مبانی رنگ در دندانپزشکی

انتخاب و انطباق رنگ در دندانپزشکی زیبایی

مترجمین:

دکتر مریم رضایی دستجردی

دکتر زهرا قنواتی

دکتر نیکا مهربان

عنوان و نام پدیدآور	:	مبانی رنگ در دندانپزشکی: انتخاب و انطباق رنگ در دندانپزشکی زیبایی / [استیون‌ج. چو...و دیگران]؛ مترجمین مریم رضایی‌دستجردی، زهرا قنواتی، نیکا مهربان.
مشخصات نشر	:	تهران : شایان نمودار، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	۱۵۲ص.؛ ۲۲ × ۲۹ س‌م.
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۳۸۸-۸
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Fundamentals of color : shade matching and communication in esthetic dentistry,۲nded,۲۰۱۰.
موضوع	:	دندانپزشکی زیبایی
موضوع	:	Dentistry -- Aesthetic aspects
موضوع	:	دندانسازی -- رنگ
موضوع	:	Color in dentistry
موضوع	:	دندانسازی -- مواد
موضوع	:	Dental materials
موضوع	:	چینی‌دندان
موضوع	:	Dental ceramics
شناسه افزوده	:	چو، استیون ج.
شناسه افزوده	:	Chu, Stephen J.
شناسه افزوده	:	قنواتی، زهرا، ۱۳۶۸ -، مترجم
شناسه افزوده	:	رضایی‌دستجردی، مریم، ۱۳۵۹-، مترجم
شناسه افزوده	:	مهربان، نیکا، ۱۳۶۹-، مترجم
رده بندی کنگره	:	RK۵۴/م۲۱۳۹۷
رده بندی دیویی	:	۶۱۷/۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۴۳۴۵۸۰

نام کتاب: مبانی رنگ در دندانپزشکی: انتخاب و انطباق رنگ در دندانپزشکی زیبایی

مترجمین: دکتر مریم رضایی دستجردی، دکتر زهرا قنواتی، دکتر نیکا مهربان

ویرایش علمی: دکتر امین راهپیما

شمارگان: ۵۰۰ جلد

مدیر تولید: مهندس علی خزعلی

حروفچینی و صفحه آرایی: انتشارات شایان نمودار

طرح جلد: آتلیه طراحی شایان نمودار

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: تابستان ۱۳۹۸

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۳۸۸-۸

قیمت: ۴ ،۸۰۰ ،۰۰۰ ریال

شایان نمودار

دفتر مرکزی: تهران/ میدان فاطمی/ خیابان چهلستون/ خیابان دوم/ پلاک ۵۰/ بلوک B/ طبقه همکف/ تلفن: ۸۸۹۸۸۸۶۸

وب سایت: shayannemoodar.com

اینستاگرام: Shayan.nemoodar

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است. هیچ بخشی از این کتاب، بدون اجازه مکتوب ناشر، قابل تکثیر یا تولید مجدد به هیچ شکلی، از جمله چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی، فیلم و صدا نیست.

این اثر تحت پوشش قانون حمایت از مولفان و مصنفان ایران قرار دارد.)

مقدمه

همانگونه که درمان رستوریتیو بیماران باید از لحاظ فانکشن مناسب باشد باید از لحاظ فرم، زیبایی و مخصوصاً رنگ نیز مطلوب و مورد نظر بیمار و دندانپزشک باشد. از این رو فهم قوانین رنگ در دندانپزشکی زیبایی و طراحی لبخند اهمیت ویژه‌ای دارد.

این کتاب با زبانی ساده به آموزش اصول رنگ و نحوه تطابق رنگ می‌پردازد. خواندن این کتاب را به تمامی دانشجویان و همکاران گرامی توصیه می‌کنم.

از زحمات دستیاران عزیزم در بخش تخصصی سرکار خانم دکتر مهربانی و دکتر قنواتی نهایت تشکر را دارم.

دکتر رضایی

فهرست

فصل ۱ آموزش رنگ‌ها ۵

فصل ۲ تئوری رنگ ۱۰

فصل ۳ عناصر مؤثر بر رنگ ۲۲

فصل ۴ روش سنتی انتخاب رنگ ۴۱

فصل ۵ تطابق رنگ بر پایه تکنولوژی ۵۵

فصل ۶ فتوگرافی دیجیتال ۷۱

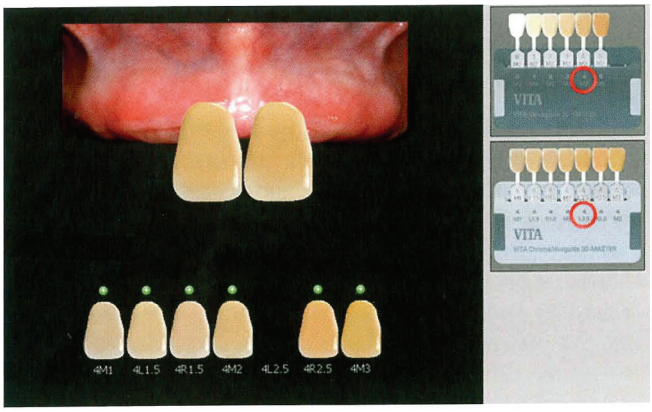
فصل ۷ انتخاب مواد ۷۷

فصل ۸ بازسازی موفقیت آمیز رنگ‌ها ۹۲

فصل ۹ نمونه‌های کلینیکی ۱۰۶

فصل ۱

آموزش رنگ‌ها



محتوای این فصل:

پرورش مهارت انتخاب رنگ

ابزارها و برنامه‌های رایج برای انتخاب رنگ

فاکتورهای بسیاری از جمله سلایق شخصی، ابزارها، مواد، روش ها و شرایط، بر توانایی ما برای به دست آوردن یک تطابق رنگ[۱] دقیق اثر گذارند. علاوه بر این، اهمیت آموزش و تعلیم انتخاب رنگ نباید دست کم گرفته شود. Sproull در سال ۱۹۷۳ بیان کرد: «تکنولوژی رنگ بحث ساده ای نیست که بتوان بدون مطالعه فرا گرفت.

ظاهر رنگ در نتیجه نهایی رستوریشن های دندانی و مقبولیت آن ها نزد بیماران اهمیت بسزایی دارد. به همین دلیل آموزش رنگ اولین گام در مسیری است که منجر به نتایج قابل پیش بینی و بهبود زیبایی رستوریشن های دندانی می گردد.

پرورش مهارت انتخاب رنگ:

موزیسین های موفق، نقاش ها و سایر هنرمندان هم مستعد هستند و هم در زمینه هنر خود تحت تعلیم قرار گرفته اند و همچنان به تمرین و ارتقای مهارت های خود ادامه می دهند. در مقابل، ارزیابی کمی در زمینه این که آیا متوسط دندانپزشکان متخصص تطابق رنگ مناسبی انجام می دهند یا خیر، انجام شده است. علاوه بر این ها، آموزش در مورد رنگ ها نمی تواند بخشی از کوریکولوم دوران عمومی یا تخصص باشد.[۳-۱] سال ها تمرین انتخاب رنگ در شرایط نامناسب با استفاده از ابزارها و روش های ناکافی به سختی می تواند آموزش رنگ نام گذاری شود. مقالات نشان می دهند که دندانپزشکان اغلب توانایی تطابق رنگ خود را بیش از حد تخمین می زنند.[۵]

زمانی که از شرکت کنندگان مقاطع عمومی و تخصصی خواسته شد که ۱۶ جفت نمونه از راهنمای رنگ Vitapan classical[۲] را تطابق دهند تنها توانستند نیمی از نمونه ها را به درستی تطابق کنند.[۱] در مطالعه دیگری هیچ تطابق دقیقی صورت نگرفت و انتخاب مشاهده گرها دومین یا سومین انتخاب مناسب بود.

مطالعات متعددی در مورد آموزش رنگ ها انجام گرفته است. اولین آن ها در سال ۱۹۶۷ بیان کرد که تنها ۳ مؤسسه (از ۱۱۵ مؤسسه ای که پاسخ دادند) پیشنهاد یک دوره عملی آموزش رنگ دادند و تنها ۲/۳ کلاس ها به طور متوسط مربوط به موضوع رنگ بود. در مطالعه دیگری از ۶۹ دانشکده ای که پاسخ دادند ۲۶٪ تا ۱۷٪ آموزش داده شدند. مطالعه سومی در مورد آموزش رنگ در دوره ای عمومی و تخصصی دندانپزشکی در سال ۱۹۸۸ انجام شد. پاسخ ها از ۱۳۸ مؤسسه دریافت شد.[۳] متوسط تعداد ساعاتی که به موضوعات رنگ اختصاص یافت ۶/۶ بود و نیمی از موارد گزارش کردند محیط مناسبی برای این کار ندارند. علاوه بر این، ۸۵٪ پاسخ دهنده ها عقیده داشتند که نیاز به یک راهنمای رنگ سیستماتیک و جدید است. این گونه نتیجه گرفته شد که تلاش های بیشتری باید در مطالعه، تحقیق و کاربرد علم رنگ در تخصص های دندانپزشکی صورت پذیرد.

ابزارها و برنامه‌های رایج برای انتخاب رنگ

چندین برنامه چند رسانه ای آموزش رنگ در حال حاضر در دسترس هستند. هر برنامه ویژگی های خاص خود را دارد. اما همه با یک هدف طراحی شده اند: آموزش دندانپزشکان در تطابق رنگ به خلاصه ای در مورد هر یک از برنامه ها در زیر تهیه شده است:

کتاب "آموزش زیبایی و رنگ در دندانپزشکی" و مکمل های تمرینی آموزش رنگ در CD-ROM طراحی شده اند تا توسط متخصصین، آموزش دهنده ها و دانشجویان مورد استفاده قرار گیرند. این برنامه های آموزشی شامل یک set ابتدایی، set آموزشی و set پیشرفته هستند. Setهای ابتدایی و آموزشی هر یک شامل سه گروه هستند که از آسان تا سخت طبقه بندی می شوند. هر یک از این شش گروه از ۲۵ مربع کوچک و arranging set هایی تشکیل شده که تطابق رنگ را براساس تفاوت ها در والیو، کروما یا هیو و برای چالش بیشتر تفاوت ها برپایه همه ابعاد و جفت رنگ های احتمالی والیو/کروما-والیو/هیو و هیو/کروما می باشد. گروه پیشرفته (تصویر ۱-۱) حاوی ۱۵ مستطیل با تفاوت های رنگی است که به طور هم زمان هر سه بُعد رنگ را دارند. نرم افزار هم اولین و هم بالاترین امتیاز را ثبت می کند و شامل گزینه‌ای است که اطلاعات ورودی را پاک کرده و نرم‌افزار را برای استفاده کاربر بعدی آماده می کند.

یک برنامه مولتی مدیای پرطرفدار دیگر نرم افزار Tooth guide Trainer است که به همراه (Vita Zahn fabric) (تصاویر ۲-۱ و ۳-۱) ارائه می شوند که بخشی از برنامه آموزش رنگ تهیه شده توسط شرکت Jakstat است.

تمرین ها در این نرم افزار الزاماً شبیه آن هایی هستند که در Training Box موجود هستند. هر دو از shade Tab از راهنمای 3D-Master (Vita Zahn fabric) استفاده می کنند. این نرم افزار از تصویر Tab ها استفاده می کند در حالی که Training Box از خود shade Tab ها به صورت فیزیکی استفاده می کند.

این برنامه براساس روش سه مرحله ای 3D تطابق رنگ (انتخاب والیو-کروما-هیو) طراحی شده است. جمع ۴، ۸ و ۱۵ برای تطابق دادن صحیح نیاز هست تا مرحله ۱ انجام شود (انتخاب والیو) ۲ (انتخاب والیو-کروما) و ۳ (انتخاب والیو-کروما-هیو). پس از این ها کاربر با انتخاب ۱۵ والیو-کروما-هیو در مرحله آخر ادامه می دهد.

"A Contemporany Guide to Color shade Selection for Pros thodontics" یک DVD است که توسط انجمن دندانپزشکی آمریکا منتشر شده است.[۸] این مجموعه یک ابزار

---

۱) shade matching
۲) shade guide

جدول ۱-۱: برنامه ها و کتاب های منتشر شده در مورد انتخاب رنگ

	Format	Publisher	Features
Esthetic Color Training in Dentistry	Book and CD-ROM	Mosby	Interactive CD-ROM enhances understanding of the text.
Toothguide Trainer & Toothguide Training Box	Online software and training box	Vita Zahnfabrik	Easily accessible digital practice can be supplemented by physical shade tabs.
A Contemporary Guide to Color & Shade Selection for Prosthodontics	DVD	American College of Prosthodontists	Educational tool; good for building foundational knowledge.
Dental Color Matcher	Online software	Vita Zahnfabrik	Comprehensive training software and video available free online.

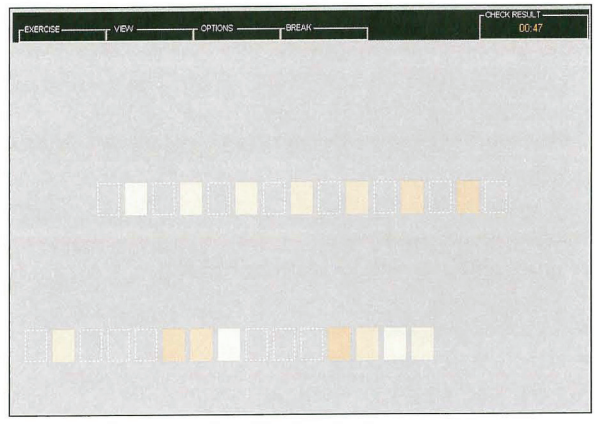


Fig 1-1 Color Training Exercises, advanced set.

آموزشی است که ۶۳ تصویر و ۱۲ ویدیوی آموزشی دارد.

در بخش اول، موضوعات کلی در مورد رنگ ها مورد بحث قرار گرفته است: دسته بندی سه گانه رنگ ها، مشکلات visual، ترکیب رنگ هـا، Color wheel، توصیفی از رنگ و ارتباط بین ابعاد رنگ و دو سیستم نمادهای رنگ ها: Munsell و CLELAB

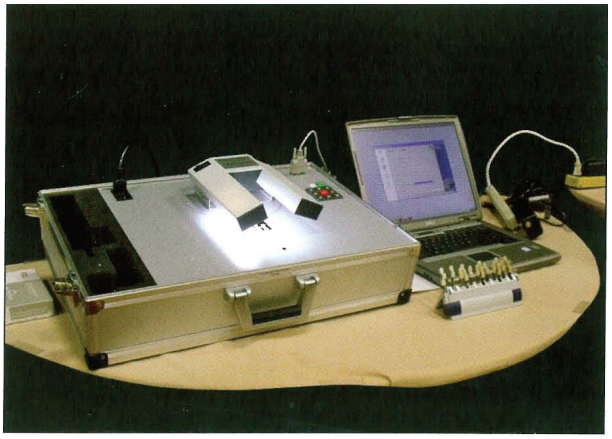
بخش دوم آن به رنگ دندان انسان، راهنمای رنگ های دندانی و راهنمای انتخاب رنگ دیجیتال می پردازد. DVD همچنین شـامل جزئیات guide line برای انتخاب رنـگ بر مبنای زیبایی و روش های پیشنهادی و بررسی موارد زیر است:

پارامترهای منبع نوری- حجم و موقعیت منبع نور- متامریسم- رنگ های اطراف- فاصله تطابـق رنگ - مدت زمان انتخاب رنگ- موقعیت بیمار- موقعیت دندان مثل انتقال نور و خصوصیات سطحی آن (براق بودن و texture- ترانسلوسنسی و ترانسپرنسی- انتخاب رنگ عاج و لثه).

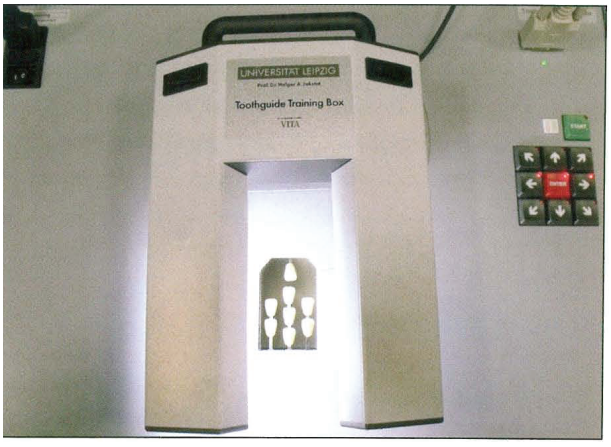
-سـهولت انتخـاب رنـگ و ارتبـاط بـا تکنسـین لابراتـوار دندانپزشـکی با اسـتفاده از دیاگرام هـا و تصاویر دیجیتال بیشـتر می‌شود. نهایتاً تطابق رنگ های دندانی (Vita Zahn fabric) یک برنامه آموزش آنلاین رایگان اسـت که از طریق وب سـایت انجمن رنگ و زیبایی در دندانپزشـکی (www. Scadent.org/dcm) قابل دسترسـی اسـت. این برنامه ترکیبی از تمرین های تطابق دادن رنگ و ویدیوهای آموزشی است.

اولین تمرین در ایـن برنامه کامپیوتـری "closet تطابق" بوده و از کاربـر می خواهد کـه بهترین انتخاب را بـرای shade Tab 4 انتخابی با استفاده از Linear guide 3D- master Tab ها انجام دهد (تصویر ۴-۱). پس از ایـن، یک ویدیوی ۲۵ دقیقه ای اطلاعاتی در مورد نقش رنگ در زیبایی معاصر و دندانپزشـکی زیبایی، مهارت های انتخابی رنگ و موفقیت متخصصین در دندانپزشکی، ابعاد رنگ و رنگ دندان های انسـان و روش انتخاب رنگ در دندانپزشکی ارائه می دهد. این ویدیو به طور مشخص بر روش های دیدن اثر می گذارد و به مواردی مثل سـابقه، جنسـیت، آموزش، تطابق رنگ و همچنین تکنیک هایی برای پیش بینی موفقیت تطابق رنگ بصری می پردازد.

پـس از این ویدیو، کاربـران با تمرین هایی تطابـق pairs برای تطابق دادن ۲۹ جفـت linear guide 3D – Master (۱۵ جفت روشـن تر و ۱۵ جفت تیره تـر) انجام می دهند (تصویـر ۵-۱). این تمرین تطابق، شـبیه تست اولیه "closet تطابق" است. به جز این که در این جـا تطابق دقیق تری با هر Tab داریـم. گام بعدی یک آزمون



شکل ۲-۱: Toothguide Training Box و برنامه های مرتبط با آن



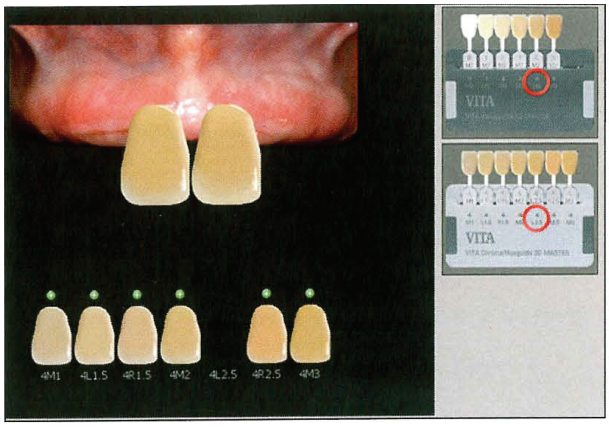
شکل ۳-۱: Toothguide Training Box همراه با ناحیه ای که توسط نور اصلاح شده روشن شده است.

است که کاربر به ۱۲ سؤال چند گزینه ای مرتبط با اطلاعاتی که از ویدیو به دست آمده پاسخ می دهد. پس از پایان برنامه، کاربر می تواند یک بررسی انجام دهد، برنامه را ارزیابی کند و تفاوت قوت و ضعف آن را بیان کند. بنابه درخواست، متخصصین دندانپزشکی می توانند ۲ ساعت آموزش پیوسته داشته باشند. در حالی که همه کاربران گواهی دریافت می کنند که توسط انجمن رنگ و زیبایی در دندانپزشکی تصدیق شده که کاربر این برنامه را به پایان رسانده است.

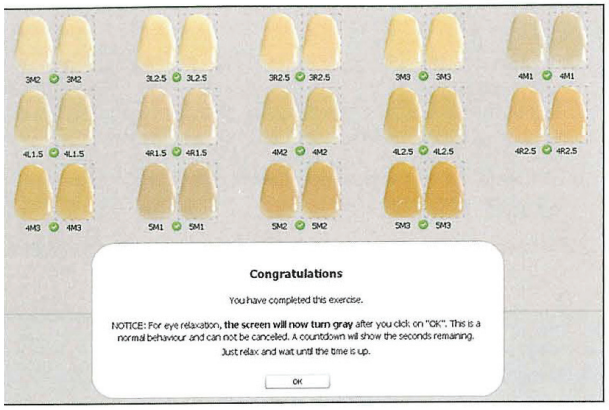
آموزش دهنده های دندانپزشکی که می خواهند از این برنامه برای دانشجویان عمومی یا تخصصی استفاده کنند یا دوره های بازآموزی برای اساتید برگزار کنند می توانند درخواست یک کد پروژه داشته باشند که داشتن این کد به آن ها اجازه می دهد که مستقلاً به نتایج هر یک از کاربران دسترسی داشته باشند.

نتیجه

پیشرفت های مهمی در زمینه آموزش رنگ ها در دندانپزشکی رخ داده است. کتاب های جدید و سایر ابزارهای در دسترس،



شکل ۴-۱: برنامه Dental Color Matcher. تمرین انتخاب بهترین و نزدیکترین تطابق رنگ



شکل ۵-۱: برنامه Dental Color Matcher. تمرین انتخاب جفت رنگ ها: ۱۴ جفت رنگ تیره تر با موفقیت انتخاب شده اند.

برنامه‌های آموزشی روی CD-ROM، برنامه های آنلاین و shade Tab های فیزیکی و در دسترس هستند. همه این منابع و برنامه ها آموزش ارزشمندی در زمینه رنگ ارائه می دهند.

برنامه های آنلاین، دسترسی رایگان را برای تعداد زیادی از کاربران (کلینیسین ها، تکنسین های دندانی، استادان، دانشجویان و محققین) که به دنبال آموختن مباحث رنگ ها هستند فراهم می کند. اطلاعات و مهارت هایی که از طریق این برنامه ها کسب می شوند مهارت های اساتید را تکمیل می کنند و بستر مناسبی برای کار آن ها ایجاد می کند.

خلاصه

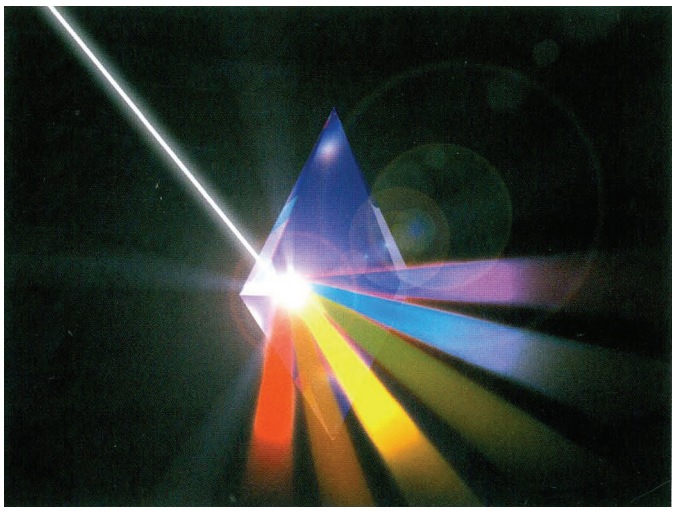
نتایج تطابق رنگ می تواند با آموزش و تعلیم بهبود یابد. اکثر برنامه های آموزش رنگ نسبتاً جدید بوده و متأسفانه تعداد کمی در واحدهای آموزشی عمومی و تخصصی آموزش دندانپزشکی گنجانده می شوند. بنابراین استفاده از برنامه های در دسترس و ایجاد ابزارهای جدید باید گام بعدی در آموزش رنگ و آموزش در دندانپزشکی باشد.

References

1. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 1973;29: 416–424.
2. O'Keefe KL, Strickler ER, Kerrin HK. Color and shade matching: The weak link in esthetic dentistry. Compendium 1990;11:116–120.
3. Goodkind RJ, Loupe MJ. Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 1988. J Prosthet Dent 1992;67:713–717.
4. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching, J Prosthet Dent 1998;80:642–648.
5. Paravina RD. Performance assessment of dental shade guides. J Dent 2009;37(Suppl 1):e15–20.
6. Paravina RD, Powers JM. Esthetic Color Training in Dentistry. St Louis: Mosby, 2004.
7. Haddad HJ, Jakstat HA, Arnetzl G, et al. Does gender and experience influence shade matching quality? J Dent 2009;37(Suppl 1):e40–e44.
8. Goodacre CJ, Paravina RD, Bergen SF, Preston JD. A Contemporary Guide to Color and Shade Selection for Prosthodontists [DVD]. Chicago: American College of Prosthdontists, 2009.
9. Dental Color Matcher training program. http://www.scadent.org/dcm. Accessed 10 February 2010.

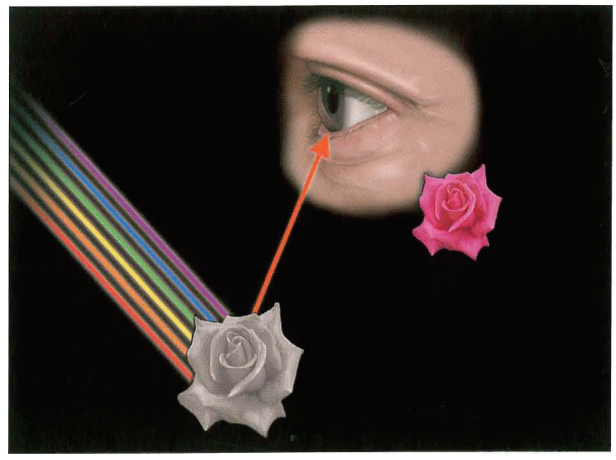
فصل ۲

تئوری رنگ

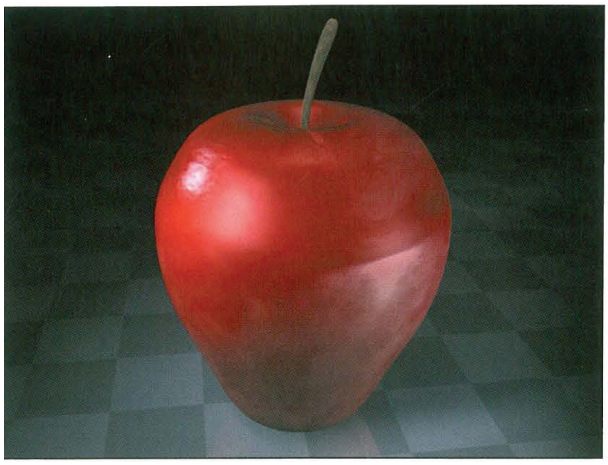


محتوای فصل:

فیزیک رنگ
بازسازی رنگ ها
رنگ در دندانپزشکی



شـکل ۱-۲: طول موج های نور از جسم (گل) بازتاب شده و به چشم می رسند که منجر به مشاهده رنگ (صورتی) توسط مشاهده گر می شوند.



شکل ۲-۲. یک سیب قرمز. توصیف رنگ آن یک پاسخ حسی و غریزی است.

از گذشته افراد بسیاری در مورد این موضوع اندیشیده اند که: اگر تکـه ای چوب درخت را به میان دسـته ای از چوب ها پرتاب کنیم و فردی آن جا حضور نداشته باشد تا صدای افتادن آن را بشنود آیا واقعا صدایی تولید خواهد شد؟ در مبحث تئوری رنگ همین سؤال به نحو دیگری بیان می شـود: اگر گلبرگ های یک گل رز صورتی باشـند و کسی نباشد که آن ها را مشاهده کند، آیا آن ها حقیقتاً صورتی هستند؟ طبق تئوری رنگ ها پاسـخ خیر اسـت. دلیل این پاسخ عجیب به این سـؤال این اسـت که برای این که رنگی وجود داشته باشد لازم است سه عنصر به صورت هم زمان وجود داشته باشند: نور، جسم و بیننده (شکل ۱-۲). اگر این سه عنصر وجود نداشته باشند، رنگ به گونه ای که ما می شناسیم وجود نخواهد داشت.

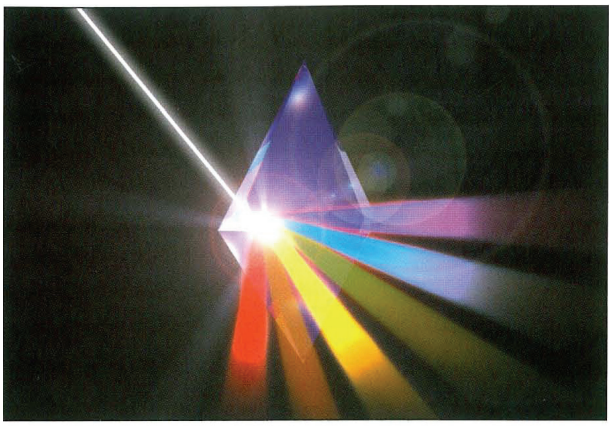
بهترین توصیفی که برای رنگ وجود دارد این اسـت که یک علم خلاصه شـده اسـت. رنگ از نظر فطری و احساسـی جذاب است. درک رنگ فردی است، افراد ممکن است یک شی را به صورت‌های مختلفی ببینند. برای مثال سـیبی را که در شـکل ۲-۲ نشان داده شده اسـت در نظر بگیرید. اکثر افراد رنگ آن را به عنـوان قرمز توصیف می کنند. سـایرین ممکن اسـت یک گام فراتـر رفتـه و آن را قرمز آلبالویـی (cran berry red) توصیـف نمایند. یـا از از اصطلاح قرمز مرمری (vibrant ruby red) اسـتفاده کنند. اغلب دسـت یافتن به یک نتیجه مورد قبول همه براسـاس ارزشـیابی مشاهده ای به تنهایی میسـر نیست. فاکتورهای زیادی هستند که بر درک یک فرد از رنگ تأثیر می گذارد از جمله: وضعیت روشـنایی و نور محیط، اثر پس زمینه، کور رنگی، تفاوت دید دو چشـمی، خستگی چشم، سن و سـایر فاکتورهـای فیزیولوژیک (به فصل ۳ مراجعه شـود). اما در غیاب این فاکتورهای فیزیکی هر بیننده ای براساس تجربه قبلی خود از رنگ‌هایی که دیده اسـت، رنگ هایی که می بیند را به طور متفاوتی تفسـیر می کند. علاوه بـر این، هر بیننده ای رنگ هر شـیء را با واژه متفاوتی توصیف می کند.[۹-۱]

رنـگ ویژگـی هایـی قابـل انـدازه گیـری دارد کـه آگاهی دندانپزشـک از آنهـا و پروسـه بازسـازی رنگ‌هـا، به طـور اولیه در ارزیابـی و تطابـق رنگ‌هـا در دندانپزشـکی کمـک خواهـد کرد.

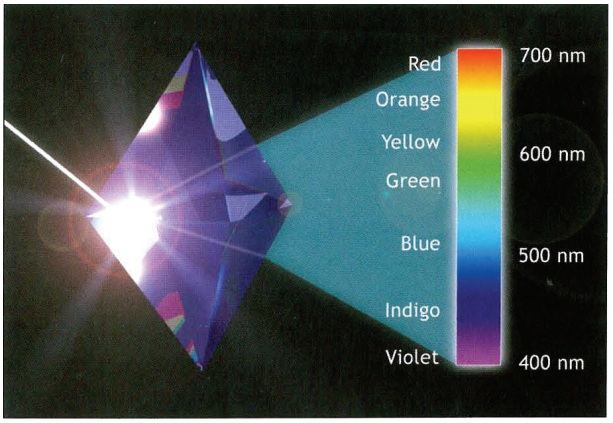
فیزیک رنگ

رنگ به طـور کلی به عنـوان یک بخـش از هنر در نظـر گرفته می‌شـود اما حقایق علمی در پس نظریه رنگ نهفته اسـت. اسـحاق نیوتن نخسـتین فردی بود که رنگ ها را از نظر فیزیکی تجزیه کرد. او متوجه شد که یک دسته نور سفید با عبور از منشور می تواند براساس طول موج به اجزای رنگی مختلف تقسـیم شود (شکل ۳-۲). نیوتن طیف پیوسـته به دسـت آمده را به عنوان یک گستره (spectrum) توصیف کرد و آن ها را به این ترتیب نام گذاری نمود: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش. که مرسـوم است برای به یاد ماندن این ترتیب در حافظه از سـر واژه Roy G.Biv[1] استفاده شود. این طول موج ها توسط سه نوع گیرنده رنگ دریافت می شوند (این گیرنده ها مخروط نامیده می شوند.) که در در چشم انسان با نورهای قرمز، سبز و آبی تحریک می شـوند. چشم انسان فقط می تواند طول موج هایی را دریافـت کند که در طیف نور مرئی جـای می گیرند.[1] در اصطلاح فیزیکی: طول موج هـای مرئی از ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر متغیر هسـتند (شـکل ۴-۲ و ۵-۲). هر "hue" بـه طور دقیق با طـول موجش یا

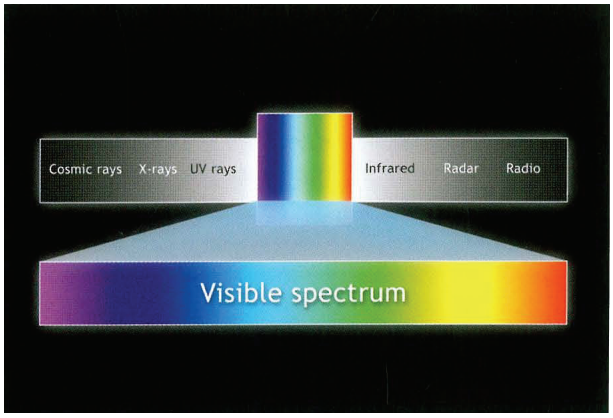
1) Red, Orange , Yellow, Green, Blue, Indigo and Violet



شـکل ۳-۲. عبور نور از یک منشور باعث تجزیه آن به فرکانس رنگ های مختلف می شود که طول موج نامیده می شوند.



شکل ۴-۲. طول موج های نور مرئی از ۴۰۰nm (بنفش) تا ۷۰۰ nm (قرمز).

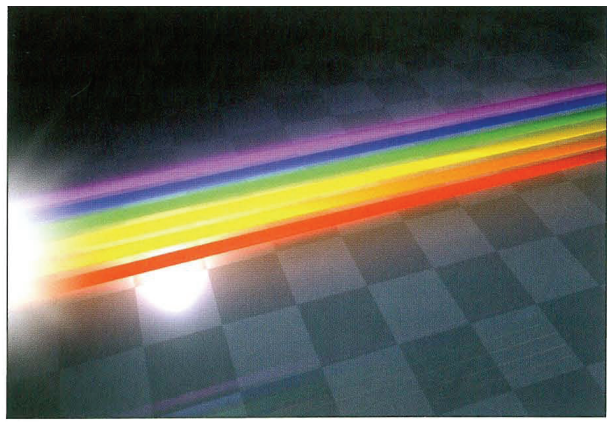


شکل ۵-۲. طیف نور مرئی در مقیاس با طیف الکترومغناطیس.

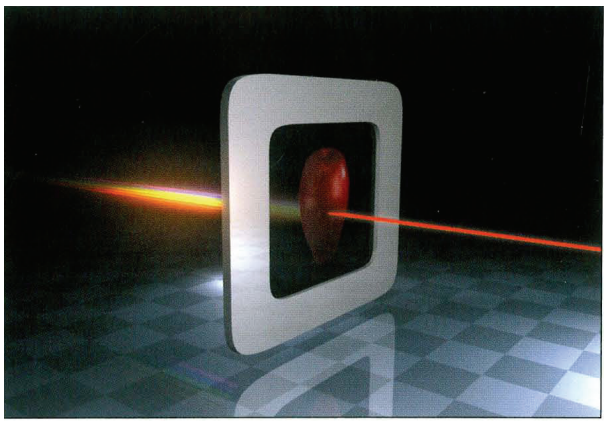
TABLE 2-1 Wavelengths of colors

Color	Wavelength (nm)*
Red	650–800
Orange	590–649
Yellow	550–589
Green	490–539
Blue	460–489
Indigo	440–459
Violet	390–439

*1 nm = 0.000001 mm.



شکل ۶-۲. تابش نور



شکل ۷-۲. انتقال نور

فرکانسش تعریف می شود (جدول ۱-۲).

پیشـرفت مهم نیوتن در مطالعه رنگ ها توجه هـا را به منبع نور جذب کرد. مشـاهدات او ساده بودند: نور سـفید محتوی همه رنگ ها اسـت. اگر یک جسـم به رنگ خاصی به نظر می رسد، بدان معنی است که نوری که هنگام مشاهده جسـم به چشم ما می رسد به گونه ای توسط جسـم دچار تغییر شده است. به بیان دیگر، این تداخل نور با جسـم است که درک رنگ را ممکن می سازد. بنابراین بدون وجود نور، رنگی هم وجود نخواهد داشت.

پروسه اصلی درک رنگ ها به صورت زیر توصیف می شود، نور از یک منبع نوری تابیده می شود. نور می تواند به طور مستقیم به چشم برسـد، یا این که یکی از این دو حالت پیش بیاید: به جسـم برخورد کند یا از آن عبور کند. اگر نور به یک جسـم برخورد کند، قسـمتی از نور توسط جسـم جذب می شـود. طول موج هایی که جذب نشده انـد (مانند آن هایی که بازتاب می شـوند، عبور می کنند یا مسـتقیماً به چشـم می رسند)، توسـط سـلول های گیرنده (مانند سلول های اسـتوانه ای و مخروطی در چشم) دریافت و توسط مغز به عنوان یک رنگ خاص شـناخته می شـوند. اجزای این پروسه در زیر توصیف شده اند:

تابش Emission

تابش نور از یک منبع از طریق یک پروسـه فیزیکی یا شـیمیایی اتفاق می افتد (شـکل ۶-۲). هر پروسـه ای در طول موج مشخصی نور بیشـتری نسـبت به بقیه تولید می کنـد. برای تولید نور سـفید ایـده آل، یک منبع نـوری باید دقیقاً مقدار یکسـانی از هر طول موج تولید کند. در برخی موارد اجسـام سـاطع کننـده رنگ های خاصی تولیـد می کنند، این اجسـام مانند مانیتور کامپیوتر رنـگ را با تابش مقدار مشـخصی از ترکیب طول موج های قرمز، سبز و آبی تولید می کنند. این پروسـه با جزئیات بیشـتر در این فصل توضیح داده شـده است.

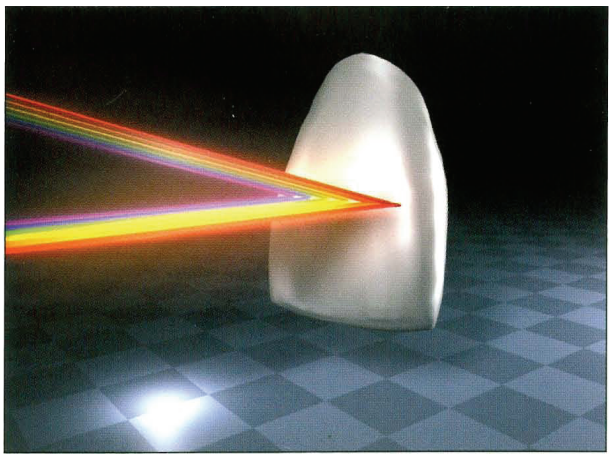
هیچ منبع نوری نمی تواند نور سـفید ایـده آل تابش کند و دقیقاً حجم یکسـانی از هر طول موج را داشته باشـد. تنها طول موج های (رنگ های) مشـخصی وجود دارند که با جسم تداخل می کنند. این پدیده توضیح می دهد که چرا اجسـام هم رنگ وقتی در منابع نوری متفاوتی مشـاهده می شـوند با رنگ های مختلفی دیده می شوند (به فصل ۳ مراجعه کنید).

انتقال و جذب

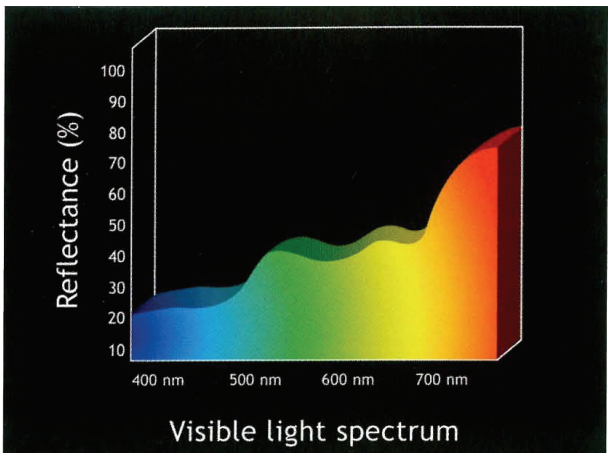
انتقال زمانی اتفاق می افتد که نور از یک جسـم ترانسـپرنت یا ترانسلوسـنت مانند یک اسـلاید یا فیلم عبور می کند (شکل ۷-۲). اگـر نور با مولکول ها یا ذرات بزرگ تـر در ماده برخورد کند، برخی از طول موج های نور جذب می شـوند. تعـداد پرتوهای نور و طول موج مشـخص (رنگ) که جذب می شوند، توسط دانسیته تعیین می شود. طول موج هایی که انتقال پیدا کرده اند (تحت عنوان spectral data) رنگی که درک می شود را تشـکیل می دهند. اگر جسم کاملاً اپک باشـد، همه نور جذب شده و جسم سیاه رنگ دیده خواهد شد. در اکثر موارد، برخـی از طول موج ها (رنگ ها) جذب شـده و بقیه انتقال پیـدا می کنند. اگر ایـن اتفاق بیفتد، رنگی که درک می شـود پاسخی است به طول موج هایی که انتقال پیدا کرده اند. برای مثال اگر یک جسم نور قرمز را جذب کند و نورهای سبز و آبی را منتقل سازد، ترکیبی از نورهای آبی و سـبز (تحت عنوان یشمی cyan) دیده می شود.

بازتابش و جذب

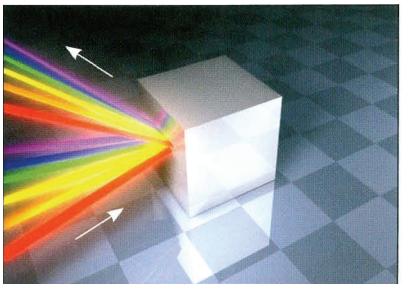
بازتابـش زمانی اتفاق می افتد که اشـعه های نور به یک جسـم



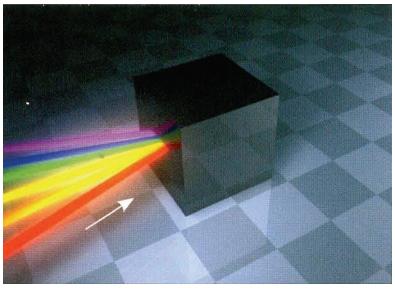
شکل ۸-۲. بازتابش نور



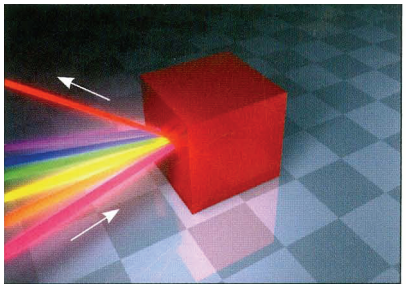
شکل ۹-۲. نمودار نشان دهنده درصد طول موج های بازتاب شده از جسم است. این درصد، به صورت هر ۱۰mm در طیف نور مرئی اندازه گیری می شود (۴۰۰ تا ۷۰۰ nm). نمودار حاصله منحنی spectral نام دارد و معادل اثر انگشت رنگی هر جسم است.



شکل ۱۰-۲. یک جسم سفید ایده آل تمامی طول موج های نور را بازتاب خواهد کرد.



شکل ۱۱-۲. یک جسم سیاه ایده آل تمامی طول موج های نور را جذب خواهد کرد.

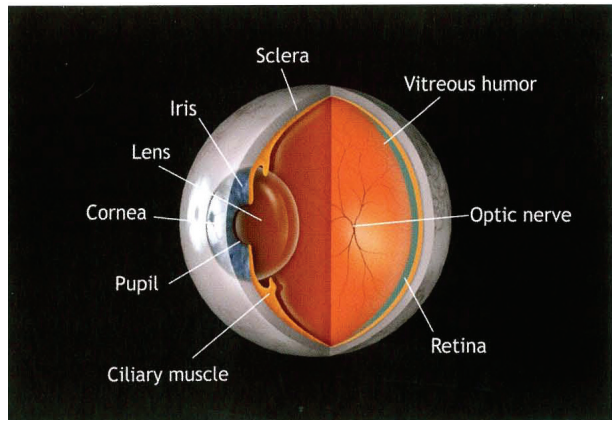


شکل ۱۲-۲. یک جسم قرمز رنگ نور قرمز را بازتاب کرده و سایر طول موج ها را جذب می کند.

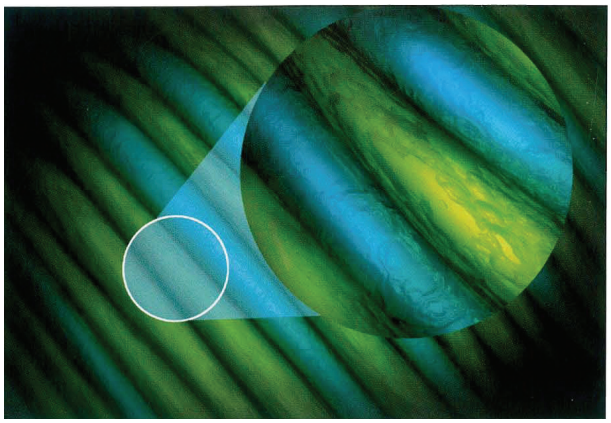
جامد مثل سیب یا عکس برخورد کرده و سپس بازتاب شوند (شکل ۸-۲). بسته به ساختار مولکولی و دانسیته جسم یا ماده حد واسط طول موج های (رنگ های) مشخصی جذب شده و بازتاب نمی شوند. طول موج هایی که بازتاب می شوند، رنگی که دیده می شود را می سازند (شکل ۹-۲). از نظر تئوری، جسمی که همه نورها را بازتاب می کند به رنگ سفید به نظر خواهد رسید (شکل ۱۰-۲) و جسمی که همه نورها را جذب می کند سیاه دیده می شود (شکل ۱۱-۲). در اکثر موارد، جسم مقداری از طول موج ها (رنگ ها) را جذب کرده و بقیه را بازتاب می کند (شکل ۱۲-۲). اگر این اتفاق بیفتد، جسم به رنگ طول موجی که بازتاب می شود به نظر خواهد رسید. بنابراین، جسمی که طول موج سبز را جذب کرده و طول موج های قرمز و آبی را بازتاب می کند به صورت ترکیبی از قرمز و آبی به نظر خواهد رسید (تحت عنوان magenta ارغوانی).

ادراک

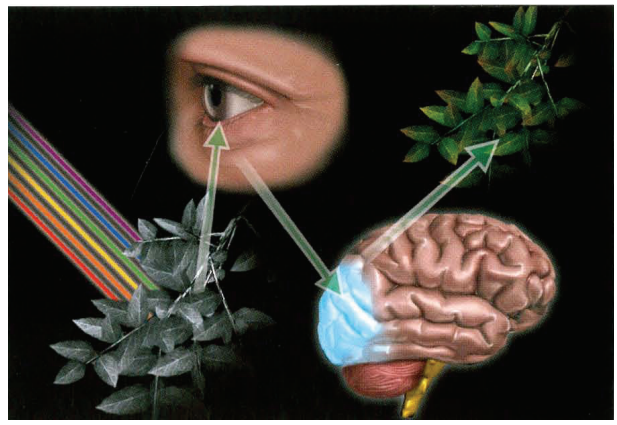
طول موج هایی که به چشم ما می رسند (از طریق تابش، بازتابش یا انعکاس)، توسط سلول های حسی عنبیه به نام سلول های استوانه ای و مخروطی دریافت می شوند. (تصاویر ۱۳-۲ و ۱۴-۲). استوانه‌ای‌ها درجه روشنی رنگ را دریافت می کنند (brightness)، مانند شدت اشعه های نوری که به چشم می رسند. مخروطی ها hue را دریافت می کنند، مانند رنگ. همان طور که قبلاً ذکر شد، چشم انسان از سه نوع مخروط تشکیل شده است، هر کدام دریافت کننده



شکل ۱۳-۲. شبکیه چشم سه نوع سلول مخروطی دارد که مسئول دریافت رنگ هستند، سلول های استوانه‌ای نیز مسئول دریافت درجه روشنی و تیرگی می باشند.



شکل ۱۴-۲. تعداد سلول های مخروطی شبکیه (آبی) بسیار کمتر از سلول های استوانه ای (سبز) است.



شکل ۱۵-۲. درک رنگ در مغز اتفاق می افتد.

یکی از طول موج های قرمز، آبی و سبز هستند. سایر طول موج ها هر یک از این سلول ها را با شدت های مختلفی تحریک می کنند. سپس سلول‌های مخروطی سیگنال هایی را به مغز می فرستند که آن ها را به رنگ ترجمه کند (شکل ۱۵-۲).

نکته کلیدی برای درک این مفهوم این است که الگوی طول موج که توسط چشم دریافت می شود مانند اثر انگشت یک رنگ است.[1] این اثر انگشت از گستره ای از داده های تشکیل شده است که از اجتماع طول موج های نور بازتاب شده درست شده اند. این گستره به عنوان یک رفرنس درصد نورهای بازتاب شده و interval توزیع طول موج ها را به عنوان منحنی گستره بازتابش نشان می دهد (شکل ۹-۲ را ببینید). بنابراین در شکل ۲-۲ سیب به خودی خود قرمز رنگ نیست. رنگی که دریافت می شود فقط به عنوان طول موج های بازتاب شده است و رنگی که ما حس می کنیم و به عنوان قرمز به خاطر می آوریم در حقیقت فقط در ذهن ما وجود دارد (جدول ۲-۲).

بازسازی رنگ ها

رنگ ها از طریق همان مکانیسم های قبلی که رنگ توسط انسان دیده می شد با عنوان مدل های سه بعدی رنگ مجدداً بازسازی می شوند. این پروسه تحت عنوان داده سه محرکی tristimuluse data از قبیل تابش، بازتابش یا انتقال نور (براساس نوع ماده واسط) نام برده می شود. رنگ ها ممکن است بسته به این که چگونه دوباره سازی می شوند متفاوت به نظر برسند.

Tristimuluse data: ویژگی هایی که چگونگی مشاهده رنگ ها در نظر بیننده را توصیف می کنند به بیان دیگر این که چگونه اطلاعات رنگ ها توسط یک دستگاه مانند مانیتور کامپیوتر یا پرینتر تحت عنوان هماهنگی رنگ color coordinate/values بازسازی می شوند.