریق اتصال الکترودهایی مستقیم با پیام رنگی به مغز، توانایی درک رنگ را داشته باشند. بنابراین، نقش دستگاه بینایی در ادراک رنگ، نسبت به لزوم وجود جسم و نور، کم اهمیت و به نوعی فرعی محسوب می‌گردد. به این معنی که وجود یا درک رنگ بدون وجود جسم و نور محقق نمی‌شود، ولی می‌توان بدون وجود دستگاه بینایی، به ادراک رنگ دست یافت.

مثلاً اگر دستگاهی بتواند مستقیماً تفاوت انعکاس نور (یعنی دو فرکانس دریافتی مورد نیاز دستگاه بینایی) از اجسام را مبدل به اطلاعات الکتریکی مورد نیاز مغز نماید، مغز می‌تواند به ادراک رنگ نائل شود.

هر چند که واسطه آشکارسازی از خارج به داخل بدن، نوع‌اش تغییر کرده است. اما الزاماً باید این آشکارسازی یا توسط دستگاه بینایی یا سیستمی مشابه صورت پذیرد و بدون این واسطه، ادراک رنگ محقق نخواهد شد.

۵- «این همانی»^۶ مغز و ذهن یا تمایز آن‌ها

قبل از «بررسی نسبت مغز و ذهن با رنگ و شناخت رنگ» لازم است گزارش فهرست‌واری از اختلاف مهمی که پیرامون «این همانی» مغز و ذهن میان فیلسوفان معاصر در جریان است، داده شود. توجه به این تبیین‌ها، می‌تواند در بررسی آنها برای شناخت رنگ، بسیار مؤثر باشد. هستی‌شناسی یگانه‌انگار یا فیزیکیالیسم^۷، هرچه که فیزیک نامیده می‌شود را، در نهایت در بر می‌گیرد. البته نه فقط ماده، بلکه انرژی، فضا، زمان، نیروهای فیزیکی، ساختار، تغییر فیزیکی، اطلاعات

۵- حسگرهای بدن، وقتی یک داده یا داده‌های مشابه را برای مغز ارسال می‌کنند، مغز هیچ درکی از آن یک داده یا داده‌های مشابه، نمی‌تواند داشته باشد، اما وقتی دو داده متفاوت از حسگرها دریافت می‌کند، درک جدیدی برای مغز، رخ می‌دهد.

6- Type physicalism.

7- Physicalism.

جدای از این تفاوت ساختاری درک رنگ که بیشتر باید مورد تأمل و پژوهش دانشمندان علوم مختلف و پیامدهای وجود آن مورد بررسی قرار گیرد؛ در درک معمولی و فراگیر رنگ که به نوعی عرف مردم با آن سر و کار دارند نیز، انواعی شناخته شده از تفاوت‌های رنگ‌بینی وجود دارد.

۱- چشم رنگ‌بین: سلول‌های مخروطی که در شبکیه چشم برخی جانداران همانند انسان قرار دارند، نوعی از سلول‌های گیرنده نور هستند که بر اساس تحریک‌پذیری خود نسبت طول موج‌های مختلف نور بر سه دسته تقسیم می‌شوند [۵۳، ۵۴]. هر سه نوع سلول مخروطی شبکیه در افراد رنگ بین، دارای رنگ‌دانه‌هایی هستند که موجب دیدن رنگ‌ها می‌شوند. اما این قدرت رنگ‌بینی در افرادی، دارای دقت بیشتری است، که به وسیله برخی آزمون‌ها، مشخص می‌شوند [۵۵].

۲- چشم کور رنگ: کوررنگی یک بیماری اختلال ارثی است که در آن انسان یا برخی حیوانات (مثلاً میمون‌ها) [۵۶، ۵۷] قادر به تشخیص یک یا برخی رنگ‌ها نمی‌باشد. سلول‌های مخروطی چشم افراد کوررنگ، فاقد رنگ‌دانه‌هایی هستند که موجب دیدن رنگ‌ها می‌شوند. به همین دلیل این افراد برخی رنگ‌ها را به شکل طیفی از رنگ‌های خاکستری و سیاه می‌بینند [۵۸، ۵۹].

کوررنگی انواع مختلفی دارد که عبارتند از: تک‌رنگ‌بینی^۲، دورنگ‌بینی^۳ و سه‌رنگ‌بینی ناهنجار^۴. نقص در تشخیص اینکه

۱- سلول‌های مخروطی نوع S، که نسبت به طول موج‌های کوتاه (حدود ۴۲۰ نانومتر) حساسیت بیشتری نشان می‌دهند و موجب دیدن رنگ آبی می‌شوند. سلول‌های مخروطی نوع M، که نسبت به طول موج‌های متوسط (حدود ۵۳۰ نانومتر) حساسیت بیشتری نشان می‌دهند و موجب دیدن رنگ سبز می‌شوند. سلول‌های مخروطی نوع L، که نسبت به طول موج‌های بلند (حدود ۵۶۰ نانومتر) حساسیت بیشتری نشان می‌دهند و موجب دیدن رنگ قرمز و زرد می‌شوند.

۲- Monochromacy و یا کوررنگی کامل نوع نادری از این اختلال است که در آن هیچ‌یک از انواع سلول‌های مخروطی فعال نیستند و فرد قادر به تشخیص هیچ رنگی نیست.

۳- Dichromacy در صورتی ایجاد می‌شود که یکی از سه نوع سلول مخروطی فاقد رنگ‌دانه باشد. گونه‌ها: سرخ‌کوری؛ اختلالی در تشخیص رنگ که در آن فرد مبتلا توانایی تشخیص رنگ سرخ را از زرد و سبز ندارد. در این صورت فرد رنگ سرخ را تیره و مایل به سبز می‌بیند. سبزکوری؛ اختلالی در تشخیص رنگ که در آن فرد مبتلا توانایی تشخیص رنگ سبز را از سرخ و زرد ندارد. شایع‌ترین نوع کوررنگی است. آبی‌کوری؛ اختلال نادری در تشخیص رنگ که در آن شخص مبتلا، به نور آبی حساس نیست و آبی و سبز را با هم اشتباه می‌کند.

۴- یکی از انواع شایع کوررنگی است که در آن هر سه نوع سلول مخروطی فعال هستند ولی در اثر جهش، تحریک‌پذیری یکی از آن‌ها نسبت به طیف نور تغییر یافته‌است.

نگرفته است، بلکه توسط واحد کل مغز (به عنوان فاعل بینایی) دسترسی به درک رنگ دارد.

۱-۵-۲- بررسی نسبت تمام مغز (فاعل بینایی) با رنگ و شناخت رنگ

مغز مهره‌داران پیچیده ترین اندام بدنشان است. از دید فیزیولوژی و تکاملی زیستی، کار مغز کنترل بر روی سایر اندام‌های بدن است. مغز با تولید الگوهای فعالیت ماهیچه‌ها یا با هدایت مواد شیمیایی تراوشی که هورمون نام دارند، بدن را کنترل می‌کند. این کنترل متمرکز، سبب پاسخ سریع و هماهنگ به تغییرات محیط می‌شود [۶۶]. اما اهمیت مغز، تنها به آنچه بیان شد، محدود نمی‌گردد. بلکه مغز، نهایتاً می‌تواند فاعل بینایی و ادراک انسان محسوب شود. نتیجه اینکه، اگر قائل به یگانه‌انگاری و این همانی ذهن و مغز باشیم، یعنی عقیده داریم که در انسان، نهایتاً فاعل بینایی و فاعل ادراک رنگ، مغز انسان است. بنابراین با توجه به عواملی که قبلاً در شکل‌گیری فرآیند پدیده رنگ دخالت داشتند؛ اکنون دو نظر پیرامون واقعیت رنگ قابل پیگیری است:

- ۱- آنچه از چیزهایی که بیرون از مغز در شکل‌گیری پدیده رنگ وجود دارد و رخ داده است، سهمی در شرایط وجود رنگ داشته‌اند، اما رنگ واقعیتی درونی است که به واسطه یک فعالیت مغزی رخ می‌دهد. در این نظر آنچه بیرون از مغز است، فقط امواج الکترومغناطیس و پیام‌های الکتریکی می‌باشد نه رنگ و آنچه رنگ است، درکی است که مغز به عنوان فاعل درک کننده تجربه می‌کند.
- ۲- در نظر دوم، مغز بخشی از فرآیند درک رنگ است و نه تمام آن. به این معنی که درک رنگ یک فرآیند بیرونی و درونی است که مجموعاً می‌توان آن را «واقعیت رنگ» نامید و به صرف علاقمندی ما، نمی‌توان بخشی از این فرآیند را به تنهایی محکوم به عنوان رنگ نمود.

۱-۵-۲- بررسی نسبت ذهن^۱ با رنگ و شناخت رنگ

از دو حالت خارج نیست، یا «ذهن» همان ادراکات مغزی است یا غیر از آن موجودی مستقل است که ادراکات مغزی را احاطه و آن را به عنوان یک کل، ادراک می‌کند.

اگر ذهن همان مغز باشد، پیشتر پیرامون نسبت آن با رنگ مطالبی بیان شد، و اکنون بی‌معنی خواهد بود که دوباره، از آنها سخن بگوییم. اما اگر ذهن جدای از مغز باشد، لازم است به عنوان یکی دیگر از مهم‌ترین چیزها نسبت‌اش با رنگ، و نیز نسبت شناخت رنگ با آن مشخص گردد. همچنین روشن شود که: آیا اگر ذهن نباشد، رنگ قابل شناخت است؟ و نیز: آیا وجود رنگ منوط به وجود

فیزیکی، حالت و غیره. چون فیزیکالیسم مدعی است؛ تنها چیزهای فیزیکی وجود دارند [۶۵، ۶۴].

براساس فیزیکالیسم، نظریه «این‌همانی» در فلسفه ذهن مورد توجه واقع شد. بر مبنای آن، حالت‌ها و فرآیندهای ذهن، همانند ادراک رنگ، همان حالت‌ها و فرآیندهای مغز هستند. یعنی، زمانی که رنگی را می‌بینید یا دردی را تجربه می‌کنید، در واقع این حالت‌های ذهنی، همان فعالیت‌های مغزی می‌باشند، و این گونه نیست که این حالت‌ها، چیزی فراتر از فعالیت‌های مغزی باشند و فقط، با آن فعالیت‌ها همراه شده باشند، بلکه این حالت‌های ذهنی، دقیقاً همان حالت‌های مغزی هستند. بنابراین، با فرض صحت نظریه‌های یگانه‌انگاری و دوگانه‌انگاری، لازم است که نسبت مغز و ذهن، هر کدام به صورت جداگانه با رنگ و شناخت رنگ مورد بررسی قرار گیرند.

۱-۵-۱- بررسی نسبت مغز با رنگ و شناخت رنگ

مهم‌ترین عضو حیاتی انسان، مغز است. بنابراین مهم‌ترین چیزی که باید نسبت‌اش با رنگ و نیز نسبت شناخت رنگ با آن مشخص گردد، «مغز» می‌باشد. باید پاسخ روشنی به این سؤالات داده شود که آیا با نبود مغز، رنگ قابل شناخت است؟ آیا وجود رنگ منوط به وجود مغز است؟

بررسی نقش مغز در شناخت رنگ می‌تواند و لازم است در دو عنوان جداگانه صورت پذیرد. یکی از این دو عنوان، عنوانی است که قسمتی از دستگاه بینایی محسوب می‌شود و در بررسی بخش سوم دستگاه بینایی به آن اشاره شد، و عنوان دوم، مغز به عنوان فاعل درک کننده می‌باشد.

۱-۵-۱- بررسی نسبت بخش بینایی مغز با رنگ و شناخت رنگ

بخش یا قسمتی از مغز به عنوان دریافت‌کننده تحریکات عصبی از چشم، (که قبلاً با عنوان بخش سوم سیستم دستگاه بینایی از آن یاد کردیم) می‌باشد. این بخش بینایی مغز بوده و شامل قشر بینایی اولیه (کالکالین) و قشر بینایی ثانویه (ارتباطی) است که در عنوان بعد درباره آن سخن خواهیم گفت.

فعالیت و نتیجه کار این بخش، جدا از «درک نهایی» توسط مغز یا ذهن می‌باشد. به این معنی که ممکن است شخصی تمامی ادراکات انسانی را داشته باشد، ولی قسمت تجزیه و تحلیل کننده بینایی مغزش، معیوب و یا معدوم باشد. این شخص ممکن است درک جدید از مغز نداشته باشد؛ ولی قادر به ادراک رنگ از نوع یادآوری باشد.

به عنوان نمونه، شخصی که بر اثر حادثه‌ای بخش بینایی مغزش معدوم شده است؛ ولی قادر است که در حافظه یا در خواب، ادراکی از رنگ داشته باشد. این ادراک وی توسط بخش بینایی او صورت

۱- در اینجا، «ذهن» می‌تواند نماینده‌ای از مفاهیم دیگری همانند: نفس، روح، قلب یا روان باشد.

همچنین، بعضی از حیوانات^۲ از رنگ‌هایی، به عنوان علامت هشداردهنده استفاده می‌کنند. همچنین برخی از حیوانات^۳، از رنگ‌های خیره‌کننده، که حالت چشم‌کزن دارند، یا علامتی که جانوران مهاجم را می‌ترساند، استفاده می‌کنند [۶۷-۶۹].

نتیجه اینکه، می‌توان با فرض وجود ذهن، ادعا نمود که وجود و ادراک رنگ به وجود ذهن وابسته یا منوط است. نبود ذهن به عنوان فاعل ادراک، معنی رنگ را بی‌رنگ می‌کند. اما به نظر می‌رسد که نمی‌توان ادعا نمود که واقعیت رنگ، یک امر ذهنی صرف است. چرا که تا نتوانیم بخش‌های دیگر فرآیند شکل‌گیری پدیده رنگ را از واقعیت رنگ، حذف کنیم؛ نمی‌توانیم به صرف اینکه فرآیند رنگ، نهایتاً در ذهن تکمیل می‌شود، دلیل بر واقعیت درونی دانستن رنگ قلمداد کنیم. جدای از این اگر رنگ، پدیده‌ای صرفاً ذهنی باشد، باید پاسخگوی این سؤالات نیز باشیم:

- ۱- چرا به صورت ذهنی، نمی‌توانیم رنگی جدید بیافرینیم؟
- ۲- چرا در ذهن خود، نمی‌توانیم رنگ‌ها را ترکیب کنیم؟
- ۳- چرا در ذهن خود، نمی‌توانیم رنگ‌ها را تجزیه کنیم؟
- ۴- چرا بدون تصور اشیاء نمی‌توانیم رنگی را تصور کنیم؟

۶- نتیجه‌گیری

تأمل در چیزهایی که ساده می‌نمایند، آنها را پیچیده می‌گرداند. وجود و شناخت رنگ، در نظر بسیاری از مردم و فیزیک‌دانان حتی برخی فیلسوفان، مسأله‌ای بدیهی است. به نظر می‌رسد که انسان، تنها می‌تواند به صورت اجمال، ادعا کند که پدیده‌ای با نام رنگ را درک می‌کند؛ هر چند که همه ما رنگ‌ها را یکسان نمی‌بینیم. بنابراین اگر شک‌گرای مطلق نباشیم، قائل به موجود بودن این پدیده و انواعی از آن شده‌ایم. اما اینکه این موجود چیست؟ و جایگاه آن کجاست؟ موضوعی پیچیده و دامنه‌دار است؛ که هنوز و به آسانی نمی‌توان پیرامون آن، احکام جذمی صادر نمود. همچنین اجمالاً می‌دانیم که پدیده رنگ به واسطه وجود برخی اشیاء، برای انسان قابل درک است. پس نوع نگاه ما به چیستی این پدیده، می‌تواند مفهوم این پدیده و جایگاه قرارگیری

۲- به عنوان نمونه؛ کرم‌های ابریشم و پروانه‌ها، طعمه‌هایی آسان برای پرندگان گرسنه هستند. بعضی از آنها مثل کرم ابریشم پروانه دم چلچله‌ای از رنگ‌های براق خود استفاده می‌کند، تا به دشمن بفرمانند که آنها بدمزه و غیرخوراکی هستند!

۳- به عنوان نمونه؛ بیشتر بیدها در موقع استراحت به وسیله بال‌های قهوه‌ای کدر خود، به خوبی از دید دشمنان پنهان می‌مانند؛ اما اگر آنها احساس خطر کنند، بعضی از نقش و نگارها روی بال‌های عقبی‌شان، مانند ستاره‌ها، سوسو می‌زنند. این نقش و نگارها، مانند چشم‌های بزرگ یک جانور وحشی درنده، به نظر می‌رسند، به این ترتیب دشمن، فریب چشم‌های دروغین را می‌خورد و بید را به حال خود رها می‌کند.

ذهن است؟ اگر به وجود ذهن به عنوان موجود مستقل باور داشته باشیم، دو حالت متصور است.

۵-۲-۱- رنگ موجودی خارج از ذهن است

اگر «ذهن» یک طرف، و «مغز، دستگاه بینایی، نور و جسم» یک طرف دیگر قرار داشته باشند. برخی می‌توانند این ادعا را مطرح کنند که رنگ موجودی خارج از ذهن است. چه واقعیت رنگ را منفرد در نظر بگیریم و چه آن را به عنوان فرایندی تکاملی میان «مغز، دستگاه بینایی، نور و جسم» بدانیم. اثبات اینکه رنگ موجودی خارج از ذهن است، ممکن است؛ اما در صورتی که بسیاری از سؤالات مرتبط با آن پاسخ داده شوند. همانند:

- اگر رنگ کیفیت یا موجودی خارجی باشد، باید توضیح داده شود که چگونه «رنگ ثابت خارجی» در اذهان مختلف، دارای کیفیت‌های گوناگونی است.

- همچنین باید سؤال شود که آیا ادراک رنگ به همان گونه که در ذهن منعکس می‌شود، در خارج هم به همین صورت وجود دارد؟

۵-۲-۲- رنگ موجودی ذهنی است

اثبات اینکه خواهیم رنگ را موجودی ذهنی بدانیم، همان قدر مشکل است که خواهیم رنگ را موجودی خارجی بنامیم. در این حالت، جدای از اینکه باید به این سؤال پاسخ و توضیح روشن دهیم که چگونه بدانیم که رنگ فقط موجودی ذهنی است و خارج از ذهن نیز وجود ندارد؟ و سؤالات دیگری همانند اینکه؛ اگر ذهن تجربه‌ای از رنگ نداشته باشد، آیا می‌تواند درکی از رنگ داشته باشد؟

مشکل مهمی بر سر راه داریم. به عنوان نمونه؛ اگر رنگ کیفیتی ذهنی باشد، با وجود واکنش و درک موجودات دیگر و حتی جامدات نسبت به رنگ، دو حالت متصور است؛ که لازم است توضیح داده شوند:

۱- قابل شدن به داشتن ذهن برای موجودات دیگر.

۲- انکار داشتن ذهن برای موجودات دیگر.

اگر منکر ذهن برای موجودات دیگر شویم، چگونه می‌توان وجود واکنش و یا درک آنها از رنگ و نیز تعاملشان با رنگ را توضیح داد. به عنوان مثال، بعضی از موجودات، همانند حیوانات، با تغییر رنگ خود با دیگر حیوانات ارتباط برقرار می‌کنند. به عنوان نمونه؛ ماهی مرکب از نقش و نگارهای مختلف برای جلب توجه جفت یا گنج کردن طعمه، استفاده می‌کند.^۱

۱- ماهی‌های مرکب در سطح پوست خود، هزاران کیسه محتوی رنگدانه دارند. آنها با انقباض و انبساط این کیسه‌ها، تغییر رنگ می‌دهند. او با تغییر دادن شکل کیسه‌های محتوی رنگدانه روی سطح پوستش، می‌تواند طیفی از رنگ‌ها یا نقش و نگارها را، که در سرتاسر بدنش می‌درخشند، نمایان کند.

سوی دیگر به نظر می‌رسد که صرف تأملات فلسفی، راهگشای شناخت چپستی رنگ نمی‌باشد و نیاز است که حداقل بتوانیم نسبت برخی از اشیاء را با چیزی که فعلاً از آن به رنگ تعبیر می‌کنیم، بسنجیم؛ تا حتی‌الامکان بتوانیم پدیده رنگ را محدود به موضوعاتی نماییم که با تأمل در آنها، پدیده رنگ روشن‌تر گردد.

به عنوان نمونه، انسان بدون وجود جسم قابل رؤیت، توانایی درک رنگ را ندارد. اجمالاً می‌دانیم که تمامی اجسام قابل رؤیت، رنگی هستند و می‌توانیم اجسام غیرقابل رؤیت را توسط دستگاه‌هایی رؤیت کنیم و درباره رنگ از آنها تحقیق نماییم. به نظر می‌رسد با ارتباط تنگاتنگی که نور و رنگ دارند، اگر سخن برخی را که عقیده دارند که نور چیزی به غیر از رنگ نیست را، نپذیریم. اما نمی‌توانیم منکر شویم که چه در ادراک اولیه و چه ادراک مکرر رنگ، نمی‌توان وجود نور را نادیده گرفت یا حذف نمود. کم‌کم چپستی رنگ و شناخت آن، پیچیده‌تر می‌شود. اکنون می‌دانیم که دستگاه بینایی فقط واسطه‌ای برای حس «دو انعکاس متفاوت» از اجسام برای درک رنگ نیست؛ بلکه خود دستگاه بینایی نیز در ادراک رنگ، نقش وجودی و تألیفی دارد. به این معنی که حداقل می‌توانیم ادعا نماییم که دستگاه بینایی می‌تواند ادراک رنگ را دستخوش تغییر و تحول نماید. برخی، همین تغییر و تحولات رنگی را منسوب به ذهن یا مغز می‌نمایند. به عنوان مثال، دیدن رنگ‌ها گاه مشابه چشیدن طعم غذا است، چنانکه طعمی خوشایند، گاه برای فردی ناخوشایند و تلخ بوده و برای دیگری شور یا بی‌مزه به نظر می‌آید. درست مشابه زمانی که درجه‌ای از رنگ زرد می‌تواند برای افراد مختلف زیبا یا آزاردهنده به نظر آید.

آن را برای ما متغییر و متکثر نماید. انسان توانایی چپستی‌شناسی پدیده رنگ را بدون شناخت خود ندارد. به این معنی که ابتدا باید دستگاه شناختی خود را پیرامون رنگ مورد ارزیابی دقیق قرار دهد و به برخی سؤالات همانند: شناخت رنگ چیست؟ آیا شناخت رنگ ممکن است؟ پاسخ دهد. پس از پاسخ‌گویی به این سؤالات، پی خواهیم برد که حدود شناخت انسان در پدیده رنگ چگونه است و سپس لازم است آزمایشات تجربی بیشتری نسبت به پدیده رنگ و ویژگی‌ها و خواص آن انجام دهیم، تا حداقل بدانیم که پدیده رنگ چه نیست؛ تا با محدود شدن دایره مورد بررسی، نتایج حتی‌الامکان نزدیک‌تری به واقعیات این پدیده پیدا کنیم، آنگاه شاید بتوانیم اجمالاً احکامی را پیرامون آن صادر نماییم. از سوی دیگر، تأمل در موضوعاتی همانند رنگ، نیازمند وجود واژه‌هایی تعریف شده است، که حداقل پایه و مبنای بیان گزاره‌هایی درباره رنگ قرار گیرند. اکنون تعاریف مشخصی از برخی واژه‌ها و اصطلاحات که مورد نیاز تأمل در رنگ می‌باشند، وجود ندارد و یا در دسترس نیستند.

این محدودیت، بررسی و تأمل در پدیده رنگ را سخت می‌کند؛ به طوری که وقتی بخواهیم گزاره‌ای پیرامون رنگ انشاء کنیم، نمی‌توانیم قدم از قدم برداریم؛ مگر اینکه بتوانیم واژه و اصطلاحی را میان خود، بدیهی فرض کنیم. به نظر می‌رسد این چنین واژه‌ها و اصطلاحاتی، در فلسفه وجود ندارند و یا حداقل اجماعی نیستند. بنابراین، تأملات فلسفی، پیرامون رنگ، نمی‌تواند به راحتی پیش بروند. پس می‌توانیم پیش‌بینی کنیم که بسیاری از موضوعات درباره پدیده رنگ، برای انسان‌ها مجهول هستند و نیاز به بررسی و تأمل بسیار زیادی دارند. از

۵- مراجع

- Judd, Deane B.; Wyszecki, Günter (1975). *Color in Business, Science and Industry*. Wiley Series in Pure and Applied Optics (third edition ed.). New York, John Wiley & Sons, Inc. p. 388.
- Jay Neitz, Joseph Carroll, and Maureen Neitz, "Color Vision: Almost Reason for Having Eyes" *Optics & Photonics News* January 2001 1047-6938/01/01/0026/8- Optical Society of America
- فعال، فرشته، «بررسی تأثیر رنگ‌های مختلف نور بر روی رشد و تغییرات گلوکز خون ماهی سولفورهد»، فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد زنجان، ش ۱، زمستان ۱۳۸۸، صص ۴۷ - ۵۲.
- سروش، عبدالکریم، درس‌هایی در فلسفه علم الاجتماع، تهران، نشر نی، ۱۳۷۹ش، صص ۴۲۹-۴۳۲ و ۳۲۴-۳۳۲.
- دائرة المعارف استنفورد، مقاله: The Theory of Abstract Objects.
- استادی، کاظم، رندذ جسمی، قم، خدادادی، ۱۳۹۳ش.
- افلاطون، دوره آثار افلاطون، ج ۱، صص ۵۳-۵۸ و صص ۴۸-۵۲. همچنین؛ ابن‌سینا، الشفاء، چاپ مدکور و دیگران، (چاپ افست قم)، ۱۴۰۴-۱۴۰۶، ج ۱، صص ۶۶-۷۹. همچنین؛ فخر رازی، محمدبن عمر،
- المباحث المشرقیة فی علم‌الالهیات و الطبیعیات، (چاپ بغدادی)، بیروت، ۱۴۱۰ق، ج ۲، صص ۱۷-۱۹.
- صدرالدین شیرازی، محمدبن ابراهیم، الحکمة المتعالیه فی الاسفار العقلیة الاربعه، تهران، بی‌نا، (چاپ افست قم) ۱۳۳۷ش، ج ۲، صص ۱۶-۱۷، تهران ۱۳۳۷ش.
- ابن‌سینا، الاشارات و التنبیها، تهران، بی‌نا، ۱۴۰۳ق، ج ۲، صص ۶ و ۳۹-۳۶.
- جرجانی، علی‌بن محمد، التعریفات، قاهره، بی‌نا، ۱۴۱۱ق، ج ۱، صص ۹۰.
- صدرالدین شیرازی، محمدبن ابراهیم، الحکمة المتعالیه فی الاسفار العقلیة الاربعه، تهران، بی‌نا، (چاپ افست قم) ۱۳۳۷ش، ج ۱، صص ۱۰-۱۲ و ج ۲، صص ۸۶-۸۹.
- Mirror, Mirror: A History of the Human Love Affair with Reflection, Mark Pendergrast. Basic Books (2003). ; On reflection, Jonathan Miller, National Gallery Publications Limited (1998).
- The Mirror: A History, Sabine Melchior-Bonnet, Routledge, (2001).
- Ostadi, kazem, Recognition of primary colors, Qom,

- khodadadi, 1393 Sun, Page 54 - 55.
15. Holloway, John H. (1968). *Noble-Gas Chemistry*. London: Methuen Publishing.
 ۱۶. بخاری، صحیح بخاری، ج ۱۱، ص ۱۱۶، ح ۶۳۱۶. همچنین؛ ابن بابویه، محمد بن علی، من لایحضره الفقیه، تهران، صدوق، ۱۳۶۷ ش، ج ۴، ص ۴۱۹.
 17. Dulai K. S.; Von Dornum, M; Mollon, JD; Hunt, DM (1999). "The evolution of trichromatic color vision by opsin gene duplication of new world and Old World primates". *Genome Research* 9 (7): 629–638. doi:10.1101/gr.9.7.629. PMID 10413401.
 18. Kelber, A., Osorio, D., Vorobyev, M. (2003) "Animal colour vision--behavioural tests and physiological concepts." *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2003 Feb; 78(1).
 19. Hockberger, Philip E. (2002). "A history of ultraviolet photobiology for humans, animals and microorganisms". *Photochem. Photobiol.* 76 (6): 561–79.
 20. Stark, W.S.; Tan, K.E.W.P. (September 1982). "Ultraviolet Light: Photosensitivity and Other Effects on the Visual System". *Photochemistry and Photobiology* 36 (3): 371–380. doi:10.1111/j.1751-1097.
 ۲۱. پناهی، محمود، روانشناسی احساس و ادراک، تهران، پیام نور، ۱۳۸۸ ش.
 ۲۲. استادی، کاظم، بررسی نظریه‌های فلسفی معاصر درباره رنگ، قم، مؤلف، ۱۳۹۴ ش.
 ۲۳. استادی، کاظم، هفت رنگ فلسفی، قم، مؤلف، ۱۳۹۴ ش.
 ۲۴. طبرسی، علی بن حسن، مشکوٰۃ الانوار فی غرر الأخبار، نجف، مکتبۃ الحیدریه، بی تا، صص ۴۴–۴۱.
 ۲۵. مجلسی، محمد باقر، بحار الانوار، بیروت، بی تا، ج ۱، ص ۲۲۵.
 26. Corbin, Hwnry, Temple and contemplation, enshaallah rahmati, Thran, sofia, 1390.
 ۲۷. سهروردی، شیخ شهاب الدین، مجموعه مصنفاً شیخ اشراق، تصحیح هنری کرین، تهران، مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ۱۳۷۲، ج ۲.
 ۲۸. قائم مقامی، محسن، «معانی رمزی سه گانه رنگهای اصلی»، (جام نو و می کهن)، تهران، مؤسسه تحقیقات و توسعه علوم انسانی، ۱۳۸۶ ش.
 ۲۹. ابن سینا، حسین بن عبدالله، النفس من کتاب الشفاء، تحقیق: حسن حسن زاده آملی، مکتب الاعلام الاسلامی، قم ۱۳۷۵ ش، ص ۱۴۶.
 ۳۰. سهروردی، شیخ شهاب الدین، حکمة الاشراق، ترجمه: سجادی، دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۹۰ ش، ص ۱۷۷.
 ۳۱. طباطبایی، محمد حسین، نهایت فلسفه، بوستان کتاب، قم، ۱۳۸۷ ش، ص ۲۲۴.
 32. Science Team Shows Light Is Made Of Particles And Waves, by Staff Writers, Glassboro, NJ (SPX) Mar 14, 2007. Feynman, Richard P. The Feynman Lectures on Physics, Vol. 3. USA: Addison-Wesley, 1965.
 33. Feynman, Richard P. The Feynman Lectures on Physics, Vol. 3. USA: Addison-Wesley, 1965.
 34. Laufer, Gabriel (13 July 1996). *Introduction to Optics and Lasers in Engineering*. Cambridge University Press.
 35. Lynch, David K.
 36. Livingston, William Charles (2001). *Color and Light in Nature* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 37. John C. D. Brand (1995). *Lines of light: the sources of dispersive spectroscopy, 1800-1930*. CRC Press. 30–32.
 38. Ostadi, kazem, Recognition of primary colors, Qom, khodadadi, 1393 Sun, 48 – 52.
 39. Mary Jo Nye (editor) (2003). *The Cambridge History of Science: The Modern Physical and Mathematical Sciences* 5. Cambridge University Press. 278.
 40. Asimov, Isaac (1975). *Eyes on the universe: a history of the telescope*. Boston: Houghton Mifflin. 59.
 41. Neumeyer, Christa (2012). Chapter 2: Color Vision in Goldfish and Other Vertebrates. In Lazareva, Olga; Shimizu, Toru; Wasserman, Edward. *How Animals See the World: Comparative Behavior, Biology, and Evolution of Vision*. Oxford Scholarship Online.
 42. Varela, F. J. Palacios, A. G.; Goldsmith T. M. Color vision of birds in Ziegler & Bischof (1993) 77–94.
 43. Cuthill, Innes C (1997). "Ultraviolet vision in birds". In Peter J.B. Slater. *Advances in the Study of Behavior* 29. Oxford, England: Academic Press. p. 161.
 44. David Attwood (1999). *Soft X-rays and extreme ultraviolet radiation*. Cambridge University.
 45. Laufer, Gabriel (13 July 1996). *Introduction to Optics and Lasers in Engineering*. Cambridge University Press. ; Lynch, David K.
 46. Livingston, William Charles (2001). *Color and Light in Nature* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 47. Dobbelle WH (2000). Artificial vision for the blind by connecting a television camera to the visual cortex. *ASAIO J* 46(1): 3–9. doi:10.1089/1088-2969.2000.46.3.1. The Retinal Implant Project". Research Laboratory of Electronics (RLE) at the Massachusetts Institute of Technology (MIT). J.D. Loudin; D.M. Simanovskii.
 48. K. Vijayraghavan; C.K. Sramek et al. (2007). "Optoelectronic retinal prosthesis: system design and performance" (PDF). *J Neural Engineering* 4 (1): S72–S84. doi:10.1186/1548-7717-4-1-S72.
 49. GH Jacobs, M Neitzi, JF Deegani, J Neitzi – Nature, New World monkeys, Nature, Pages 11, 1996.
 50. Land, Michael F. and Nilsson, Dan-Eric. *Animal Eyes*, Second Edition. Oxford University Press, 2012. pp. 163-164.; Land, Michael F. (1997). "Visual Acuity in Insects". *Annual Review of Entomology* 42: 147–77. doi:10.1146/annurev.ento.42.1.147.
 51. Kellman PJ, Banks MS. (1998) Infant visual perception. In *Handbook of Child Psychology, Volume 2: Cognition, Perception, and Language* (1st edn), vol. 2, Kuhn D, Siegler RS (eds). Wiley: New York; 103–146.
 ۵۲. زمانی، رضا و دیگران، «تفاوت ادراک بینایی بین زن و مرد»، ش ۱۲۹ تا ۱۳۲، مجله دانشکده علوم انسانی دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۷۳ ش.
 53. Tovee, Martin J. (2008). *An Introduction to the Visual System*. Cambridge University Press.
 54. Spring, Kenneth R.; Parry-Hill, Matthew J.; Fellers, Thomas J.; Davidson, Michael W. *Human Vision and Color Perception*. Florida State University.
 ۵۵. برای انجام نمونه‌ای از این تست‌ها، <http://106.186.25.143/kuku-kube/en-3>
 56. Scientists Cure Color Blindness in Monkeys - Science News Daily September 16, 2009.
 57. Gene Therapy Cures Color Blind Monkeys Wired. com

- September 16, 2009.
58. Sharpe, L.T.; Stockman, A.; Jägle, H.; Nathans, J. (1999). "Opsin genes, cone photopigments, color vision and color blindness". In Gegenfurtner.
 59. K. R. Sharpe, L. T. Color Vision: From Genes to Perception. Cambridge University Press.
 60. McIntyre, Donald (2002). Colour blindness: causes and effects. Chester: Dalton Publishing.
 61. Neitz, J.; Neitz, M. (April 2011). "The genetics of normal and defective color vision". *Vision Research* 51 (5): 633–51. doi:10.1016/j.visres.2010.12.002. PMC 3075382.
 62. Toufeeq, A. (October 2004). Specifying colours for colour vision testing using computer graphics. *Eye (Lond)* 18 (10): 1001–5. doi:10.1038/sj.eye.6701378. PMID 15192692.
 63. Ostadi, kazem, Recognition of primary colors, Qom, khodadadi, 1393 Sun, Page 53.
 64. Kirk, R. (2013), The Conceptual Link from Physical to Mental, Oxford University Press, Review. Papineau, D. 2002. Thinking About Consciousness. Oxford: Oxford University Press. Stoljar, D. 2005. Physicalism and Phenomenal Concepts. Mind and Language. Stoljar, D. 2010. Physicalism. New York: Routledge. Tye, M. 2009. Consciousness Revisited: Materialism Without Phenomenal Concepts. Cambridge Mass: MIT Press.
 65. Putnam, Hilary (1988). Representation and Reality. The MIT Press.; Chalmers, David (1996). The Conscious Mind, Oxford University Press, New York.
 66. Hubel, DH; Wiesel, TN (2005). Brain and visual perception: the story of a 25-year collaboration. Oxford University Press US.
 67. Beddard, Frank Evers (1892). Animal Coloration, An Account of the Principal Facts and Theories Relating to the Colours and Markings of Animals. Swan Sonnenschein, London. Cott, Hugh Bamford (1940). Adaptive Coloration in Animals. Methuen, London.
 68. Poulton, Edward Bagnall (1890). The Colours of Animals, their meaning and use, especially considered in the case of insects. Kegan Paul, Trench, Trübner. London.
 69. Thayer, Abbott Handerson and Thayer, Gerald H. (1909). Concealing-Coloration in the Animal Kingdom. New York.