مقدمه

آیا همان تصوری که ما از طبیعت در ذهنمان داریم، موجودات دیگر نیز دارند؟ آیا آن ها هم همان رنگ هایی را می بینند که ما می بینیم؟ علت اینکه می بینیم چیست و چرا سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی (RGB) همه طیف های رنگی ما را تشکیل می دهند؟ جالب است بدانید طبیعت هیچ رنگی ندارد و همه این رنگ ها در چشم و مغز ما تجسم می یابد. در این مقاله می خواهیم به توضیح این جمله عجیب بپردازیم.

رنگ ها در دنیای ما

گل رز قرمز و گل بنفشه آبی است. رنگ ها، هنر و پدیده های فیزیکی را نیز جذاب می کنند. از نظر فیزیکدانان، رنگ اجسام در خود اجسام یا حتی در نوری که تابش یا بازتاب می‌کنند نیست. رنگ یک تجربه فیزیولوژیکی است و در چشم بیننده قرار دارد. بنابراین، وقتی می گوییم رنگ گل رز قرمز است، در معنای دقیق تر به این معناست که قرمز به نظر می رسد. بسیاری از موجودات زنده، از جمله افرادی که دارای دید رنگی معیوب هستند، گل رز را به هیچ وجه قرمز نمی بینند.

رنگ هایی که می بینیم به فرکانس (بسامد) نوری که وارد چشم می شود، بستگی دارد. فرکانس های مختلف نور به عنوان رنگ های مختلف درک می شوند. کمترین فرکانس نور مرئی که می‌توانیم تشخیص دهیم برای اکثر مردم به رنگ قرمز و بالاترین فرکانس به صورت بنفش به نظر می‌رسد. بین آنها تعداد بی نهایت رنگی است که طیف رنگی رنگین کمان را تشکیل می دهد. طبق قرارداد، این رنگ ها به هفت رنگ قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی

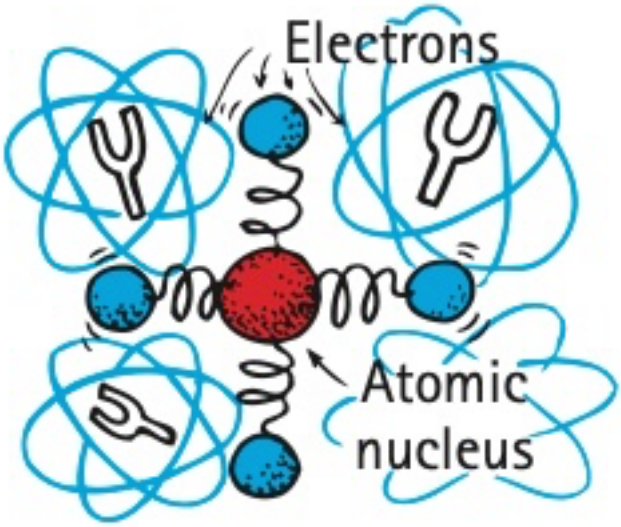
و بنفش گروه بندی می شوند. نورهای این رنگ ها با هم سفید به نظر می رسند. نور سفید خورشید ترکیبی از تمام فرکانس های نور مرئی است.

بازتاب انتخابی

به جز منابع نوری مانند لامپ ها، لیزرها و لوله های تخلیه گاز، بیشتر اشیاء اطراف ما به جای انتشار نور، نور را بازتاب می دهند. آنها فقط بخشی از نوری را که به آنها می‌تابد بازتاب می‌کنند، بخشی که به آنها رنگ می‌دهد. به عنوان مثال، گل رز، نور تابش نمی کند بلکه نور را بازتاب می کند.

اگر نور خورشید را از یک منشور عبور دهیم و سپس گل رز قرمز تیره ای را در قسمت های مختلف طیف قرار دهیم، گلبرگ ها در تمام قسمت های طیف قهوه ای یا سیاه به نظر می رسند به جز در قرمز. در قسمت قرمز طیف، گلبرگها قرمز به نظر می رسند، اما ساقه و برگهای سبز، سیاه رنگ به نظر می رسند. این نشان می دهد که گلبرگ های قرمز توانایی بازتاب نور قرمز را دارند اما نور سایر رنگ ها را نه. به همین ترتیب، برگ های سبز این قابلیت را دارند که نور سبز را بازتاب کنند اما نور سایر رنگ ها را نه. وقتی گل رز در نور سفید نگه داشته می شود، گلبرگ ها قرمز و برگ ها سبز به نظر می رسند زیرا گلبرگ ها قسمت قرمز نور سفید و برگ ها قسمت سبز را بازتاب می کنند. برای درک اینکه چرا اشیا رنگ های خاصی از نور را بازتاب می کنند، باید توجه خود را به اتم معطوف کنیم.

نور از اجسام به شیوه ای مشابه با روشی که در آن صدا از یک دیاپازون "بازتاب" می شود، بازتاب می شود. یک دیاپازون وقتی نزدیک دیاپازون دیگر شود، می‌تواند باعث ارتعاش آن شود، حتی زمانی که فرکانس‌ها مطابقت ندارند، اگرچه دامنه‌های آن به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافته است. همین امر در مورد اتم ها و مولکول ها نیز صادق است. الکترون‌های بیرونی اتم های یک جسم، می‌توانند توسط میدان‌های الکتریکی موج الکترومغناطیسی به



ارتعاش وادار شوند. این الکترون‌ها پس از ارتعاش، موج الکترومغناطیسی خود را ارسال می‌کنند، درست همانطور که دیاپازون های صوتی، امواج صوتی را ارسال می‌کنند.

مواد مختلف دارای فرکانس های طبیعی متفاوتی برای جذب و تابش موج الکترومغناطیسی هستند. در یک ماده، الکترون‌ها به آسانی در فرکانس‌های معینی نوسان می‌کنند. در یک ماده دیگر، آنها به راحتی در فرکانس های مختلف نوسان می کنند.

بازتاب چیست؟ در فرکانس‌های تشدیدی که دامنه‌های نوسان در آن‌ها زیاد است، نور جذب می‌شود، اما در فرکانس‌های زیر و بالای فرکانس‌های تشدید، نور دوباره منتشر می‌شود. اگر ماده شفاف باشد، نور تابش شده از آن عبور می کند. اگر ماده مات باشد، نور تابش شده به محیطی که از آن آمده بازمی گردد. این بازتاب است.

معمولاً یک ماده نور برخی از فرکانس ها را جذب می کند و بقیه را بازتاب می کند. اگر ماده ای بیشتر نور مرئی را که به آن تابیده می شود جذب کند اما برای مثال قرمز بازتاب شود، قرمز به نظر می رسد. به همین دلیل است که گلبرگ

های گل رز قرمز قرمز و ساقه آن سبز است. اتم های گلبرگ تمام نور مرئی را جذب می کنند به جز قرمز که بازتاب می کنند. اتم های ساقه تمام نور را جذب می کنند به جز رنگ سبز که بازتاب می شود.

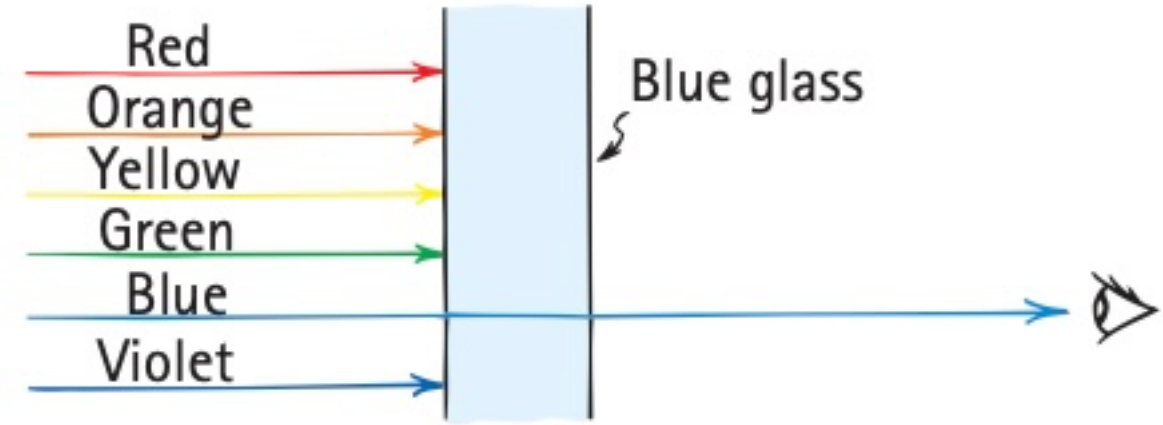
جسمی که نور تمام فرکانس های مرئی را بازتاب می کند، مانند قسمت سفید این صفحه، همرنگ نوری است که به آن می تابد(نور سفید). اگر ماده ای تمام نوری را که به آن می تابد جذب کند، هیچ کدام را بازتاب نمی کند و سیاه دیده می شود.

جالب اینجاست که گلبرگ های بیشتر گل های زرد مانند نرگس، قرمز و سبز و همچنین زرد را بازتاب می کنند. نرگس های زرد باند وسیعی از فرکانس ها را بازتاب می کنند. رنگ‌های بازتاب‌شده اکثر اجسام، رنگ‌های تک فرکانس خالص نیستند، بلکه از گستره‌ای از فرکانس‌ها تشکیل شده‌اند.

یک جسم فقط می تواند فرکانس هایی را که در نور تابش شده به آن وجود دارد، بازتاب کند. بنابراین ظاهر یک جسم رنگی بستگی به نوع نوری دارد که آن را روشن می کند. برای مثال، یک لامپ رشته‌ای، نور بیشتری را در فرکانس‌های پایین‌تر(قرمز) نسبت به فرکانس‌های بالاتر(بنفش) تابش می‌کند در نتیجه رنگ قرمزی را که در این نور مشاهده می‌شود، افزایش می‌یابد. در پارچه ای که فقط ردی از قرمز دارد، قرمز در زیر یک لامپ رشته ای بیشتر از زیر یک لامپ فلورسنت آشکار است. لامپ‌های فلورسنت در فرکانس‌های بالاتر غنی‌تر هستند و بنابراین رنگ آبی در زیر آنها افزایش می‌یابد. معمولاً ما رنگ "واقعی" یک جسم را رنگی که در نور روز دارد تعریف می کنیم. هنگام خرید لباس یا لوازم جانبی، رنگی که در نور مصنوعی می بینید ممکن است کاملاً متفاوت از رنگ واقعی باشد. در شکل زیر، توپ قرمزی را می بینید که در سمت راست، زیر نور سبز، در وسط زیر نور قرمز و در چپ زیر نور سفید قرار گرفته است. و رنگ هایی که مشاهده می کنید، متفاوت به نظر می رسند.

موج عبوری انتخابی

رنگ یک جسم شفاف به رنگ نوری که از آن عبور می کند، بستگی دارد. یک تکه شیشه رنگی حاوی رنگ‌ها یا رنگدانه‌ها است. تکه هایی که به طور انتخابی نور فرکانس های خاص را جذب می کنند و به طور انتخابی فرکانس های دیگر را عبور می دهد. یک تکه شیشه آبی، آبی رنگ به نظر می رسد زیرا همه فرکانس های نور سفید را جذب می کند، به جز آبی، که نور را از خود عبور می دهد.



از دیدگاه اتمی، الکترون های موجود در اتم های رنگدانه به طور انتخابی از نور فرودی فرکانس های خاصی را جذب می کنند. نور فرکانس های دیگر از مولکولی به مولکول دیگر در شیشه بازتاب می شود. انرژی نور جذب شده انرژی جنبشی مولکول ها را افزایش می دهد و شیشه گرم می شود. شیشه پنجره معمولی بی رنگ است زیرا نور تمام فرکانس های مرئی را به یک اندازه خوب عبور می دهد.

حال می توانید به پرسش های زیر پاسخ دهید:

1 . وقتی نور قرمز به گل رز قرمز می تابد، چرا برگ ها از گلبرگ گرم تر می شوند؟

2 . وقتی نور سبز به گل رز می تابد، چرا گلبرگ ها سیاه به نظر می رسند؟

3 . اگر هر منبع کوچکی از نور سفید را بین خود و یک تکه شیشه قرمز نگه دارید، دو بازتاب از شیشه خواهید دید: یکی از سطح جلو و دیگری از سطح پشت. هر بازتاب چه رنگی است؟

اکنون پاسخ های خود را با پاسخ های زیر مقایسه کنید:

1 . برگ ها انرژی نور قرمز را جذب می کنند، نه اینکه آن را بازتاب کنند، و آنها گرم تر می شوند.

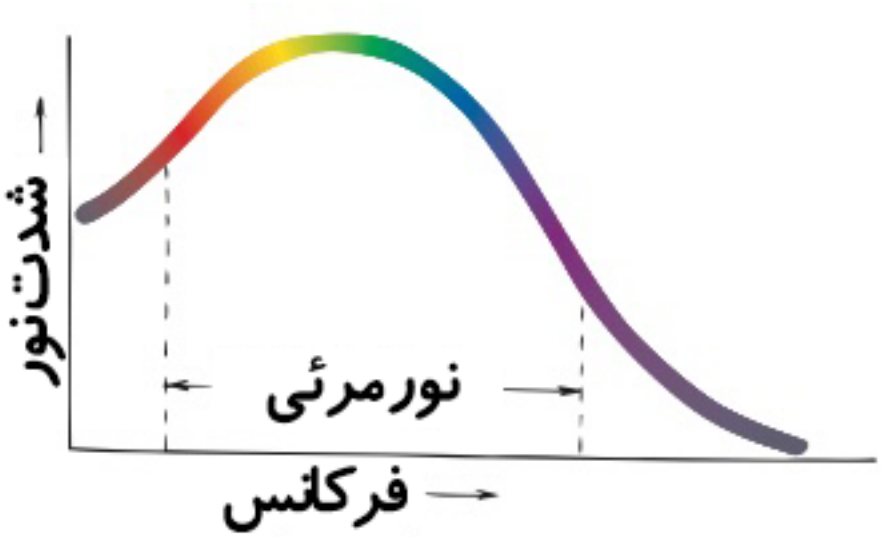
2 .گلبرگ ها به جای بازتاب، نور سبز را جذب می کنند. از آنجا که سبز تنها رنگی است که رز را روشن می کند و از آنجا که سبز حاوی قرمزی برای بازتاب نیست، رز هیچ رنگی را بازتاب نمی کند و سیاه به نظر می رسد.

3. بازتاب از سطح جلو سفید است زیرا نور به اندازه کافی به داخل شیشه رنگی نمی رود تا نور غیرقرمز را جذب کند. فقط نور قرمز به سطح پشتی می رسد زیرا رنگدانه های شیشه تمام رنگ های دیگر را جذب می کند و بنابراین بازتاب پشت قرمز است.

ترکیب نورهای رنگی

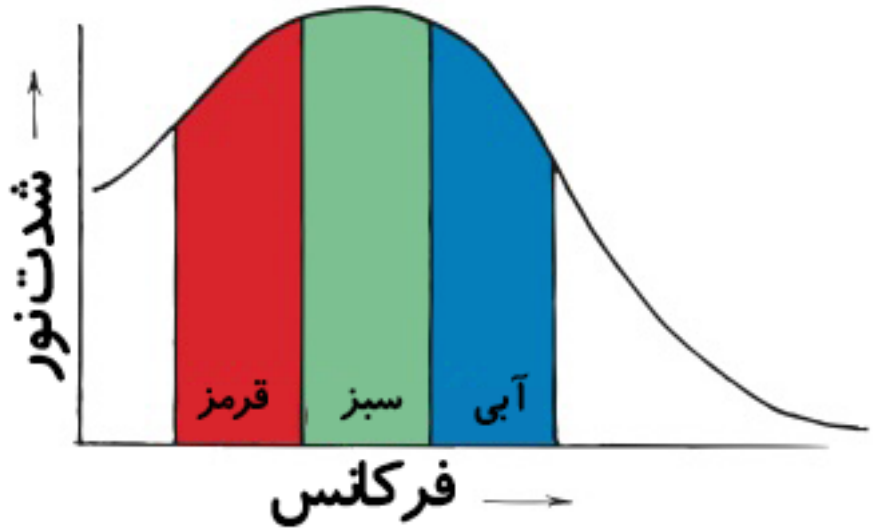
این واقعیت که نور سفید از خورشید ترکیبی از تمام فرکانس های مرئی است به راحتی اثبات می شود، همانطور که نیوتون برای اولین بار نزدیک به چهار قرن پیش هنگامی که نور خورشید را از یک منشور عبور داد و طیف رنگین کمانی را تشکیل داد و سپس از منشور دوم برای ترکیب مجدد استفاده کرد. آن طیف به نور سفید تبدیل می شود.

شدت نور خورشید برای فرکانس های مختلف، متفاوت است و در قسمت زرد-سبز طیف بیشترین شدت نور را دارد. جالب است بدانید که چشمان ما به گونه ای تکامل یافته اند که بیشترین حساسیت را در این محدوده داشته باشند.

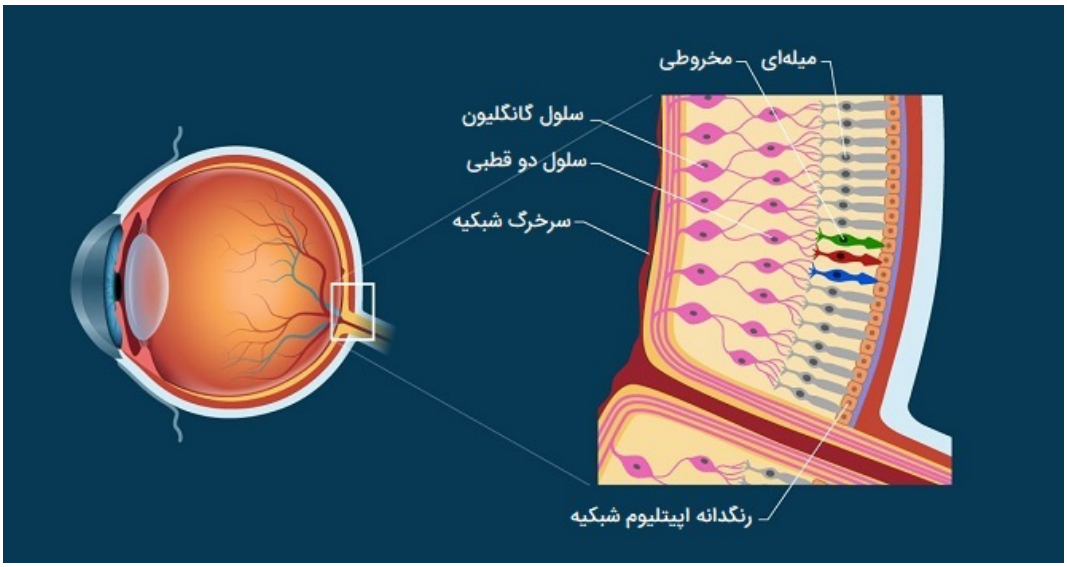


به همین دلیل است که این روزها بیشتر ماشین های آتش نشانی فرودگاه ها و همچنین توپ های تنیس، به رنگ زرد مایل به سبز، رنگ می شوند. حساسیت ما به نور زرد-سبز همچنین توضیح می دهد که چرا ما در شب در زیر نور لامپ های زرد بخار سدیم، بهتر از زیر لامپ های رشته تنگستن با همان روشنایی می بینیم.

همه رنگ ها با هم ترکیب می شوند، سفید می شوند. جالب اینجاست که درک رنگ سفید نیز تنها از ترکیب نور قرمز، سبز و آبی حاصل می شود. ما می توانیم این را با تقسیم منحنی تابش خورشید به سه ناحیه، درک کنیم.

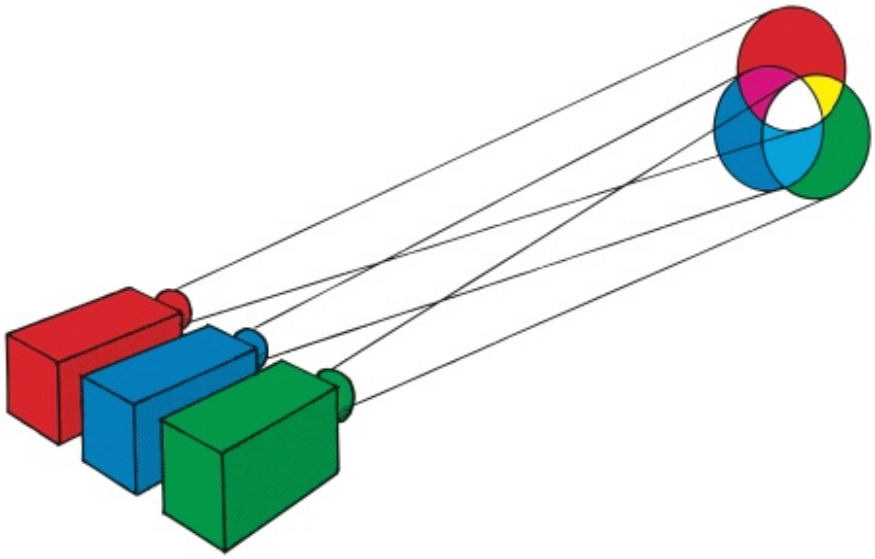


سه نوع گیرنده مخروطی شکل در چشم ما رنگ را درک می کنند. نور در یک سوم پایین‌ترین توزیع طیفی، مخروط‌های حساس به فرکانس‌های پایین را تحریک می‌کند و قرمز به نظر می‌رسد. نور در یک سوم میانی مخروط های حساس به فرکانس های میانی را تحریک می کند و سبز به نظر می رسد. نور در یک سوم بالاتر، مخروط های حساس به فرکانس های بالاتر را تحریک می کند و آبی به نظر می رسد. وقتی هر سه نوع مخروط به طور مساوی تحریک شوند، رنگ سفید را مشاهده می کنیم.



رنگ های اصلی

اگر نورهای قرمز، سبز و آبی را با شدت یکسان روی یک صفحه نمایش دهید، خواهید دید که در جایی که همه آنها روی هم قرار می گیرند، سفید تولید می شود. در جایی که دو رنگ از سه رنگ با هم همپوشانی دارند، رنگ دیگری تولید می شود.



در زبان فیزیکدانان گفته می شود که نورهای رنگی که روی هم قرار می گیرند به یکدیگر افزوده می شوند. بنابراین می گوییم که نور قرمز، سبز و آبی به هم افزوده می شوند تا نور سفید ایجاد شود. و هر دو رنگ از این نور برای تولید رنگ دیگری افزوده می شوند. مقادیر مختلف قرمز، سبز و آبی، رنگ هایی که هر یک از سه نوع مخروط ما به آنها حساس هستند، هر رنگی را در طیف تولید می کنند. به همین دلیل قرمز، سبز و آبی را رنگ های اصلی افزودنی می نامند. این سیستم رنگ که با حروف اول RGB شناخته می شود، در مانیتورهای کامپیوتر و تلویزیون نیز استفاده می شود. نقاط قرمز، سبز و آبی تصویر را ایجاد می کنند. فیروزه ای، زرد و سرخابی در جایی که جفت نقطه روی هم قرار می گیرند ظاهر می شوند. بررسی دقیق تصویر روی صفحه تلویزیون مجموعه نقاط ریز را که عرض هر کدام کمتر از یک میلی متر است، نشان می دهد. وقتی صفحه روشن می شود، ترکیب رنگ های RGB که در فاصله دور دیده می شوند، طیف کاملی از رنگ ها از جمله سفید را ارائه می دهند.

رنگ های مکمل

وقتی دو تا از سه رنگ اصلی افزودنی با شدت یکسان با هم ترکیب شوند، در اینجا چه اتفاقی می‌افتد:

قرمز + آبی = سرخابی

قرمز + سبز = زرد

آبی + سبز = فیروزه ای

ما می گوییم سرخابی مخالف سبز، زرد مخالف آبی و فیروزه ای مخالف قرمز است. حالا وقتی هر یک از این رنگ ها را به رنگ مقابلش اضافه می کنیم، رنگ سفید به دست می آید:

سرخابی + سبز = سفید (= قرمز + آبی + سبز)

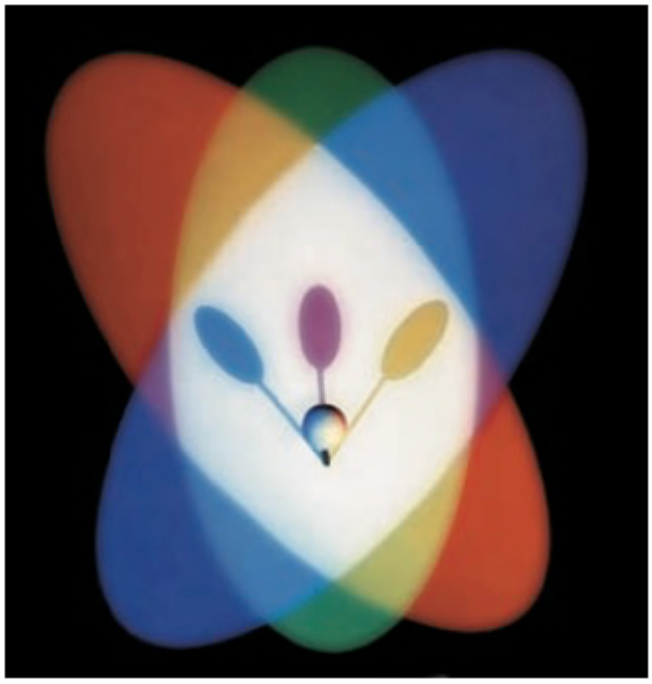
زرد + آبی = سفید (= قرمز + سبز + آبی)

فیروزه ای + قرمز = سفید (= آبی + سبز + قرمز)

وقتی دو رنگ با هم جمع می شوند و رنگ سفید ایجاد می کنند، رنگ های مکمل نامیده می شوند. هر رنگی دارای مقداری رنگ مکمل است که وقتی به آن اضافه شود، سفید می شود.

این واقعیت که یک رنگ و مکمل آن برای تولید نور سفید ترکیب می شوند، به خوبی در نورپردازی اجراهای صحنه استفاده می شود. برای مثال، نورهای آبی و زردی که بر روی پرده ها می تابد، اثر نور سفید را ایجاد می کنند – به جز جایی که یکی از این دو رنگ وجود ندارد، مانند سایه ها. سایه یک لامپ – مثلاً آبی – توسط لامپ زرد روشن می شود و زرد به نظر می رسد. به همین ترتیب، سایه انداخته شده توسط لامپ زرد آبی به نظر می رسد. این جالب ترین اثر است.

در شکل زیر، جایی که نورهای قرمز، سبز و آبی بر روی توپ گلف می تابد. به سایه های ایجاد شده توسط توپ توجه کنید. سایه میانی توسط نورافکن سبز ایجاد می شود و تاریک نیست زیرا توسط نورهای قرمز و آبی روشن می شود که سرخابی می سازند. سایه ای که نور آبی ایجاد می کند زرد به نظر می رسد زیرا با نور قرمز و سبز روشن می شود. آیا می توانید ببینید که چرا سایه ای که توسط نور قرمز ایجاد می شود، فیروزه ای به نظر می رسد؟

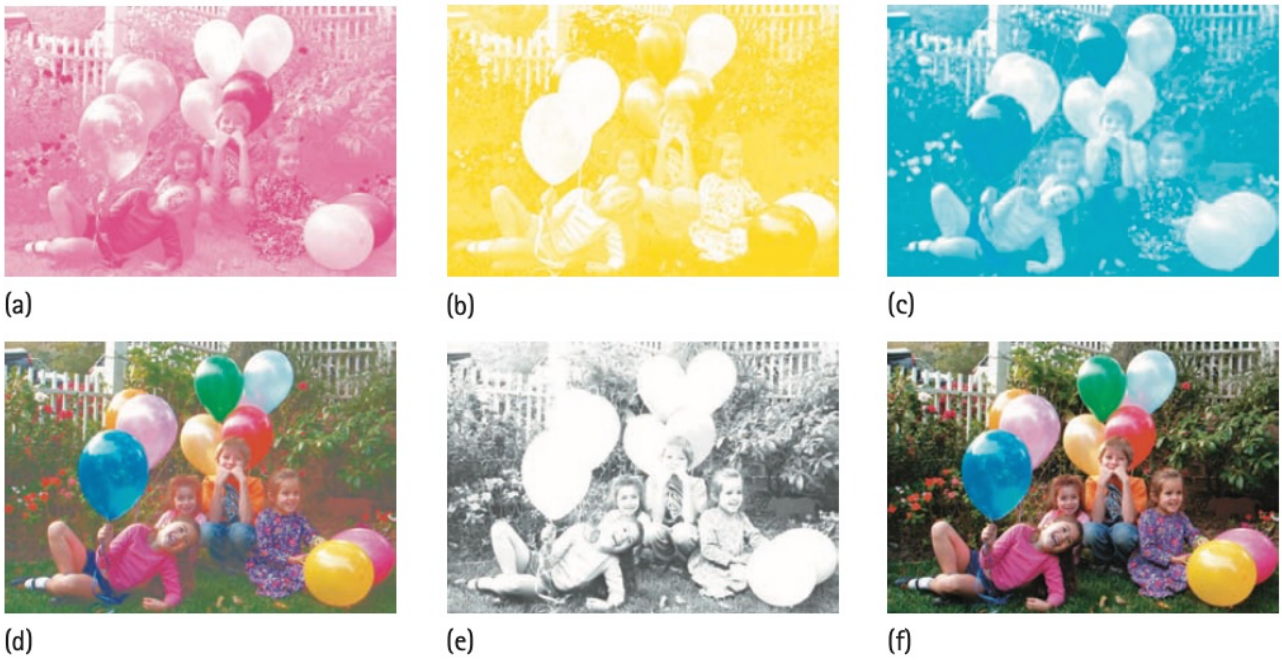


ترکیب رنگدانه ها

هر هنرمندی می‌داند که اگر رنگ‌های قرمز، سبز و آبی را با هم ترکیب کنید، نتیجه سفید نیست، بلکه قهوه‌ای تیره گل آلود خواهد بود. رنگ قرمز و سبز مطمئناً وقتی با هم ترکیب می شوند، رنگ زرد را تشکیل نمی دهند. این مانند ترکیب نورهای رنگی نیست. ترکیب رنگدانه ها با ترکیب رنگ های نور کاملاً متفاوت است.

رنگدانه ها ذرات ریزی هستند که رنگ های خاصی را جذب می کنند. به عنوان مثال، رنگدانه هایی که رنگ قرمز را تولید می کنند، رنگ مکمل فیروزه ای را جذب می کنند. بنابراین چیزی که به رنگ قرمز، رنگ شده است بیشتر رنگ فیروزه ای را جذب می کند، به همین دلیل است که قرمز را بازتاب می کند. در واقع، فیروزه ای از نور سفید کم شده است. چیزی که به رنگ آبی، رنگ آمیزی شده است، زرد را جذب می کند و بنابراین همه رنگ ها به جز زرد را بازتاب می کند. زرد را از سفید جدا کنید، آبی خواهید داشت. فیروزه ای، زرد و سرخابی رنگ های اصلی تفریق کننده هستند. تنوع رنگ در عکس های رنگی در هر کتابی نتیجه نقاط فیروزه ای، زرد و سرخابی است. نور کتاب را روشن می کند و نور برخی از فرکانس ها از نور بازتاب شده کم می شود. قوانین تفریق رنگ با قوانین افزودن نور متفاوت است.

چاپ رنگی یکی از کاربردهای جالب ترکیب رنگ است. در شکل زیر، سه عکس (جداسازی رنگ) از تصویر برای چاپ گرفته شده است: یکی از طریق فیلتر سرخابی (a)، یکی از طریق فیلتر زرد (b) و دیگری از طریق فیلتر فیروزه ای (c) . هر یک از سه نگاتیو دارای الگوی متفاوتی از مناطق در معرض دید هستند که با فیلتر استفاده شده و توزیع رنگ در تصویر اصلی مطابقت دارد. نور از طریق این نگاتیوها به صفحات فلزی می‌تابد که مخصوص نگهداری جوهر چاپگر فقط در مناطقی که در معرض نور قرار گرفته‌اند، هستند. رسوبات جوهر در قسمت های مختلف صفحه توسط نقاط ریز تنظیم می شود. چاپگرهای جوهر افشان ترکیب های مختلفی از جوهرهای فیروزه ای، زرد، سرخابی و سیاه را در خود جای می دهند. این چاپ CMYK است. (C نشان دهنده فیروزه ای، M نشان دهنده ی سرخابی، Y نشان دهنده زرد و K نشان دهنده سیاه است).



در شکل بالا از ترکیب سه تصویر بالا، تصویر d ایجاد می شود و سپس رنگ سیاه به آن اضافه می شود تا تصویر اصلی تولید شود. در نتیجه فقط چهار رنگ در چاپگر نیاز است.

جالب اینجاست که این سه رنگ می‌توانند رنگ مشکی تولید کنند، اما جوهر بیشتری مصرف می‌کند و رنگ‌آمیزی دارد – از این رو جوهر سیاه کار بهتری انجام می‌دهد. رنگ هر یک از شکل های کتاب را با ذره بین بررسی کنید و ببینید که چگونه نقاط روی هم افتاده این رنگ ها طیف وسیعی از رنگ ها را نشان می دهند. یا به یک بیلبورد از نزدیک نگاه کنید.

چرا آسمان آبی است؟

همه رنگ ها حاصل جمع یا تفریق نور نیستند. برخی رنگ ها مانند آبی آسمان نتیجه پراکندگی هستند. برای درک پراکندگی، یک موج صوتی با فرکانس خاصی را که به سمت یک دیاپازون هدایت می شود، در نظر بگیرید. دیاپازون در حالت نوسان قرار می گیرد و موج را در جهات مختلف هدایت می کند. دیاپازون صوت را پراکنده می کند. اگر فرکانس موج صوتی فرودی نزدیک به فرکانس نوسان طبیعی دیاپازون باشد، پراکندگی قوی است. اگر فرکانس موج فرودی از فرکانس طبیعی دیاپازون دور باشد، پراکندگی ضعیف است.

فرآیند مشابهی با پراکندگی نور از اتم‌ها و مولکول‌ها در اتمسفر رخ می‌دهد. این ذرات در ناحیه فرابنفش به شدت نور را تابش می‌کنند، بنابراین می‌توان گفت که فرکانس‌های طبیعی آنها بالاتر از فرکانس‌های مرئی است. این بدان معناست که نور آبی از نظر فرکانس بیشتر از نور قرمز به فرکانس های طبیعی اتم ها و مولکول ها نزدیک تر است و شدیدتر از نور قرمز پراکنده می شود.

شما می توانید یک مولکول در هوا را به عنوان یک زنگ کوچک در نظر بگیرید که با فرکانس بالا "زنگ می خورد" اما می تواند برای لرزش ضعیف در فرکانس پایین تر فعال شود. مولکول‌های نیتروژن و اکسیژن که بیشتر جو را تشکیل می‌دهند، مانند زنگ‌های کوچکی هستند که وقتی تحت تأثیر نور خورشید قرار می‌گیرند، با فرکانس‌های بالا به صدا در می‌آیند. مانند صدای زنگ ها یا دیاپازون ها، نور تابش شده به همه جهات ارسال می شود.

از بین فرکانس های مرئی نور خورشید، بنفش بیشترین پراکندگی را در جو دارد و به ترتیب آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز قرار دارند. قرمز فقط یک دهم رنگ بنفش پراکنده است. اگرچه نور بنفش بیشتر از آبی پراکنده می شود، چشمان ما به نور بنفش حساسیت چندانی ندارند. بنابراین، نور پراکنده آبی چیزی است که در دید ما غالب است و ما آسمان آبی را می بینیم.

رنگ آبی آسمان در مکان های مختلف در شرایط مختلف متفاوت است. یک عامل اصلی، بخار آب موجود در اتمسفر است. در روزهای صاف و خشک، آسمان آبی بسیار عمیق تر از روزهای صاف با رطوبت زیاد است.

در مکان هایی که هوا فوق العاده خشک است، مانند ایتالیا و یونان، آسمان آبی زیبا برای قرن ها الهام بخش نقاشان بوده است. در جایی که جو حاوی مقدار زیادی ذرات غبار و سایر ذرات بزرگتر از مولکول های اکسیژن و نیتروژن است، نور فرکانس های پایین تر نیز به شدت پراکنده می شود. این باعث می شود آسمان کمتر آبی شود و ظاهری سفید به خود بگیرد. پس از یک طوفان شدید باران، هنگامی که ذرات شسته شده اند، آسمان آبی عمیق تر می شود.

مه خاکستری در آسمان شهرهای بزرگ نتیجه ذراتی است که از موتورهای اتومبیل و کامیون و کارخانه ها تابش می شود. حتی در حالت بیکار، یک موتور خودروی معمولی بنزین سوز بیش از 100 میلیارد ذره در ثانیه تابش می کند. بیشتر ذرات نامرئی هستند، اما به عنوان مراکز کوچکی عمل می کنند که ذرات دیگر به آن می چسبند. اینها پراکنده های اولیه نور با فرکانس پایین تر هستند. بزرگترین این ذرات به جای پراکنده کردن نور، نور را جذب می کنند و مه قهوه ای ایجاد می شود.

اکنون به این پرسش فکر کنید:

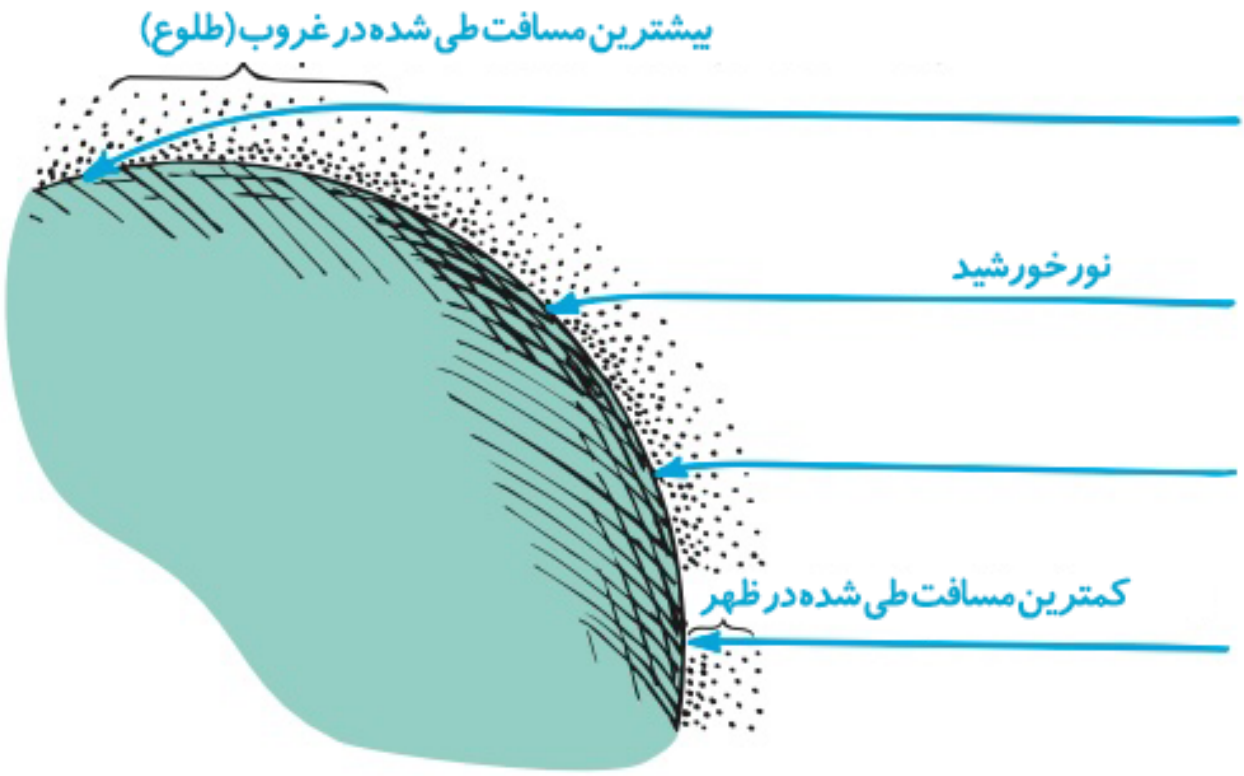
کوه های تیره دور مایل به آبی هستند. منشأ این آبی چیست؟ (نکته: بین ما و کوه هایی که می بینیم چیست؟)

حال پاسخ خود را با پاسخ ما مقایسه کنید:

اگر به کوه های تیره دوردست نگاه کنیم، نور بسیار کمی از آنها به ما می رسد و آبی بودن جو بین ما و آنها غالب می شود. آبی که ما به کوه ها نسبت می دهیم در واقع آبی "آسمان" کم ارتفاع بین ما و کوه هاست!

چرا غروب خورشید قرمز است؟

نوری که پراکنده نمی شود، نوری است که منتقل می شود. از آنجایی که نورهای قرمز، نارنجی و زرد کمترین میزان پراکندگی را در جو دارند، نور این فرکانس‌های پایین‌تر بهتر از طریق هوا منتقل می‌شود. رنگ قرمز که کمترین پراکندگی را دارد- و بنابراین بیشترین انتقال را دارد- بیش از هر رنگ دیگری از جو عبور می کند. بنابراین هرچه جوی که پرتوی نور خورشید از آن عبور می کند طولانی تر باشد، اجزای نور با فرکانس بالاتر بیشتر پراکنده می شوند. این بدان معنی است که نوری که به بهترین شکل از آن عبور می کند قرمز است. همانطور که شکل زیر نشان می دهد، نور خورشید در هنگام غروب خورشید بیشتر از جو عبور می کند و به همین دلیل است که غروب خورشید (و طلوع خورشید) قرمز است.



در ظهر، نور خورشید از کمترین مقدار جو عبور می کند تا به سطح زمین برسد. فقط مقدار کمی از نور با فرکانس بالا از نور خورشید پراکنده می شود، به اندازه ای که خورشید را زرد رنگ می کند. با پیشروی روز و پایین آمدن خورشید در آسمان، مسیر عبور از جو طولانی تر می شود و بنفش و آبی بیشتری از نور خورشید پراکنده می شوند. حذف بنفش و آبی نور عبوری را قرمزتر می کند. خورشید به تدریج قرمزتر می شود و از زرد به نارنجی و در نهایت به قرمز-نارنجی در غروب خورشید تبدیل می شود. غروب و طلوع خورشید پس از فوران های آتشفشانی به طور غیرعادی رنگی هستند زیرا ذرات بزرگتر از مولکول های جو در هوا فراوان تر هستند.

رنگ های غروب خورشید با قوانین ما برای ترکیب رنگ سازگار است. وقتی آبی از نور سفید کم می شود، رنگ مکملی که باقی می ماند زرد است. وقتی رنگ بنفش با فرکانس بالاتر کم شود، رنگ مکمل نارنجی است. وقتی رنگ سبز با فرکانس متوسط کم شد، سرخابی باقی می ماند. ترکیب رنگ‌های حاصل با شرایط جوی متفاوت است، شرایطی که روز به روز تغییر می‌کند و غروب‌های متنوعی را برای لذت بردن به ما می‌دهد.

سوالی که ایجاد می شود اینست که، چرا وقتی پس‌زمینه تیره است، آبی پراکنده را می‌بینیم اما وقتی پس‌زمینه روشن است، نمی‌بینیم؟ چون آبی پراکنده کمرنگ است. یک رنگ کم رنگ در پس زمینه تیره خود را نشان می دهد اما در پس زمینه روشن نه. به عنوان مثال، وقتی از سطح زمین به جو در برابر تاریکی فضا نگاه می کنیم، جو آسمان آبی است. اما فضانوردان بالا که از طریق همان جو به سطح درخشان زمین نگاه می کنند، همان آبی را نمی بینند.
اکنون به سوالات زیر فکر کنید:

1 .اگر مولکول های آسمان نور با فرکانس پایین را بیشتر از نور با فرکانس بالا پراکنده کنند، آسمان چه رنگی خواهد بود؟ غروب چه رنگی خواهد بود؟

2 .کوه های پوشیده از برف دوردست، نور زیادی را بازتاب می کنند و درخشان هستند. آنهایی که خیلی دور هستند زرد به نظر می رسند. چرا؟ (نکته: برای نور سفید بازتاب شده وقتی که از کوه ها به سمت ما حرکت می کند چه اتفاقی می افتد؟)

پاسخ های خود را بررسی کنید:

1 .اگر نور با فرکانس پایین پراکنده می شد، آسمان ظهر به رنگ قرمز مایل به نارنجی ظاهر می شد. در غروب خورشید، رنگ های قرمز بیشتری توسط مسیر طولانی تر نور خورشید پراکنده می شود و نور خورشید عمدتاً آبی و بنفش خواهد بود. بنابراین غروب آفتاب آبی به نظر می رسد!

2. کوه های درخشان پوشیده از برف زرد به نظر می رسند زیرا آبی در نور سفیدی که بازتاب می کنند در مسیر خود به سمت ما پراکنده می شود. زمانی که نور به ما می رسد، در فرکانس های بالا ضعیف و در فرکانس های پایین قوی می شود - بنابراین مایل به زرد است. کوه های پوشیده از برف بسیار دورتر رنگ نارنجی دارند به همان دلیل که غروب خورشید نارنجی به نظر می رسد.

چرا ابر سفید است؟

قطرات آب به طور قابل توجهی بزرگتر از مولکول های منفرد هستند و رفتار متفاوتی دارند. قطرات آب به جای پراکندگی که با ذرات ریز اتفاق می‌افتد، نور همه رنگ‌ها را تقریباً به یک اندازه شکسته و بازتاب می‌کنند. نتیجه یک

ابر سفید است.

هر قطره بخش کوچکی از نوری را که به آن برخورد می کند جذب می کند، بنابراین اگر قطرات کافی داشته باشید، جذب زیادی رخ می دهد. نور بسیار کمی از یک ابر واقعا بزرگ عبور می کند، به همین دلیل است که تاریک به نظر می رسد. اگر ابری در سایه ابر دیگری باشد نیز می تواند تاریک شود. افزایش بیشتر در اندازه قطرات باعث می شود که آنها به صورت قطرات باران ببارند و باران خواهیم داشت.

دفعه بعد که متوجه شدید که آسمان آبی شفاف را تحسین می کنید، یا از شکل ابرهای درخشان لذت می برید، یا یک غروب زیبا را تماشا می کنید، به تمام آن دیاپازون های نوری بسیار ریز که در حال ارتعاش هستند فکر کنید.

چرا رنگ آب، آبی مایل به سبز است؟

ما اغلب وقتی به سطح دریاچه یا اقیانوس نگاه می کنیم، آبی عمیق و زیبا را می بینیم. اما این رنگ آب نیست. این رنگ بازتاب شده از آسمان است. رنگ خود آب، همانطور که با نگاه کردن به یک تکه جسم سفید زیر آب در می یابید، آبی مایل به سبز کم رنگ است.

اگرچه آب در برابر نور تقریباً تمام فرکانس های مرئی شفاف است، اما امواج فروسرخ را به شدت جذب می کند. این به این دلیل است که مولکول های آب در فرکانس های فروسرخ تشدید ایجاد می کنند. انرژی امواج فروسرخ در آب به انرژی درونی تبدیل می شود و به همین دلیل است که نور خورشید آب را گرم می کند. مولکول های آب تا حدودی در قرمز نور مرئی تشدید ایجاد می کنند، که باعث می شود نور قرمز کمی بیشتر از نور آبی در آب جذب شود.

شدت نور قرمز در عمق 15 متری آب به یک چهارم شدت اولیه کاهش می یابد. نور قرمز بسیار کمی در نور خورشید وجود دارد که به عمق 30 متری آب نفوذ کند. وقتی قرمز از نور سفید حذف می شود، چه رنگی باقی می ماند؟ این سوال را می توان به شکل دیگری مطرح کرد: رنگ مکمل قرمز چیست؟ رنگ مکمل قرمز فیروزه ای-سبز مایل به آبی است. در آب دریا، همه چیز در این اعماق رنگ فیروزه ای دارد.

بسیاری از خرچنگ‌ها و دیگر موجودات دریایی که در عمق آب سیاه به نظر می‌رسند، وقتی به سطح می‌آیند قرمز هستند. در این اعماق، سیاه و قرمز یکسان به نظر می رسند. ظاهراً مکانیسم انتخاب تکامل نمی تواند بین سیاه و قرمز در چنین اعماق اقیانوس تمایز قائل شود.

در حالی که رنگ سبز مایل به آبی آب از طریق جذب انتخابی نور ایجاد می شود، آبی روشن و جذاب دریاچه های کوه های صخره ای کانادا به دلیل پراکندگی است. ذرات سیلت، به نام آرد سنگ، که در آب معلق می مانند. نور از این ذرات ریز پراکنده می شود و به آب رنگ زنده می دهد.

(به گردشگرانی که از این دریاچه‌ها عکس می‌گیرند توصیه می‌شود که تنظیمات پردازنده‌های عکس خود را روی آبی "واقعی" تنظیم نکنند!)

به اندازه کافی جالب توجه است که رنگی که ما می بینیم در دنیای اطراف ما نیست. بلکه این رنگ در سر ماست. جهان مملو از ترکیبی از ارتعاش ها است – امواج الکترومغناطیسی که هنگامی که ارتعاشات با آنتن های گیرنده مخروطی شکل در شبکیه چشم ما تعامل دارند، احساس رنگ را تحریک می کنند. چقدر خوب است که فعل و انفعالات چشم و مغز رنگ های زیبایی را که ما می بینیم تولید می کند.

مشاهده ویدیو در یوتیوب | مشاهده ویدیو در آپارات

منبع:

Conceptual Physics