

## وسيله‌ی ترکیب نور

مقدمه:

وسيله‌ای که در اختیار دارید برای انجام مجموعه‌ی متنوعی از پدیده‌های مرتبط با ترکیب نورهای رنگی ساخته شده است که با انجام آنها نه تنها اصول و روش کار بسیاری از دستگاه‌هایی که در زندگی روزمره با آنها سروکار داریم برایمان روشن می‌شود بلکه خمیرمایه‌ی علمی را فراهم می‌آورد که با آن می‌توان ایده‌های جدیدی در ذهن ایجاد کرد. از این رو توانایی دستگاه در ایجاد انگیزه و خلاقیت کمتر از جنبه‌ی آموزشی آن نیست.

از این وسیله نه فقط در آزمایشگاه‌های مدارس و دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی بلکه در مراکز پیش‌دبستانی و در منزل هم می‌توان استفاده کرد و اوقات خوشی را همراه با یادگیری و آموزش در خانه به ارمغان آورد. چنانچه در انجام آزمایش‌ها به نکته‌ی جدید و یا با مشکلی برخورد کردید بی‌درنگ با مؤسسه‌ی ما تماس بگیرید. با این کار نه فقط تجربه‌ی خود را با ما در میان گذاشته‌اید بلکه در جریان تجربه‌ی دیگران هم قرار خواهید گرفت.

مجموعه‌ی وسایل:

- 1- مکعب چوبی (وسيله‌ی اصلی دستگاه)
- 2- منبع تغذیه‌ی 12 ولت 3- دو عدد آینه‌ی پایه‌دار
- 4- صفحه‌ی تصویر پایه‌دار
- 5- مجموعه‌ی فیلترهای رنگی (صافی‌های نوری)
- 6- دو عدد دریچه‌بند کدر
- 7- جسم کدر فلزی

## آشنایی با دستگاه

وسیله‌ی اصلی دستگاه شامل یک مکعب چوبی است. در مرکز مکعب یک لامپ Osram فیلمان عمودی کوچک 12 ولتی و با توان نسبتاً زیاد 50 وات و طول عمر بالا قرار گرفته است. این لامپ شدت نور زیادی برای ما تولید می‌کند که به نتیجه‌ی بهتر از انجام آزمایش می‌انجامد. به علت ایجاد گرمای زیاد، یک تهویه‌ی کوچک هوا در پشت آن نصب شده که به هنگام انجام آزمایش دستگاه را خنک نگه می‌دارد. انتخاب جنس چوب برای دستگاه نیز به همین دلیل است تا حرارت ناشی از لامپ موجب داغ شدن بدنه‌ی دستگاه و سوختگی به هنگام تماس با دست نگردد. می‌دانید که تهویه‌های کوچک با برق مستقیم کار می‌کنند ولی برای لامپ‌التهابی دستگاه که بیشترین مصرف را دارد نیاز حتمی به برق مستقیم نداریم. بنابر این منبع تغذیه‌ی 12 ولت متناوب با توان خروجی متناسب با مصرف دستگاه تدارک دیده شده است. این برق فقط برای مصرف تهویه به کمک یک پل یکسوکننده و یک خازن که روی دستگاه نصب شده و قابل دیدن است به برق مستقیم تبدیل شده و فن را به کار می‌اندازد. به این ترتیب هر زمان که چراغ دستگاه روشن شود تهویه نیز خود به خود شروع به کار خواهد نمود. برای مشاهده‌ی نور دستگاه و تست آن منبع تغذیه‌ی مشکی رنگ دستگاه را به برق شهر و فیش‌های دستگاه را به خروجی‌های منبع تغذیه متصل کنید. اکنون می‌توانید با کلید نصب شده به روی منبع تغذیه، دستگاه را روشن نمایید. از سه طرف لامپ و در واقع از سه وجه مکعب، نور با شدت زیاد به بیرون مکعب می‌تابد. در دو سمت هر دریچه و روی ستون‌های آن یک جفت شیار ایجاد شده است. فیلترها و یا دریچه‌بندها را به هنگام نیاز در هر آزمایش در این شیارها قرار دهید.

## فهرست آزمایش‌ها

صفحه	آزمایش
4	1- شناخت فیلترها . . . . .
5	2- ایجاد نورهای رنگی اصلی و مشاهده‌ی آنها . . . . .
6	3- تداخل نورهای سبز و قرمز و مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هریک از آنها . . . . .
8	4- تداخل نورهای آبی و قرمز و مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هریک از آنها . . . . .
	5- تداخل نورهای سبز و آبی و مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هریک از آنها . . . . .
10	
	6- تداخل نورهای اصلی قرمز و سبز و آبی (سیستم RGB) . . . . .
12	
	7- تداخل نور سفید با هریک از نورهای رنگی و آزمایش خطای مغز . . . . .
14	
	8- خاکستری همان سفید است . . . . .
15	
	9- سایه و نیم‌سایه . . . . .
16	
	10- آشنایی با فیلترهای تک‌جذبی دو عبوری . . . . .
18	
	11- ترکیب نور عبوری از فیلترهای تک‌جذبی دو عبوری با نور مکمل . . . . .
21	
22	12- برهم نهی فیلترهای تک‌جذبی دو عبوری (cmy) . . . . .

(سیستم)

## آزمایش 1

( شناخت صافی های نوری )

مقدمه: صافی ها یا همان فیلترهای نوری قطعات اپتیکی هستند که بعضی از طول موج های نور را از خود عبور می دهند و بعضی دیگر را بازتاب یا جذب می کنند. صافی هایی که در این مجموعه در اختیار شما قرار گرفته اند از نوع جذبی می باشند یعنی طول موج هایی که از خود عبور نمی دهند را در خود جذب می کنند. صافی های نور مرئی از نظر عبور نواحی مختلف نور مرئی به دو گروه تقسیم می شوند. اگر کل ناحیه ی مرئی طیف الکترومغناطیس را به سه دسته قرمز، سبز و آبی تقسیم کنیم گروه اول صافی هایی را تشکیل می دهند که تنها یکی از این سه رنگ را از خود عبور می دهند و دو رنگ دیگر را جذب می کنند بنابر این، این گروه از صافی ها شامل صافی قرمز، صافی سبز و صافی آبی می باشند و ما به آنها صافی های دو جذبی تک عبوری می گوئیم. پس فیلتر یا صافی قرمز یک صافی دو جذبی تک عبوری است زیرا ناحیه ی قرمز طیف را عبور و دو ناحیه ی دیگر یعنی سبز و آبی را جذب می کنند. اما گروه

مقابل صافی‌هایی هستند که بر خلاف گروه اول تنها یک ناحیه از سه ناحیه رنگی طیف رنگی را جذب و دو ناحیه‌ی دیگر را از خود عبور می‌دهند و شامل صافی‌های زرد، ارغوانی و فیروزه‌ای می‌باشند و ما آنها را فیلترهای تک‌جذبی دوعبوری می‌نامیم. شرح آزمایش: در این آزمایش از شما می‌خواهیم صافی‌های موجود در مجموعه را مقابل چشم خود بگیرید و صافی‌های قرمز، سبز و آبی را با صافی‌های زرد، ارغوانی و فیروزه‌ای که جداگانه بسته‌بندی شده‌اند مقایسه کنید. به عبارت دیگر فیلترهای دوجذبی تک‌عبوری را از فیلترهای تک‌جذبی دوعبوری تمیز و تشخیص دهید.

## آزمایش 2

(ایجاد نورهای رنگی اصلی و مشاهده‌ی آنها)

شرح آزمایش: سه فیلتر قرمز و سبز و آبی را مقابل سه دریچه‌ی خروجی نور قرار دهید. دستگاه را روشن نمایید. به این ترتیب از هر دریچه فقط یک نور رنگی خارج می‌شود. صفحه‌ی تصویر را به نوبت مقابل هر دریچه قرار داده، به رنگ نور تابیده به روی صفحه‌ی تصویر توجه کنید و سعی کنید آن را به خاطر بسپارید. این تمرین موجب می‌شود توانایی شما در به خاطر سپردن و مقایسه‌ی ذهنی رنگ‌هایی که در طبیعت به آنها برمی‌خورید افزایش یابد.

فیلترهای قرمز و سبز و آبی را از دستگاه خارج و به جای آن سه فیلتر دیگر موجود در مجموعه (فیلترهای زرد، ارغوانی و فیروزه‌ای) را که در آزمایش 1 تا حدودی با آنها آشنا شده‌اید قرار دهید و به رنگ نورهای ایجاد شده توسط آنها روی صفحه‌ی تصویر توجه کنید و سعی کنید آنها را به خاطر بسپارید. این رنگها زرد، فیروزه‌ای و ارغوانی

هستند. با انجام آزمایش‌های بعدی رفته رفته درخواهید یافت که این سه رنگ را می‌توان با ترکیب دوده‌ی نورهای قرمز و سبز و آبی ایجاد کرد.

### آزمایش 3

(تداخل نورهای سبز و قرمز و مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هریک از آنها)

شرح آزمایش:

الف- تداخل نورهای سبز و قرمز: دریچه‌ی جلویی دستگاه را با دریچه‌بند چوبی موجود در مجموعه ببندید. به این ترتیب هیچ نوری از این دریچه‌ی دستگاه خارج نمی‌شود. فیلترهای قرمز و سبز را مقابل دو دریچه‌ی دیگر قرار داده، دستگاه را روشن نمایید. صفحه‌ی تصویر را مقابل دریچه‌ی سوم که هیچ نوری از آن خارج نمی‌شود و به فاصله‌ی تقریباً 20 سانتیمتری از آن قرار دهید. هر یک از آینه‌های موجود در مجموعه را مقابل هر یک از دریچه‌های جانبی بگذارید و آنها را طوری تنظیم کنید که نورهای خروجی از دریچه‌ها به سمت صفحه‌ی تصویر هدایت شوند. به این ترتیب به روی صفحه‌ی تصویر علاوه بر نورهای سبز و قرمز، منطقه‌ای را خواهید داشت که در آن

نورهای قرمز و سبز با هم تداخل می‌کنند. این منطقه از صفحه‌ی تصویر به چه رنگی درآمده است؟

چنانچه به رنگ زرد حاصل از تداخل رنگ‌های قرمز و سبز دست نیافته‌اید جهت آینه‌ها را کمی تغییر دهید و یا صفحه‌ی تصویر را نسبت به دستگاه دور و نزدیک نمایید. در هر حال با کمی تمرین می‌توانید وضعیتی ایجاد کنید که در آن هر سه نور قرمز، سبز و زرد حاصل از ترکیب آن دو را روی صفحه‌ی تصویر و به مقدار مساوی از هر یک داشته باشید. این وضعیت را برای انجام قسمت ب آزمایش برقرار نگه دارید.

**نکته:** سعی کنید آینه‌ها را با حداقل فاصله نسبت به دریچه‌ها قرار دهید تا شدت نور بیشتری روی صفحه‌ی تصویر داشته باشید.

ب- مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هر یک از نورهای قرمز و سبز: با ایجاد سه منطقه‌ی قرمز، سبز و زرد به روی صفحه‌ی تصویر، دستگاه شما آماده برای انجام این قسمت از آزمایش می‌باشد. در این قسمت می‌خواهیم اثر تغییر شدت نور هر یک از نورهای اصلی قرمز و سبز را بر منطقه‌ی تداخلی بررسی نماییم. ابتدا جلوی آینه‌ی مقابل دریچه‌ی سبز را با یک تکه کاغذ ببندید. در این حال منطقه‌ی تداخلی قرمز می‌شود و زمانی که کاغذ را از مقابل آینه‌ی دریچه‌ی سبز کنار می‌برید منطقه‌ی تداخلی به رنگ زرد درمی‌آید. پس به صورت نظری نتیجه می‌گیریم کم کردن شدت نور سبز موجب می‌شود رنگ منطقه‌ی تداخلی از زرد به قرمز گرایش پیدا کند. شما می‌توانید این اثر را با دور کردن آینه‌ی مقابل دریچه‌ی سبز از دستگاه و البته بدون آن که نور خروجی از دستگاه و منطقه‌ی تداخلی روی صفحه‌ی تصویر را از دست دهید ایجاد کنید. دور کردن آینه از دستگاه موجب کاهش شدت نور سبز می‌شود و به این ترتیب می‌بینید که

چگونه منطقی تداخلی از زردی به سمت نارنجی و قرمزی گرایش پیدا می کند و در این بین ده ها رنگ فرعی ایجاد می شود. اکنون آینه را به محل اولیه خود در کنار دستگاه انتقال دهید و آن را تنظیم نمایید و این بار آینهی مقابل دریچهی قرمز را با یک تکه کاغذ بپوشانید و تغییر رنگ محل تداخل را از زرد به سبز مشاهده کنید امری که قابل انتظار بلکه بدیهی است. اما نتیجهی مهمی که می گیریم آن است که اگر شدت نور قرمز را کم کنیم باید رنگ منطقی تداخلی از زردی به سبزی گرایش پیدا کند. با دور کردن آینهی مقابل دریچهی قرمز مانند حالت قبل اثر کاهش شدت نور قرمز را مشاهده کرده و تحقیق کنید که چگونه رنگ منطقی تداخلی با کم کردن شدت نور قرمز رفته رفته از زرد به فسفری، مغزیسته ای و در نهایت به سبز گرایش پیدا می کند.

**نتیجهی مهم:** با تغییر شدت های دو نور سبز و قرمز و ترکیب آنها می توان مجموعهی بزرگی از رنگ ها را ایجاد نمود.

## 4 آزمایش

(تداخل نورهای آبی و قرمز و مشاهدهی اثر تغییر شدت هریک از آنها)

شرح آزمایش:

الف- تداخل نورهای آبی و قرمز: دریچهی جلویی دستگاه را با دریچه بند چوبی موجود در مجموعه ببندید. به این ترتیب هیچ نوری از این دریچهی دستگاه خارج نمی شود. فیلترهای قرمز و آبی را مقابل دو دریچهی دیگر قرار داده، دستگاه را روشن نمایید. صفحهی تصویر را مقابل دریچهی سوم که هیچ نوری از آن خارج نمی شود و به



فاصله‌ی تقریباً 20 سانتیمتری از آن قرار دهید. هر یک از آینه‌های موجود در مجموعه را مقابل هر یک از دریچه‌های جانبی بگذارید و آنها را طوری تنظیم کنید که نورهای خروجی از دریچه‌ها به سمت صفحه‌ی تصویر هدایت شوند. به این ترتیب به روی صفحه‌ی تصویر علاوه بر نورهای آبی و قرمز، منطقه‌ای را خواهید داشت که در آن نورهای قرمز و آبی با هم تداخل می‌کنند. این منطقه از صفحه‌ی تصویر به چه رنگی درآمده است؟

چنانچه به رنگ ارغوانی حاصل از تداخل رنگ‌های قرمز و آبی دست نیافته‌اید جهت آینه‌ها را کمی تغییر دهید و یا صفحه‌ی تصویر را نسبت به دستگاه دور و نزدیک نمایید. در هر حال با کمی تمرین می‌توانید وضعیتی ایجاد کنید که در آن هر سه نور قرمز، آبی و ارغوانی حاصل از ترکیب آن دو را روی صفحه‌ی تصویر و به مقدار مساوی از هر یک داشته باشید. این وضعیت را برای انجام قسمت ب آزمایش برقرار نگه دارید.

**نکته:** سعی کنید آینه‌ها را با حداقل فاصله نسبت به دریچه‌ها قرار دهید تا شدت نور بیشتری روی صفحه‌ی تصویر داشته باشید.

ب- مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هر یک از نورهای قرمز و آبی: با ایجاد سه منطقه‌ی قرمز، آبی و ارغوانی به روی صفحه‌ی تصویر، دستگاه شما آماده برای انجام این قسمت از آزمایش می‌باشد. در این قسمت می‌خواهیم اثر تغییر شدت نور هر یک از نورهای اصلی قرمز و آبی را بر منطقه‌ی تداخلی بررسی نماییم. ابتدا جلوی آینه‌ی مقابل دریچه‌ی آبی را با یک تکه کاغذ ببندید. در این حال منطقه‌ی تداخلی قرمز می‌شود و زمانی که کاغذ را از مقابل آینه‌ی دریچه‌ی آبی کنار می‌برید منطقه‌ی تداخلی به رنگ

ارغوانی درمی آید. پس به صورت نظری نتیجه می گیریم کم کردن شدت نور آبی موجب می شود رنگ منطقه ی تداخلی از ارغوانی به قرمز گرایش پیدا کند. شما می توانید این اثر را با دور کردن آینه ی مقابل دریچه ی آبی از دستگاه و البته بدون آن که نور خروجی از دستگاه و منطقه ی تداخلی روی صفحه ی تصویر را از دست دهید ایجاد کنید. دور کردن آینه از دستگاه موجب کاهش شدت نور آبی می شود و به این ترتیب می بینید که چگونه منطقه ی تداخلی به طور پیوسته از ارغوانی به سمت قرمز گرایش پیدا می کند و در این بین بی شمار رنگ فرعی ایجاد می شود. اکنون آینه را به محل اولیه ی خود در کنار دستگاه انتقال دهید و آن را تنظیم نمایید و این بار آینه ی مقابل دریچه ی قرمز را با یک تکه کاغذ بپوشانید و تغییر رنگ محل تداخل را از ارغوانی به آبی مشاهده کنید امری که قابل انتظار بلکه بدیهی است. اما نتیجه ی مهمی که می گیریم آن است که اگر شدت نور قرمز را کم کنیم باید رنگ منطقه ی تداخلی از ارغوانی به آبی گرایش پیدا کند. با دور کردن آینه ی مقابل دریچه ی قرمز مانند حالت قبل اثر کاهش شدت نور قرمز را مشاهده کرده و تحقیق کنید که چگونه رنگ منطقه ی تداخلی با کم کردن شدت نور قرمز رفته رفته از ارغوانی به بنفش و در نهایت به آبی گرایش پیدا میکند.

**نتیجه ی مهم:** با تغییر شدت های دو نور آبی و قرمز و ترکیب آنها می توان مجموعه ی بزرگی از رنگ ها را ایجاد نمود.

## آزمایش 5

(تداخل نورهای سبز و آبی و مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هر یک از آنها)

شرح آزمایش:

الف- تداخل نورهای آبی و سبز: دریچه‌ی جلویی دستگاه را با دریچه‌بند چوبی موجود در مجموعه ببندید. به این ترتیب هیچ نوری از این دریچه‌ی دستگاه خارج نمی‌شود. فیلترهای آبی و سبز را مقابل دو دریچه‌ی دیگر قرار داده، دستگاه را روشن نمایید. صفحه‌ی تصویر را مقابل دریچه‌ی سوم (که بسته‌اید و هیچ نوری از آن خارج نمی‌شود) و به فاصله‌ی تقریباً 20 سانتیمتری از آن قرار دهید. هر یک از آینه‌های موجود در مجموعه را مقابل هر یک از دریچه‌های جانبی بگذارید و آنها را طوری تنظیم کنید که نورهای خروجی از دریچه‌ها به سمت صفحه‌ی تصویر هدایت شوند. به این ترتیب به روی صفحه‌ی تصویر علاوه بر نورهای سبز و آبی، منطقه‌ای را خواهید داشت که در آن نورهای آبی و سبز با هم تداخل می‌کنند. این منطقه از صفحه‌ی تصویر به چه رنگی درآمده است؟

چنانچه به رنگ فیروزه‌ای حاصل از تداخل رنگ‌های آبی و سبز دست نیافته‌اید جهت آینه‌ها را کمی تغییر دهید و یا صفحه‌ی تصویر را نسبت به دستگاه دور و نزدیک نمایید. در هر حال با کمی تمرین می‌توانید وضعیتی ایجاد کنید که در آن رنگ‌های آبی و سبز و نیز رنگ فیروزه‌ای حاصل از ترکیب آن دو را روی صفحه‌ی تصویر و به مقدار مساوی از هر یک داشته باشید. این وضعیت را برای انجام قسمت ب آزمایش برقرار نگه دارید.

**نکته:** سعی کنید آینه‌ها را با حداقل فاصله نسبت به دریچه‌ها قرار دهید تا شدت نور بیشتری روی صفحه‌ی تصویر داشته باشید.

ب- مشاهده‌ی اثر تغییر شدت هریک از نورهای آبی و سبز: با ایجاد سه منطقه‌ی آبی، سبز و فیروزه‌ای به روی صفحه‌ی تصویر، دستگاه شما آماده برای انجام این قسمت از آزمایش می‌باشد. در این قسمت می‌خواهیم اثر تغییر شدت نور هر یک از نورهای اصلی آبی و سبز را بر منطقه‌ی تداخلی بررسی نماییم. ابتدا جلوی آینه‌ی مقابل دریچه‌ی سبز را با یک تکه کاغذ ببندید. در این حال منطقه‌ی تداخلی آبی می‌شود و زمانی که کاغذ را از مقابل آینه‌ی دریچه‌ی سبز کنار می‌برید منطقه‌ی تداخلی به رنگ فیروزه‌ای درمی‌آید. پس به صورت نظری نتیجه می‌گیریم کم کردن شدت نور سبز موجب می‌شود رنگ منطقه‌ی تداخلی از فیروزه‌ای به آبی گرایش پیدا کند. شما می‌توانید این اثر را با دور کردن آینه‌ی مقابل دریچه‌ی سبز از دستگاه و البته بدون آن که نور خروجی از دستگاه و منطقه‌ی تداخلی روی صفحه‌ی تصویر را از دست دهید ایجاد کنید. دور کردن آینه از دستگاه موجب کاهش شدت نور سبز می‌شود و به این ترتیب می‌بینید که چگونه منطقه‌ی تداخلی از فیروزه‌ای به سمت آبی گرایش پیدا می‌کند و در این بین رنگ‌های فرعی ایجاد می‌شود. اکنون آینه را به محل اولیه‌ی خود در کنار دستگاه انتقال دهید و آن را تنظیم نمایید و این بار آینه‌ی مقابل دریچه‌ی آبی را با یک تکه کاغذ بپوشانید و تغییر رنگ محل تداخل را از فیروزه‌ای به سبز مشاهده کنید امری که قابل انتظار بلکه بدیهی است. اما نتیجه‌ی مهمی که می‌گیریم آن است که اگر شدت نور آبی را کم کنیم باید رنگ منطقه‌ی تداخلی از فیروزه‌ای به سبز گرایش پیدا کند. با دور کردن آینه‌ی مقابل دریچه‌ی آبی مانند حالت قبل اثر کاهش شدت نور آبی را مشاهده کرده و تحقیق کنید که چگونه رنگ منطقه‌ی تداخلی با کم کردن شدت نور آبی رفته رفته به سبز گرایش پیدا می‌کند.

**نتیجه‌ی مهم:** با تغییر شدت‌های دو نور سبز و آبی و ترکیب آنها می‌توان مجموعه‌ی بزرگی از رنگ‌ها را ایجاد نمود.

## آزمایش 6

(تداخل نورهای اصلی قرمز و سبز و آبی - سیستم RGB)

شرح آزمایش: فیلترهای سبز و قرمز را مقابل دریچه‌های جانبی و فیلتر آبی را مقابل دریچه‌ی جلویی دستگاه قرار داده، دستگاه را روشن نمایید و صفحه‌ی تصویر را همانند آزمایش‌های پیش به فاصله‌ی تقریبی بیست سانتیمتری از دریچه‌ی جلویی دستگاه قرار دهید و منطقه‌ی سفید رنگ ایجاد شده به واسطه‌ی تداخل سه نور قرمز، سبز و آبی را روی صفحه‌ی تصویر پیدا کنید. برای آن که نشان دهیم این سفید، ناشی از ترکیب سه نور اصلی است جسم کدر را بین دستگاه و صفحه‌ی تصویر قرار دهید به این ترتیب سه سایه به رنگ‌های فیروزه‌ای، زرد و ارغوانی روی صفحه‌ی تصویر قابل مشاهده است. علت رنگ این سایه‌ها را توضیح دهید.

برای آن که رنگ‌های ترکیبی بهتر دیده شوند صفحه‌ی تصویر و جسم کدر را کنار بگذارید و یک برگ کاغذ A4 را جلوی دستگاه بگیرید و رنگ‌های مختلف را روی آن مشاهده نمایید. با مایل کردن کاغذ و نیز با پوشاندن قسمتی از فیلتر دریچه‌ی جلویی دستگاه از قسمت بالایی آن می‌توانید هفت رنگ قرمز، سبز، آبی، فیروزه‌ای، ارغوانی، زرد و سفید را روی کاغذ مشاهده کنید.

به این ترتیب با ترکیب نورهای قرمز و سبز و آبی و تغییر شدت هر یک از آنها می توان تعداد بیشماری رنگ به وجود آورد به این سیستم RGB میگویند که حروف اول کلمات Blue, Green, Red می باشند و در بسیاری از دستگاه ها همانند انواع تلویزیون، مانیتورهای کامپیوتر، صفحات نمایشگرهای تلفن همراه، دوربین های عکاسی و فیلمبرداری، صفحات تبلیغاتی کنار زمین های ورزشی و حتی علائم ترافیکی فعال و هر جایی که نیاز به استفاده از یک نمایشگر رنگی داشته باشیم از آنها استفاده می شود.

## آزمایش 7

(تداخل نور سفید با هر یک از نورهای رنگی و آزمایش خطای مغز)

شرح آزمایش: در این آزمایش پدیده ای جالب و عجیب را در رابطه با ترکیب نورهای رنگی به نمایش می گزاریم. فیلتر قرمز را در مقابل دریچه ی جلویی دستگاه قرار دهید. دریچه ی سمت چپ دستگاه را ببندید و یکی از آینه ها را مقابل دریچه ی سمت راست که نور سفید بدون فیلتر از آن خارج می گردد قرار دهید. صفحه ی تصویر را مقابل دستگاه در فاصله ی تقریبی بیست سانتیمتری قرارداد، آینه را به گونه ای تنظیم کنید که نور سفید تمام صفحه ی تصویر را پوشاند. اگر این کار امکان پذیر نشد صفحه ی تصویر را کمی به دستگاه نزدیک کنید. از آنجا که نور قرمز قبلاً تمام صفحه را در بر گرفته است، صفحه به رنگ صورتی بسیار روشن در می آید. اکنون اگر جسم کدر را مقابل آینه قرار دهید به گونه ای که از یک طرف جلوی تابش نور سفید به صفحه ی تصویر را

بگیرد و از طرف دیگر هیچ مزاحمتی برای تابش نور قرمز به عمل نیارود سایه‌ی جسم کدر روی صفحه‌ی تصویر به رنگ قرمز در می‌آید و این امر قابل پیش‌بینی بود زیرا در محل سایه فقط نور قرمز می‌رسد و نور سفید حذف گردیده است. اکنون اگر جسم کدر را از مقابل آینه بردارید و آن را مقابل دریچه‌ی نور قرمز قرار دهید به گونه‌ای که بر عکس قسمت قبل تنها مانع تابش نور قرمز شود و مزاحمتی برای تابش نور سفید به عمل نیارود انتظار ما این است که سایه‌ی جسم کدر به روی صفحه‌ی تصویر به رنگ سفید درآید اما چنین اتفاقی نمی‌افتد. آزمایش را انجام دهید تا به تحلیل آن بپردازیم. بله همان گونه که می‌بینید سایه به رنگ فیروزه‌ای تبدیل می‌شود در حالی که ما در این آزمایش اصلاً نور فیروزه‌ای نداریم. علت این امر خطای مغز ما است. زمانی که شما نور سفید را با نور قرمز مخلوط می‌کنید در واقع خلوص نور سفید را کمی تغییر داده‌اید. مغز ما در برابر این تغییر از خود به نوعی مقاومت نشان می‌دهد و به عبارتی دیگر وضعیت موجود را همچنان سفید ارزیابی می‌کند. زمانی که جسم کدر را مقابل دریچه‌ی نور قرمز قرار می‌دهید در واقع از نوری که مغز ما آن را به ناچار بر خود سفید فرض کرده است نور قرمز را حذف کرده‌اید در نتیجه به عبارتی غلظت نورهای آبی و سبز را دست نخورده رها کرده‌اید و در نتیجه از نظر مغز ما سایه‌ی باقیمانده به رنگ فیروزه‌ای (مخلوط نورهای سبز و آبی) در می‌آید.

می‌توانید پیش‌بینی کنید که اگر به جای فیلتر قرمز از فیلتر آبی مقابل دریچه‌ی جلویی استفاده می‌کردید سایه‌ی به دست آمده به رنگ زرد و اگر از فیلتر سبز استفاده می‌کردید سایه‌ی به دست آمده ارغوانی می‌شد. ضمن جابجا کردن فیلتر قرمز با فیلتر آبی و سپس فیلتر سبز این اثر را مشاهده کنید و آن را توضیح دهید.

## آزمایش 8

( خاکستری همان سفید است )

شرح آزمایش: این آزمایش تا حدودی شبیه آزمایش قبلی است با این تفاوت که در آزمایش قبل خلوص نور سفید را کمی تغییر دادیم و نشان دادیم که با این تغییر، مغز ما وضعیت جدید را همچنان سفید ارزیابی می کند ولی در این آزمایش شدت نور سفید را تغییر می دهیم و خواهید دید که در این وضعیت نیز مغز ما همان رفتار را از خود نشان می دهد. در این آزمایش از هیچ فیلتری استفاده نمی شود.

صفحه‌ی تصویر را مقابل دستگاه قرار دهید. دریچه‌های جانبی دستگاه را ببندید. دستگاه را روشن کرده، به صفحه‌ی تصویر که با نور سفید دریچه‌ی جلویی روشن شده است توجه کنید. اکنون دریچه‌ی سمت راست را باز کرده یکی از آینه‌ها را مقابل آن قرار دهید و آن را به گونه‌ای تنظیم نمایید که نور این دریچه به روی صفحه‌ی تصویر بتابد ولی تنها دو سوم آن را که از دریچه دورتر است روشن کند. در این حال یک سوم صفحه‌ی تصویر که در معرض روشنایی نور این دریچه قرار نگرفته است در مقایسه با دو سوم دیگر خاکستری به نظر می رسد. دریچه‌ی سمت چپ را نیز باز کنید و با استفاده از آینه‌ی دیگر نور این دریچه را به روی یک سوم صفحه‌ی تصویر که به این دریچه نزدیک تر است بتابانید. در این حال این قسمت از صفحه‌ی تصویر سفید و دو قسمت دیگر به ترتیب کمی خاکستری و بسیار خاکستری دیده می شوند. اگر توجه کنید که قسمت بسیار خاکستری در واقع دارای روشنایی قسمت اول آزمایش است نتیجه می گیریم سفیدی و سیاهی در واقع امری نسبی است و قطعه‌ای که ابتدا سفید دیده



می‌شود، در کنار قطعه‌ی سفیدتر خاکستری و تحت نور سفید شدیدتر سفیدتر دیده می‌شود.

## آزمایش 9

( سایه و نیم‌سایه )

مقدمه: می‌دانید اگر جسم کدری مقابل یک منبع نور نقطه‌ای قرار گیرد سایه‌ای از آن جسم ایجاد می‌شود. چنانچه منبع نور دیگری در نزدیکی منبع اول روشن شود سایه‌ی دیگری نیز ایجاد می‌گردد. از نظر ناظری که در هر یک از این سایه‌ها قرار گرفته است منبع نور مربوط به آن سایه قابل رؤیت نیست ولی منبع نور دیگر قابل مشاهده است. اگر دو منبع نوری به یکدیگر نزدیک شوند دو سایه با یکدیگر تداخل می‌کنند. ناظری که در منطقه‌ی تداخلی قرار گرفته است هیچ کدام از دو منبع نور را مشاهده نمی‌کند و از این رو می‌گوییم وی در سایه قرار گرفته است. خارج از منطقه‌ی تداخل دو سایه، جایی که تنها یکی از منابع نوری دیده می‌شود منطقه‌ی نیم سایه نامیده می‌شود و خارج از این منطقه جایی که هر دو منبع نوری دیده می‌شوند منطقه‌ی روشن نامیده می‌شود. این پدیده در هر کجا که دو منبع نور به یک جسم کدر می‌تابد مشاهده می‌شود. لازم نیست دو منبع نور، نقطه‌ای و از هم جدا باشند بلکه این پدیده در جایی که منبع نور گسترده باشد نیز مشاهده می‌شود زیرا منبع نور گسترده را می‌توان مجموعه‌ای از منابع نور نقطه‌ای کنار هم در نظر گرفت. مثلاً به هنگام کسوف منبع نور گسترده، خورشید و جسم کدر که مانع رسیدن نور خورشید به زمین می‌شود ماه است و اگر در جایی قرار

داشته باشیم که هیچ نقطه‌ای از خورشید دیده نشود در منطقه‌ی سایه قرار داریم و این حالت را کسوف کامل می‌نامیم و اگر در منطقه‌ای قرار داشته باشیم که قسمتی از خورشید دیده شود در نیم‌سایه قرار داریم و آن را کسوف ناقص می‌نامیم. نکته‌ی جالب این است که هر چه از منطقه‌ی مشاهده سهم بیشتری از خورشید دیده شود کسوف ناقص به سمت کسوف کامل پیش می‌رود. بنابراین مرز بین سایه و نیم‌سایه به هنگامی که با منبع نور گسترده سروکار داریم مرز دقیق و تعریف شده‌ای نیست. از آنجا که در طبیعت و زندگی روزمره تقریباً همیشه با منابع نوری گسترده سروکار داریم پدیده‌ی سایه و نیم‌سایه همیشه به صورت تدریجی مشاهده می‌شود.

شرح آزمایش: دریچه‌ی جلویی جعبه را با یکی از دریچه‌بند‌های کدر ببندید. صفحه‌ی تصویر را مقابل جعبه قرار داده و دستگاه را روشن نمایید. جسم کدر را مقابل صفحه‌ی تصویر و دو آینه را طبق معمول با زاویه‌ی 45 درجه نسبت به دریچه‌های خروجی نور قرار دهید به طوری که نور خروجی از دریچه‌های جانبی به صفحه‌ی تصویر بتابد. در ابتدا دو سایه‌ی جدا از هم روی صفحه‌ی تصویر ایجاد می‌شود. با نزدیک کردن جسم کدر به صفحه‌ی تصویر، دو سایه به تدریج به یکدیگر نزدیک می‌شوند و سپس با هم تداخل می‌کنند. در محل تداخل، سایه کامل و از همه‌ی نواحی دیگر تاریک‌تر است. در نواحی غیر تداخلی نیم‌سایه و خارج از این قسمت نیز که نور از دو دریچه به صفحه‌ی تصویر می‌رسد ناحیه‌ی روشن است.

این آزمایش را می‌توانید با بستن یکی از دریچه‌های جانبی و باز کردن دریچه‌ی جلویی دستگاه انجام دهید. نکته‌ی جالب به هنگام آزمایش به این روش این است که به علت متفاوت بودن شدت نور دو منبع نور (دریچه‌ی جانبی و جلویی) نیم‌سایه‌ها دارای

تاریکی متفاوت خواهند بود. با انجام آزمایش نکات مطرح شده در شرح آزمایش را تجربه کنید.

## آزمایش 10

(آشنایی با فیلترهای تک‌جذبی دو عبوری)

مقدمه: فیلترهای سبز و قرمز و آبی که قبلاً با آنها آشنا شدید دارای این ویژگی مشترک هستند که هر کدام از آنها دو نور رنگی مکمل خود را جذب و نور رنگی باقیمانده را از خود عبور می‌دهند. مثلاً فیلتر سبز از سه نور اصلی موجود در نور سفید نورهای آبی و قرمز را جذب می‌کند ولی نور سبز را از خود عبور می‌دهد. از این رو این فیلترها را دو‌جذبی تک‌عبوری می‌نامیم. اکنون تصور کنید فیلتری داشته باشیم که بر خلاف این گروه، از سه نور اصلی تنها یکی را جذب و دو نور دیگر را عبور دهد اگر چنین فیلتری در اختیار داشته باشیم به چه رنگی دیده می‌شود. مثلاً اگر فیلتری تنها نور آبی را جذب کند و نورهای سبز و قرمز را از خود عبور دهد به چه رنگی دیده می‌شود. پاسخ ساده است این فیلتر به رنگ ترکیبی سبز و قرمز که قبلاً آزمایش آن را انجام دادیم یعنی زرد (yellow) دیده می‌شود. بنابراین فیلتر زرد، فیلتر از بین برنده‌ی نور آبی است. به همین ترتیب فیلتری که تنها نور قرمز را جذب و نورهای سبز و آبی را از خود عبور می‌دهد از بین برنده‌ی نور قرمز و فیروزه‌ای رنگ (cyan) است و فیلتری که تنها نور سبز را جذب و نورهای آبی و قرمز را از خود عبور می‌دهد از بین برنده‌ی نور سبز و ارغوانی رنگ (magenta) خواهد بود. این گروه از فیلترها را فیلترهای تک‌جذبی دو عبوری می‌نامیم. ویژگی مهم این گروه از فیلترها آن است که می‌توان آنها را دو به دو ترکیب

کرد زیرا همیشه هر دو تای آنها یک رنگ عبوری مشترک دارند. مثلاً فیلترهای زرد و فیروزه‌ای هر دو نور سبز را از خود عبور می‌دهند. از این خاصیت فیلترهای تک‌جذبی دو عبوری در صنعت چاپ افسست استفاده می‌کنند که در آزمایش بعد به آن اشاره خواهیم نمود.

شرح آزمایش: ابتدا فیلترهای زرد (yellow)، فیروزه‌ای (cyan) و ارغوانی (magenta) را از نایلون خود خارج و اشیاء پیرامون خود را از پشت تک تک آنها مشاهده کنید. سپس فیلتر زرد را مقابل یکی از دریچه‌های جانبی دستگاه قرار دهید و دو دریچه‌ی دیگر دستگاه را ببندید. دستگاه را روشن و به کمک یکی از آینه‌ها نور عبوری را به روی صفحه‌ی تصویر بیاندازید و آن را مشاهده کنید. در این قسمت از آزمایش می‌خواهیم نور زرد بدست آمده از فیلتر زرد را با نور زرد بدست آمده از ترکیب نورهای سبز و قرمز مقایسه کنیم. برای این کار فیلترهای سبز و قرمز را مقابل دو دریچه‌ای که بسته بودید قرار دهید و با تنظیم آینه‌ها و محل صفحه‌ی تصویر مقابل دستگاه کاری کنید که نیمی از صفحه‌ی تصویر را نور زرد به دست آمده از فیلتر زرد و نیم دیگر صفحه‌ی تصویر را نور زرد بدست آمده از ترکیب نورهای قرمز و سبز بپوشاند. در این حال این دو نور را با هم مقایسه کنید. همین آزمایش را با فیلترهای ارغوانی، به عنوان فیلتر تک‌جذبی دو عبوری و فیلترهای آبی و قرمز انجام دهید و در نهایت این آزمایش را با فیلتر تک‌جذبی دو عبوری فیروزه‌ای و فیلترهای آبی و سبز (سازندگان نور فیروزه‌ای) انجام و نتیجه‌ی مقایسه را توضیح دهید. علت تفاوت میان دو رنگ ساخته شده روی صفحه‌ی تصویر به شدت نورهای سازنده‌ی رنگ ترکیبی و نیز کیفیت فیلترها باز می‌گردد. مثلاً ممکن است زرد به دست آمده از ترکیب نورهای سبز و قرمز با زرد به دست آمده از فیلتر زرد متفاوت باشد که این، ناشی از کیفیت جذب

نور آبی توسط فیلتر زرد و نیز کیفیت عبور نورهای سبز و قرمز توسط فیلترهای مربوطه است. به هر حال انجام این آزمایش نه تنها موجب افزایش شناخت ما نسبت به فیلترهای تک‌جذبی دوعبوری می‌شود بلکه برای ما آشکار می‌سازد که کیفیت جذب و عبور نور در فیلترهای حتی از یک نوع متفاوت می‌باشد. مثلاً اگر جذب نور آبی در یک فیلتر زرد شامل منطقه‌ی نزدیک‌تری به منطقه‌ی نور سبز در طیف باشد و در فیلتر زرد دیگر این جذب نزدیکی‌های منطقه‌ی سبز قطع شود، زردهای به دست آمده از این دو فیلتر و به تبع آن ترکیب نورهای به دست آمده از آنها با هم متفاوت خواهند بود.

## آزمایش 11

(ترکیب نور عبوری از فیلترهای تک‌جذبی دوعبوری با نور مکمل)

مقدمه: همان گونه که در آزمایش قبل دیدید اگر نور سفید را از یک فیلتر تک‌جذبی دوعبوری عبور دهیم نور به دست آمده فاقد نور جذب شده در آن فیلتر خواهد بود. مثلاً اگر نور سفید را از یک فیلتر زرد عبور دهیم نور عبوری (زرد) فاقد نور آبی خواهد بود زیرا نور آبی در فیلتر مربوطه جذب شده است. در این آزمایش سعی می‌کنیم نور جذب شده در این فیلتر را با یک فیلتر دوجذبی تک‌عبوری بسازیم و به طور مصنوعی به آن اضافه کنیم تا نور سفید اولیه ایجاد شود. انجام این آزمایش از یک طرف سازگاری تئوری ترکیب نورها را به ما نشان می‌دهد و از طرف دیگر توانایی و مهارت شما را در کار با فیلترها و نورهای رنگی افزایش می‌دهد.

شرح آزمایش: این آزمایش دقیقاً همانند آزمایش شماره 3 است با این تفاوت که نورهای حاصل از دو فیلتر مکمل (مثلاً زرد و آبی) را با هم ترکیب و نور سفید اولیه را ایجاد می‌کنیم. بنابراین همانند آزمایش شماره 3 در پیچه‌ی جلویی دستگاه را ببندید. ابتدا فیلتر زرد را در یکی از در پیچه‌های جانبی دستگاه قرار دهید و به کمک یکی از آینه‌ها نور آن را به روی دوسوم صفحه‌ی تصویر منتقل کنید. سپس فیلتر آبی را مقابل در پیچه‌ی جانبی دیگر قرار دهید و به کمک آینه‌ی دیگر نور آن را نیز به روی صفحه‌ی تصویر منتقل کنید به طوری که باز هم دوسوم صفحه‌ی تصویر از این نور بهره‌مند شود. به این ترتیب منطقه‌ی میانی صفحه‌ی تصویر که منطقه‌ی تداخل نورهای زرد و آبی است به رنگ سفید درمی‌آید. اگر این منطقه کاملاً سفید نشد علت هماهنگ نبودن جذب گروه‌های رنگی در فیلترها است (که قبلاً نیز در مورد آن شرح دادیم). ولی این ناهماهنگی را می‌توانید به سادگی با جلو و عقب بردن دو آینه‌ی دستگاه جبران و نور کاملاً سفید را ایجاد کنید. آزمایش را یک بار با فیلترهای فیروزه‌ای و قرمز و بار دیگر با فیلترهای ارغوانی و سبز تکرار کنید.

## آزمایش 12

(برهم نهی فیلترهای تک‌جذبی دوعبوری - سیستم cmy)

مقدمه: در مقدمه‌ی آزمایش شماره 10 گفتیم که یکی از ویژگی‌های فیلترهای تک‌جذبی دوعبوری آن است که می‌توان دو نوع غیر یکسان از آنها را با یکدیگر ترکیب کرد چرا که همیشه یک عبور مشترک در آنها یافت می‌شود. مثلاً فیلترهای زرد

و ارغوانی هر دو نور قرمز را از خود عبور می دهند زیرا فیلتر زرد نورهای قرمز و سبز و فیلتر ارغوانی نورهای قرمز و آبی را از خود عبور می دهد بنابراین هر دو قابلیت عبور نور قرمز را از خود دارند. به همین ترتیب فیلترهای زرد و فیروزه‌ای هر دو نور سبز را از خود عبور می دهند و فیلترهای فیروزه‌ای و ارغوانی می توانند هر دو، نور آبی را از خود عبور دهند. نیز گفتیم از این خاصیت در صنعت چاپ افسست استفاده می شود. توضیح این کاربرد را به کتاب‌های تخصصی این رشته و امیگ‌داریم و البته با انجام این آزمایش خواننده می تواند خود به روش کار چاپ پی ببرد با این توضیح کوتاه که در صنعت چاپ افسست از رنگ استفاده نمی شود بلکه همان گونه که از اسم این چاپ مشخص است با برهم نهدی فیلترها روی کاغذ، رنگ نور عبوری باقیمانده از چراغ مطالعه را کنترل می کنند.

شرح آزمایش: دریچه‌های جانبی دستگاه را ببندید و فیلتر زرد را مقابل دریچه‌ی جلویی دستگاه قرار دهید و صفحه‌ی تصویر را نیز مطابق معمول در فاصله‌ی مناسب از دستگاه بگذارید. ابتدا به رنگ صفحه‌ی تصویر توجه کنید. اکنون فیلتر فیروزه‌ای را از بالا بتدریج مقابل فیلتر زرد وارد کنید (چون برای قرار گرفتن فیلتر مقابل دریچه‌ها فقط یک جایگاه در نظر گرفته شده است فیلتر دوم را خارج از دستگاه مقابل فیلتر قبلی قرار دهید). در این حال به تغییر رنگ صفحه‌ی تصویر توجه کنید. آیا با انتظار شما مطابقت دارد؟ فیلتر فیروزه‌ای را از مقابل فیلتر زرد بردارید و آن را تقریباً مماس بر صفحه‌ی تصویر قرار دهید. آیا محل قرار گرفتن فیلتر تأثیری بر رنگ نور عبوری دارد. اکنون به جای فیلتر فیروزه‌ای از فیلتر ارغوانی استفاده کنید و همان مراحل را تکرار کنید و در مرحله‌ی آخر فیلتر زرد را از مقابل دریچه خارج و یکی از دو فیلتر دیگر را وارد کنید و

آزمایش را با ترکیب فیلترهای ارغوانی و فیروزه‌ای تکرار کنید و نتایج را با انتظارتان مقایسه کنید.

برای انجام این آزمایش راه دیگری بدون نیاز به دستگاه وجود دارد به این ترتیب که به دلخواه دو فیلتر تک‌جذبیِ دو عبوری (مثلاً زرد و فیروزه‌ای) را انتخاب و آنها را به صورت نصفه روی هم قرار دهید و مقابل چراغ روشنایی محل آزمایش بگیرید خواهید دید که همزمان سه رنگ در کنار هم قابل مشاهده است. این رنگ‌ها شامل رنگ‌های خود فیلترها در محلی که هم‌پوشانی وجود ندارد و رنگ مشترک در محلی که هم‌پوشانی وجود دارد است.

به سیستم کنترل رنگ نور از طریق کاهش شدت هر یک از نورهای قرمز، سبز و آبی به کمک فیلتر کاهنده‌ی آنها سیستم cmy (حروف اول کلمات cyan به معنی فیروزه‌ای، magenta به معنی ارغوانی و yellow به معنی زرد) می‌گویند. زیرا فیلتر زرد در واقع فیلتر کاهنده‌ی نور آبی، فیلتر فیروزه‌ای فیلتر کاهنده‌ی نور قرمز و فیلتر ارغوانی، فیلتر کاهنده‌ی نور سبز می‌باشند.

## آزمایش 13

(دیدن اشیاء رنگی در نور مخالف رنگ شیء)

مقدمه: یکی از پدیده‌های جالب فیزیکی رنگ اشیاء است. علت مشاهده‌ی اجسام به رنگی که ما آنها را می‌بینیم آن است که مواد تشکیل دهنده‌ی آن جسم و یا مواد پوشش دهنده‌ی آنها قسمتی از نور تابیده به خود را جذب و باقیمانده‌ی آن را بازتاب



می‌دهند. برای مثال زمانی که ما یک جسم را به رنگ قرمز می‌بینیم آن جسم نورهای آبی و سبز موجود در نور تابیده را جذب و فقط نور قرمز را بازتاب می‌دهد. همینطور زمانی که ما یک جسم را به رنگ فیروزه‌ای می‌بینیم علت این است که آن جسم نور قرمز را جذب و نورهای آبی و سبز را بازتاب می‌دهد و البته می‌دانیم که ترکیب آبی و سبز فیروزه‌ای می‌باشد. زمانی که جسم تمامی نورهای تابیده به خود را جذب می‌کند و هیچ نوری از خود بازتاب نمی‌دهد ما آن را سیاه می‌بینیم بنابراین سیاهی همان تاریکی و بی‌نوری است و اگر جسمی تمامی نورهای تابیده به خود را بازتاب دهد ما آن را سفید می‌بینیم. با توجه به آزمایش شماره‌ی 8 اگر جسمی درصدی از نور تابیده به خود را در تمامی ناحیه‌ی طیفی به مقدار مساوی جذب و باقیمانده را بازتاب دهد ما آن جسم را نیز خاکستری می‌بینیم. برای تعیین مقدار جذب و بازتاب نور در نواحی مختلف طیفی از دستگاهی به نام اسپکتروفوتومتر استفاده می‌کنند. نتیجه‌ی اسپکتروفوتومتری یک جسم شناسنامه‌ی رنگی آن جسم است که همانند اثر انگشت، منحصر به آن جسم است. با توجه به مطالب بالا نتیجه می‌گیریم که برای دیدن یک جسم قرمز رنگ باید نور قرمز در طیف تابشی ما موجود باشد تا جسم قابل مشاهده گردد در غیر این صورت جسم به رنگ سیاه دیده می‌شود. لذا اگر جسم سبز رنگی را زیر نور قرمز ببینیم چون نور قرمز فاقد نور سبز می‌باشد جسم سیاه دیده می‌شود.

تذکر: برای رسیدن به نتیجه‌ی بهتر، این آزمایش را در یک اتاق تاریک انجام دهید. شرح آزمایش: یک جسم آبی نسبتاً تیره و یک جسم سبز (مانند در ماژیک و یا مداد رنگی) انتخاب کنید. دریچه‌های جانبی دستگاه را ببندید و فیلتر قرمز را مقابل دریچه‌ی جلویی دستگاه قرار داده دستگاه را روشن نمایید و اجسام انتخابی را مقابل دریچه قرار داده به آن نگاه کنید آیا باز هم اجسام انتخابی شما به رنگ اصلی خود دیده

می شوند؟ این آزمایش را می توانید با فیلترهای مختلف و اجسام با رنگ غیر فیلتر انجام دهید اگر چه ممکن است با فیلتر آبی یا سبز نتیجه‌ی مورد نظر کاملاً حاصل نشود زیرا مثلاً ممکن است فیلتر آبی نور قرمز را به مقدار کمی از خود عبور دهد و همان باعث تشخیص قرمز بودن جسم مورد نظر گردد.

پایان

**با ما در تماس باشید:** مؤسسه‌ی دیدگانی مناظر - خیابان جمهوری بین چهارراه سی

تیر و سفارت انگلستان نبش کوچه‌ی گوهر شاد پاساژ گوهر پلاک 17-0

تلفن: 66716957 و 66728854