

فیزیک رنگ

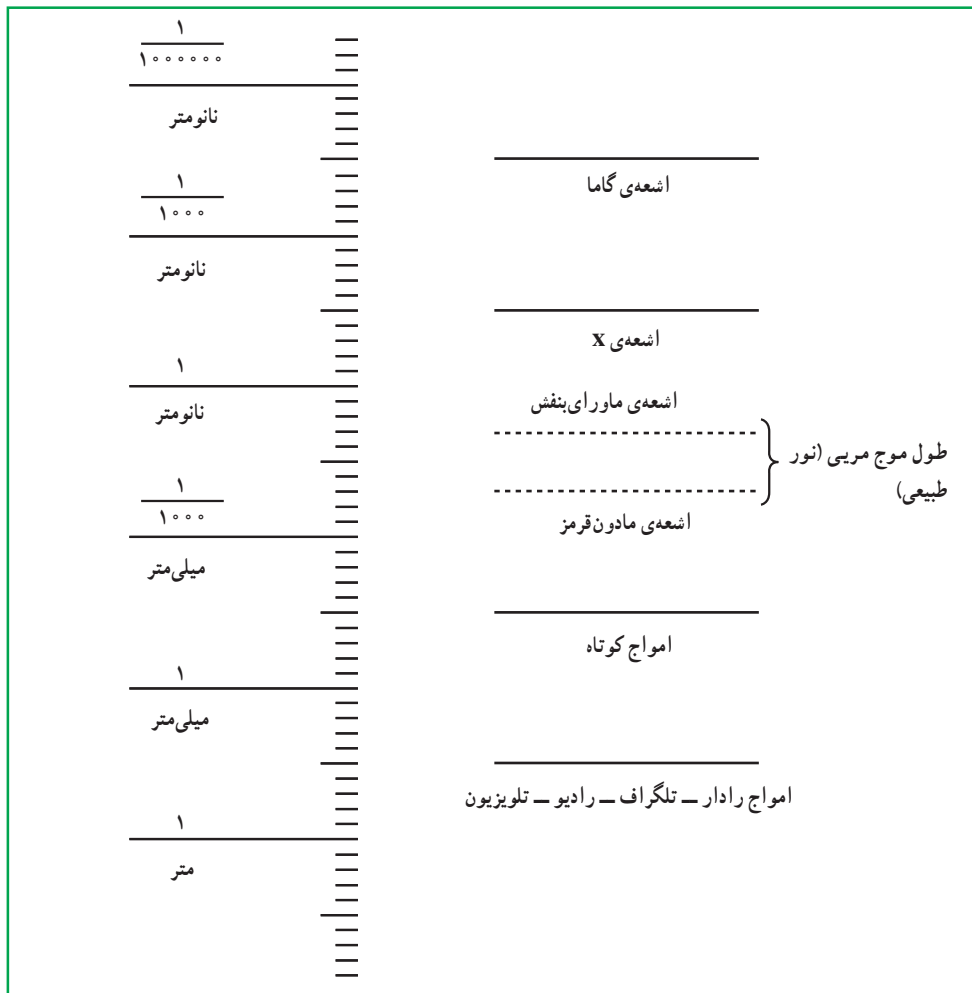
هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- فیزیک رنگ را توضیح دهد.
- ۲- انواع ترکیب رنگ را تعریف کند.
- ۳- تفاوت ترکیب افزایشی و کاهشی را توضیح دهد.

فیزیک رنگ

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، بدون وجود نور اجسام دیده نمی‌شوند. رنگ و شکل اشیا در تاریکی قابل رؤیت نیستند. اشیا زمانی دیده می‌شوند که یا از خودشان نور منتشر کنند و یا نور منبع روشنایی دیگری را بازتاب دهند. دیده نشدن اشیا را بدون وجود نور با تاریک کردن یک مکان می‌توان دریافت. نور طبیعی که اصطلاحاً به آن نور مری هم می‌گویند که باعث دیده شدن جهان پیرامون و اشیا می‌شود. بخشی از انرژی الکترومغناطیسی است که به صورت امواج منتشر می‌شود و زمانی که با اشیا برخورد می‌کند قابل رؤیت می‌گردد. طیف امواج الکترومغناطیسی دارای طول موج‌های متفاوتی است که از چند میلیونیم نانومتر (یک نانومتر = یک میلیونیم میلی‌متر است)، تا بیش از هزار کیلومتر متغیر می‌باشد. نور دارای طول موجی میان حدود 380° تا 760° نانومتر است. امواج کوتاه‌تر از 380° و بلندتر از 760° نانومتر قابل رؤیت نیستند. اما وجود آن‌ها را با وسایل و

امکانات آزمایشگاهی می‌توان دریافت. مثل امواج ماورای بنفش، اشعه‌ی ایکس، امواج گاما و... که طول موج آن‌ها کوتاه‌تر از نور است و عموماً برای حیات انسان و طبیعت مضر و خطرناک هستند. امواج مادون قرمز و امواج مخابراتی نیز دارای طول موج بلندتر از 760° نانومتر هستند که برای ایجاد گرما و ارسال اطلاعات استفاده می‌شوند. برای توضیح بیشتر به شکل ۷-۱ توجه شود. علم فیزیک چگونگی پیدایش رنگ‌های مختلف از تجزیه نور طبیعی را به ما توضیح می‌دهد. نور خورشید و بسیاری دیگر از منابع نورانی مشابه، از اشعه‌هایی با طول موج‌های متفاوت تشکیل شده است. هنگامی که باریکه‌ای از نور خورشید به یک منشور تابیده شود، هنگام عبور از سطوح منشور می‌شکند و پس از برخورد با زمینه‌ی سفید به صورت طیفی رنگین دیده می‌شود. در طیف حاصل هر دسته از طول موج‌ها رنگ خاصی را نشان می‌دهد (شکل ۷-۲).



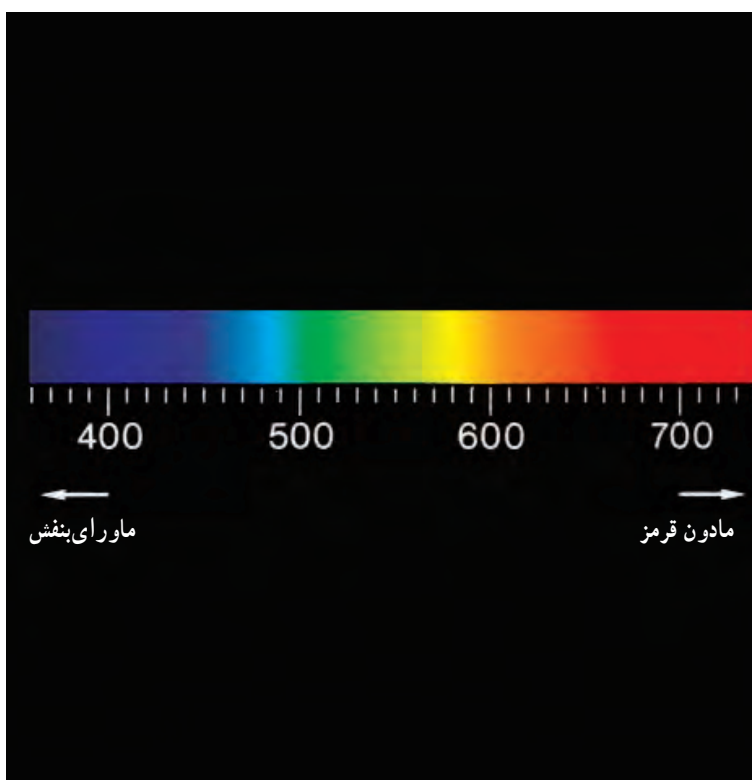
شکل ۱-۷- امواج الکترومغناطیسی از طول موج بسیار کوتاه یک میلیونیم نانومتر تا طول موج هزاران کیلومتری متغیر هستند. معمولاً امواج بسیار کوتاه گاما و ایکس که مخرب هستند در اثر برخورد به جو به زمین راه پیدا نمی‌کنند و گرچه حیات را روی کره زمین از میان می‌برند. اشعه ایکس کاربردهای پزشکی و علمی دارد و اشعه ماورای بنفش به پوست و چشم آسیب می‌رساند. امواج با طول موج حدود 380 تا 760 نانومتر نیز طیف نور طبیعی و مرئی را تشکیل می‌دهند.



شکل ۲-۷- وقتی که دسته باریکی از اشعه نور مرئی (که اصطلاحاً نور سفید می‌گوییم) به یک منشور می‌تابد در اثر دوبار برخورد با سطوح منشور و شکسته شدن، به صورت طیف‌های رنگین کمان دیده می‌شود.

طیف رنگ‌ها از یک سو با رنگ بنفش شروع می‌شود و به تدریج به آبی می‌رسد و از آبی به تدریج به سبز تبدیل می‌گردد، آن‌گاه نوار باریک زرد دیده می‌شود که به تدریج به نارنجی و سپس به قرمز ختم می‌گردد. رنگ‌های میانی دیگری هم چون سبز آبی، سبز زرد، زرد نارنجی، قرمز نارنجی نیز وجود دارند اما به طور قابل تفکیکی دیده نمی‌شوند. همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد اشعه‌های با طول موج کوتاه‌تر از بنفش (کوتاه‌تر از 380° نانومتر) و با طول موج بلندتر از قرمز (بلندتر از 760° نانومتر) نیز به چشم دیده نمی‌شوند (شکل ۷-۳).

با تجزیه نور توسط منشور، آن دسته از اشعه‌ها که طول موج کوتاهی دارند به رنگ آبی بنفش دیده می‌شوند و آن دسته از اشعه‌های نور که بلندترین طول موج را دارند به رنگ قرمز دیده می‌شوند. دسته‌ای دیگر از طیف حاصل که دارای طول موج متوسط هستند به رنگ سبز دیده می‌شوند. در فاصله میان این سه دسته طول موج کوتاه، متوسط و بلند سه رنگ دیگر با مرزهای محوشونده به صورت نوارهای باریک‌تری قابل رؤیت هستند که عبارتند از نارنجی، زرد و آبی. در واقع هیچ‌کدام از این طیف‌های رنگین به طور قاطعی از یکدیگر جدا دیده نمی‌شوند و هیچ دسته از این طول موج‌ها با مرز مشخص از دیگری جدا نمی‌شود، بلکه

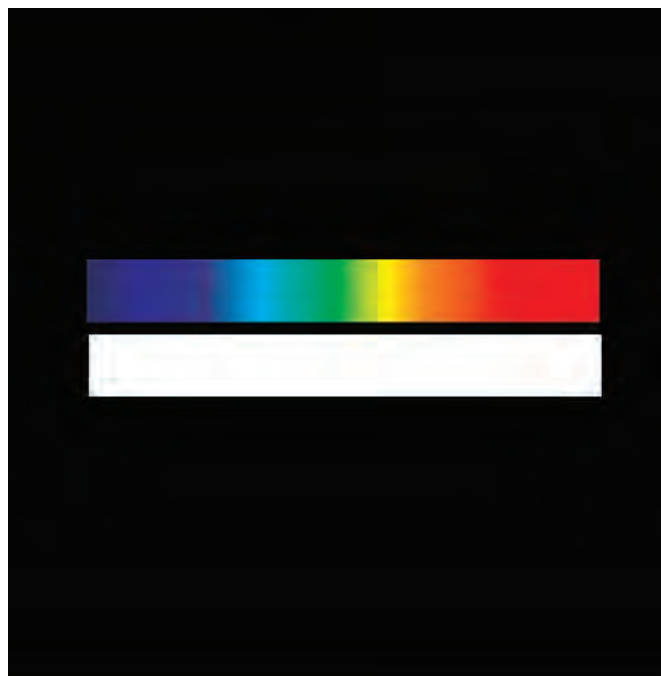


شکل ۷-۳ در طیف‌های رنگین حاصل از شکست نور، کوتاه‌ترین طول موج به رنگ بنفش و بلندترین طول موج به رنگ قرمز دیده می‌شود. میان این دو طیف سایر رنگ‌ها و تغییرات آن دیده می‌شود که به تدریج در یکدیگر محو شده و بدون مرز خیلی واضحی از هم متمایز می‌شوند.

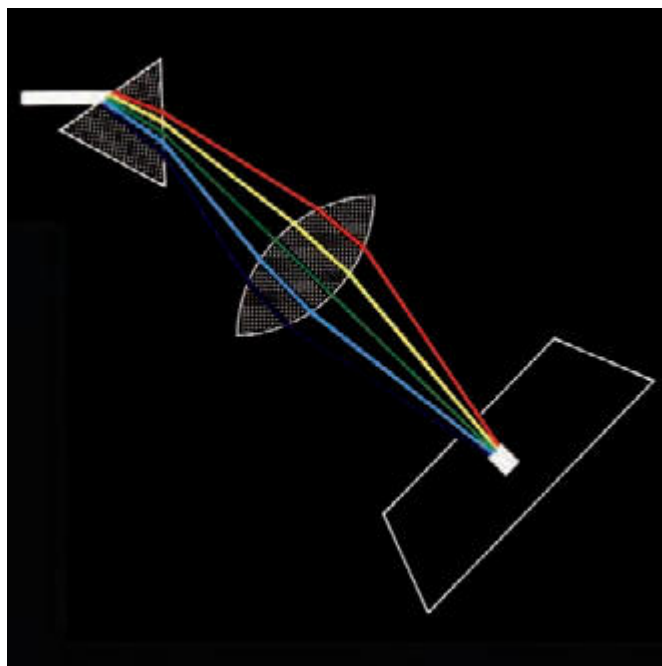
ترکیب افزایشی

نور به وسیله منشور را دوباره به کمک یک عدسی همگرا (محدب) با هم ترکیب کنیم، مجدداً نور سفید حاصل می‌شود (شکل ۷-۴).

در صورتی که طیف رنگ‌های حاصل از شکست و تجزیه



(الف)

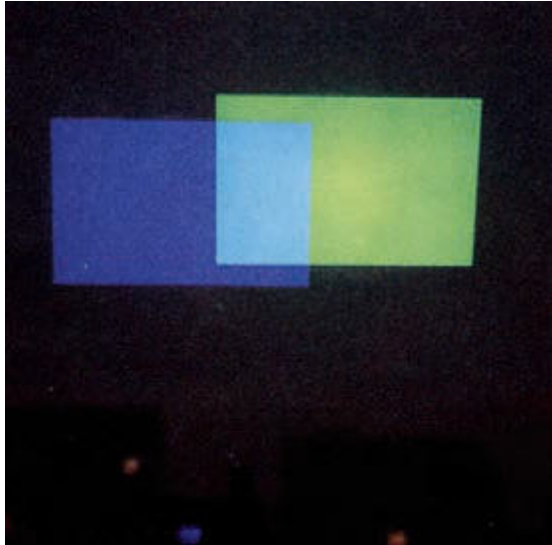


(ب)

الف — طیف‌های مختلف رنگ که در اثر عبور نور از منشور به وجود آمده‌اند.
ب — در صورتی که مجدداً طیف‌های حاصل از تجزیه نور از یک عدسی همگرا گذرانده شوند، با یکدیگر ترکیب شده و مجدداً نور سفید حاصل می‌شود.

شکل ۷-۴

با یکدیگر افزایش می‌یابد، ترکیب افزایشی می‌گویند. نورهای رنگین وقتی دو به دو با یکدیگر ترکیب می‌شوند از طریق افزایشی رنگ‌های دیگر را به وجود می‌آورند (شکل‌های ۵-۷ تا ۸-۷).

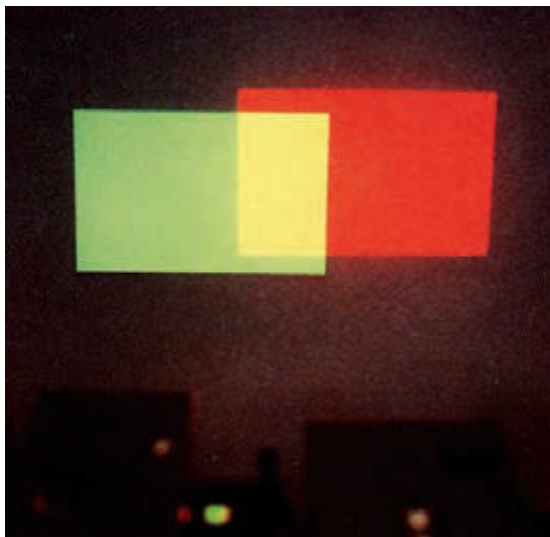


شکل ۶-۷- از ترکیب افزایشی بنفش با سبز که مجموعه‌ی طول موج‌های کوتاه و متوسط است، رنگ آبی فیروزه‌ای (سایان) حاصل می‌شود.
سبز + بنفش = آبی مایل به فیروزه‌ای^۱

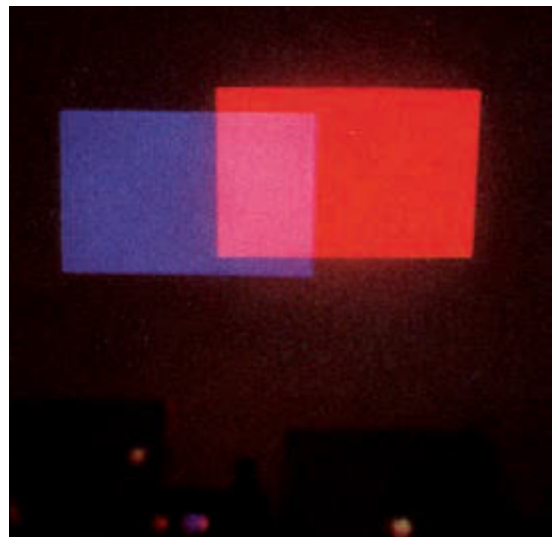
بنابراین سه رنگ اصلی نور: قرمز با طول موج بلند، سبز با طول موج متوسط و بنفش با طول موج کوتاه، وقتی با یکدیگر ترکیب می‌شوند نور سفید حاصل می‌شود. این نوع ترکیب رنگ را که در آن میزان روشنی نور پس از ترکیب اشعه‌های مختلف آن



شکل ۵-۷- وقتی سه منبع نور بنفش، سبز و قرمز با یکدیگر تلاقی کنند، در محل تلاقی آن‌ها روی صفحه سفید از طریق ترکیب افزایشی نور سفید حاصل می‌شود. زیرا هر سه طیف کوتاه، متوسط و بلند نور را در خود دارند.



شکل ۸-۷- از ترکیب افزایشی سبز با قرمز که مجموعه‌ی طول موج‌ها متوسط و بلند است، رنگ زرد حاصل می‌شود.
قرمز + سبز = زرد



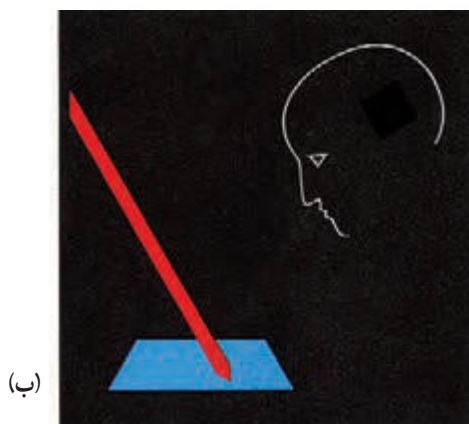
شکل ۷-۷- از ترکیب افزایشی بنفش با قرمز که مجموعه‌ی طول موج‌های کوتاه و بلند است، رنگ قرمز ارغوانی (ماژنتا) حاصل می‌شود.
بنفش + قرمز = قرمز ارغوانی^۲

ترکیب کاهشی

چنانچه در مقابل یک منبع نور فیلتر قرمز رنگی را قرار دهیم، جلوی تابش طول موج های کوتاه و متوسط (همه رنگ ها به جز قرمز) گرفته می شود و تنها $\frac{1}{3}$ نور تابیده شده که دارای طول موج بلند است، یعنی طیف قرمز می تواند از فیلتر عبور کند. درواقع $\frac{2}{3}$ نور توسط عناصر قرمز جذب شده و روشنایی نور کاهش پیدا می کند. حال چنان که در مقابل این بخش از نور نیز فیلتری به رنگ آبی فیروزه ای (سایان) قرار بدهیم، منبع نور موردنظر کاملاً تیره و تاریک دیده می شود. زیرا طول موج نور قرمز بلند است و نمی تواند از فیلتر آبی (سایان) که فقط طول موج های کوتاه نور را می تواند از خود عبور دهد، بگذرد (شکل ۷-۹). این موضوع را می توان با روی هم قرار دادن دو فیلتر یا دو لایه رنگ شفاف

قرمز و آبی فیروزه ای نیز نشان داد (شکل ۷-۱۰). تیره دیده شدن نور از ورای فیلترهای رنگی در اثر خاصیت کاهش دهنده ی آن هاست. زیرا فیلترهای رنگی فقط اجازه عبور طیف نور هم رنگ خود را می دهند. به این نوع ترکیب رنگی که باعث تیره شدن رنگ می شود، اصطلاحاً ترکیب کاهشی رنگ می گویند. ترکیب مواد رنگی را نیز ترکیب کاهش می گویند. زیرا وقتی سه رنگ اصلی را با یکدیگر مخلوط کنیم یک رنگ کاملاً تیره حاصل می شود (شکل ۷-۱۰).

خصوصیت ترکیب کاهشی رنگ ها را با استفاده از لایه های شفاف رنگ های آبرنگ، ماژیک یا اکولین نیز می توان نشان داد. اگر دو لایه از رنگ های اصلی شفاف روی یکدیگر قرار بگیرند رنگ جدیدی به دست می آید و اگر سه رنگ اصلی روی هم قرار بگیرند کاملاً تیره دیده می شوند (شکل ۷-۱۱).



(ب)



(الف)

الف — در صورتی که طیف نور قرمز به یک سطح هم رنگ خودش برخورد کند، چون همی طیف نور به علت همخوان بودن بازتاب می شود، سطح قرمز رنگ به خوبی دیده می شود. ب — وقتی که یک دسته از طیف نور قرمز به یک سطح آبی فیروزه ای برخورد می کند به دلیل این که در رنگ آبی توانایی انعکاس طیف بلند نور قرمز وجود ندارد، طیف نور قرمز را جذب و هیچ بخشی از آن بازتاب نمی یابد. بنابراین سطح آبی فیروزه ای کاملاً تیره دیده می شود.

شکل ۷-۹



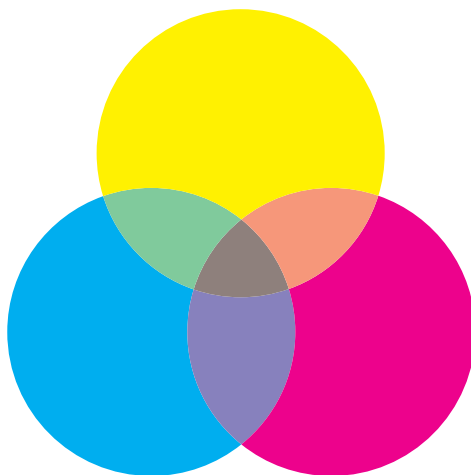
شکل ۷-۱۰ — نتیجه ی ترکیب کاهشی در اثر روی هم قرار گرفتن دو لایه شفاف به رنگ قرمز و فیروزه ای، رنگی کاملاً تیره است.



شکل ۷-۱۱- وقتی لایه‌هایی از رنگ‌های شفاف آبرنگ و ماژیک روی یکدیگر قرار می‌گیرند، نتیجه ترکیب کاهشی رنگ‌ها را ملاحظه خواهیم کرد.

درواقع وقتی جسمی به رنگ آبی یا قرمز دیده می‌شود، معنای آن این است که جسم موردنظر فقط بخشی از نور را بازتابانیده است که متناسب با رنگ خودش بوده است و بقیه نور تابیده شده را جذب کرده است.

وقتی جسم تیره رنگی در معرض تابش آفتاب قرار گیرد، درصد بسیار ناچیزی از نور را منعکس و بیشترین قسمت را جذب و تبدیل به انرژی گرمایی می‌کند به طوری که با لمس کردن جسم تیره می‌توان گرم شدن آن را دریافت. در عین حال جسم سفید رنگ به دلیل انعکاس بیشترین قسمت نور تابیده شده و جذب مقدار اندکی از آن بسیار خنک‌تر خواهد بود. بنابراین اجسام تنها بخشی از نور را منعکس و بخشی دیگر را جذب می‌کنند. این مواد رنگین، مثل رنگ‌هایی که در نقاشی کردن استفاده می‌شوند، وقتی با یکدیگر مخلوط می‌شوند ارزش رنگی یکدیگر را کاهش می‌دهند و یا خنثی می‌سازند. به همین دلیل از مخلوط کردن سه رنگ اصلی: زرد، قرمز و آبی با یکدیگر خاکستری بسیار تیره‌ای حاصل خواهد شد (شکل ۷-۱۲).



شکل ۷-۱۲- در اثر اختلاط سه رنگ اصلی زرد، قرمز و آبی که ترکیب کاهشی مواد رنگین است، رنگ بسیار تیره‌ای حاصل خواهد شد.

تمرین

- ۱- راجع به فیزیک رنگ و ترکیب افزایشی رنگ‌ها تحقیق کرده و نتیجه آن‌را به صورت مکتوب و احیاناً با ارائه نمونه‌هایی در کلاس توضیح دهید.
- ۲- با استفاده از ماژیک، آبرنگ و گواش و به کارگیری سه تا پنج رنگ، سه نمونه از ترکیب کاهشی رنگ‌ها را به صورت ترکیب‌هایی از دو یا سه رنگ در کادرهای 20×20 سانتی متر نشان دهید.