رنگها در نقشه

(قسمت اول)

مهندس مهدی مدیری
عضو هیأت علمی دانشکده نقشه‌برداری

پیشگفتار

در کارتوگرافی، رنگ نقشه‌ها جایگاه ویژه‌ای دارد. خوانایی و گویایی نقشه و انطباق عوارض آن با واقعیت (طبیعت) به کمک رنگ میسر است. چگونگی به‌کار بردن رنگها بلحاظ تنوع و توزیع رنگ در نقشه متناسب با شرایط طبیعی و وضعیت عوارض زمین، هدف و مقیاس نقشه بر اساس اصول کارتوگرافی است. انتخاب رنگ در نقشه از نقطه نظر زیبایی شناسی و با در نظر گرفتن کیفیت هنری به صورتی است که ضمن معرفی بهتر چهره زمین بر ارزش هندسی و ظرافتهای نقشه می‌افزاید.

در مبحث رنگ نقشه ها بایستی مواردی اساسی از جمله؛ انتخاب رنگ، روش اجرا و چگونگی چاپ رنگین مورد توجه قرار گیرد تا با آشنایی آنها، بتوان در طراحی نقشه‌های رنگی ارزشهای افزونی را بر کاربرد نقشه‌ها پدید آورد.

رنگها

رنگ سفید ترکیبی از رنگهای مختلف (رنگهای محدوده طیف مرئی) است که هر یک از این رنگها دارای طول موج یا فرکانس متفاوتی می‌باشند. رنگهای طیف مرئی عبارت از : قرمز (بالاترین طول موج طیف مرئی)، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش (کوتاه‌ترین طول موج) هستند. بایستی اشاره نمود این رنگها مرزهای معین و قطعی ندارند. آنها مانند رنگهای رنگین کمان با هم ترکیب می شوند تا یک طیف پیوسته[1] تشکیل دهند.

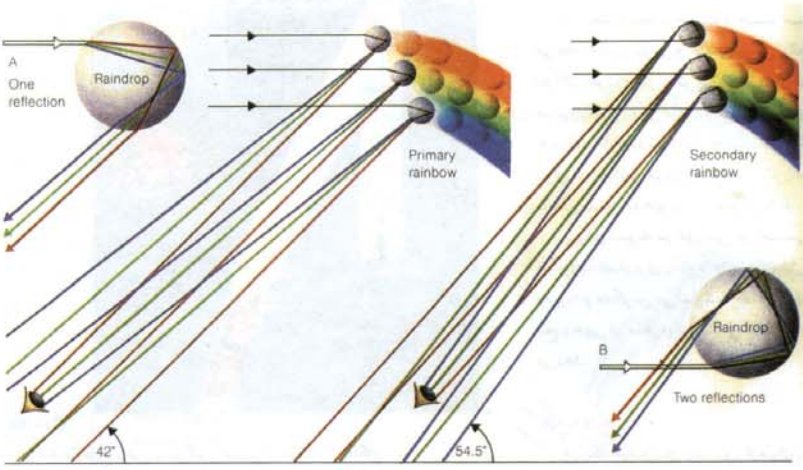
تجزیه نور

هنگامی که نور سفید از دانسیته واسطه‌ای بگذرد و در زاویه‌ای از درون واسطه دیگری با دانسیته متفاوت مانند شیشه عبور کند، رنگ سفید به اجزای ترکیب کننده خود شکسته می‌شود که به این پدیده **"تجزیه نور"** گفته می‌شود.

سرعت طول موجی متفاوت امواج در واسطه ثانویه اندکی بیشتر است و در نتیجه میزان شکست و انکسار این طول موجها نیز اندکی متفاوت است. بنابراین، نور سفید تجزیه شده از واسطه، با رنگهای تشکیل دهنده آن در یک طیف تفکیک شده پدیدار می‌گردد. نمونه طیفی چنین تجزیه‌ای در یک رنگین کمان روی می‌دهد. هنگامی که قطرات باران نور خورشید را شکسته (و تجزیه) می‌کنند، می‌توان رنگین کمان را مشاهده نمود. پرتو نور همانطور که در درون قطرات باران تجزیه می‌شوند، در همان جابه سمت زمین منعکس و بازتاب می‌یابند.

انکسار رنگهای مختلف نور متفاوت است و در نتیجه در زوایای متفاوتی از یک قطره قرمز، در ۴۲° درجه تا بنفش در ۴۱° درجه ظاهر می‌گردد. ناظر رنگ قرمز را در بالا و رنگ بنفش را در پایین کمان مشاهده می‌کند. زیرا وقتی که قطره نسبت به انعکاس نور قرمز برای ناظر در زاویه مناسبی باشد، نور بنفش نیز بر می‌گردد و از بالای سر ناظر عبور می‌نماید. به همان ترتیب،قطره دیگر در ارتفاع پایین‌تر در زاویه‌ای است که برای برگشت نور بنفش لازم می‌باشد اما نور قرمز در زاویه تندتری بازتاب و منعکس می‌شود که از سطح دید ناظر عبور می‌کند.

ضخامت رنگین کمان تقریباً برابر بامقدار ثابت ۲° درجه از کمان است، اگر چه موقعیت ظاهری آن به موقعیت ناظر ارتباط دارد. بعلاوه، رنگین کمان همواره کمانی از یک دایره است ولی چقدر از این دایره دیده می‌شود بستگی به ارتفاع قطرات باران، ارتفاع ناظر و زاویه خورشید در بالای افق دارد. کمان کم‌رنگ‌تری (به نام رنگین کمان ثانوی) را می‌توان گاهی اوقات جدا و بیرون از رنگین کمان اولیه مشاهده نمود.



نگاره (۱): در یک رنگین کمان اولیه، قرمز در بالای قوس و بنفش در پایین آن قرار دارند. نور هنگام ورود به یک قطره باران (A) انکسار یافته و به رنگهای تفکیکی تجزیه می‌شود، سپس درون قطره بازتاب یافته و به هنگام خروج از قطره بار دیگر انکسار می‌یابد و در نتیجه رنگهای مختلف رنگین کمان پدید می‌آیند. پرتو رنگ قرمز در یک زاویه تندتری نسبت به پرتو بنفش به ناظر می‌رسد. در رنگین کمان ثانویه، در هر قطره (B) دو بازتاب روی می‌دهد که باعث معکوس نمودن رنگهای طیفی می‌گردد.

رنگین کمان ثانوی از یک بازتاب و انعکاس اضافی درونی پرتوهای نوری در قطرات باران پدید می‌آید و به همین دلیل است که ترتیب رنگهای طیفی معکوس شده است به نحوی که بنفش در بالا و قرمز در پایین کمان تشکیل می‌گردد.

آبی آسمان از پدیده‌ای موسوم به پراکندگی پدید می‌آید. مولکولهای گاز با شکست نور خورشید در جو، بویژه طول موجهای کوتاه‌تر در انتهای آبی، پراکنده می‌شود و در نتیجه آسمان را آبی می‌بینیم. در ارتفاعات بالای جو، تعداد مولکول‌های گازی کمتر است و پراکندگی کمتری انجام می‌گیرد و آسمان سیاه دیده می‌شود. در طلوع و غروب آفتاب نور خورشید بعد از عبور عمق بزرگتری از جو به ناظر روی زمین می‌رسد. مؤلفه آبی نور از زاویه‌های بزرگتری پراکنده و انتشار یافته به نحوی که فقط طول موجهای بلند را باقی می گذارد. در نتیجه اگر هوا دارای ذرات غبار باشد و این ذرات پراکندگی و انتشار را تشدید کنند، خورشید و آسمان اطراف آن قرمز بنظر می‌رسد.

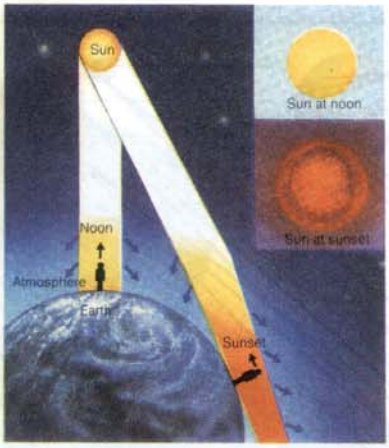
منشور

یکی از روشهای تجزیه نور در آزمایشگاه‌ها، استفاده از یک منشور سه وجهی شیشه‌ای یا پلاستیکی است. بیش از سیصد سال قبل، اسحاق نیوتن

نگاره (۲و۳): یک منشورسه‌وجهی نور سفید رادر یک طیف تجزیه می‌کند زیرا رنگهای دارای طول موج کوتاه در طرف بنفش بیشترازرنگهای قرمز دارای طول موج بلند انکسار می‌یابند. ترئینات کریستالی قدیمی نور خورشید را شکسته و طیف‌های رنگین و زیبایی بوجود می‌آورند.

نشان داد چگونه پرتوی که از نور سفید با زاویه‌ای سه وجهی از منشور بتابد، انکسار یافته و تجزیه می‌شود. طیف ممتد و پیوسته‌ای از خود تشکیل می‌دهد. منشور دومی و عدسی‌ای می‌تواند نور طبیعی تجزیه شده را جمع و متراکم نموده و بار دیگر پرتوی از نور سفید را بسازد. در طیف سنج از منشور به این روش استفاده می‌کنند. چنانچه پرتوی از نور در زاویه قائمه‌ای به منشور تابانیده شود، نور نه شکسته می‌شود و نه تجزیه می‌گردد. از چنین اثری در انعکاس درونی مختلف منشور استفاده می‌شود به نحوی که وجوه داخلی منشور به عنوان آینه عمل می‌کنند.

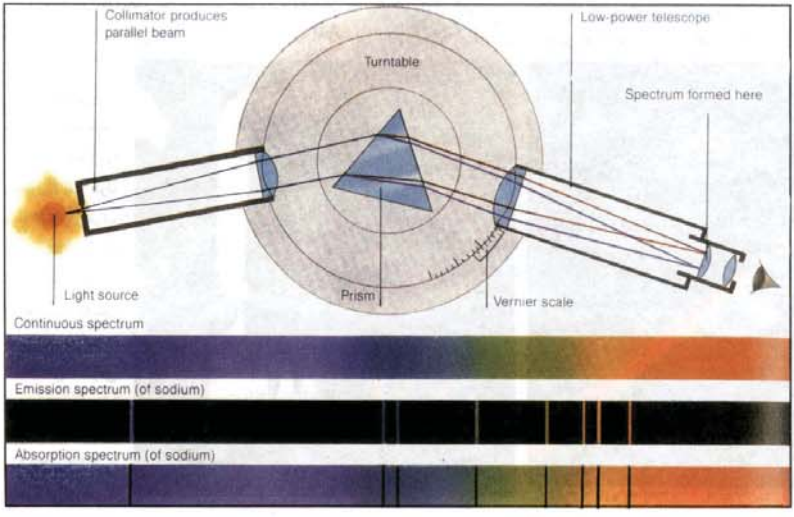
برای نمونه، در دوربین دو چشمی که از منشور استفاده می‌شود، منشورها تصاویری را که با عدسیهای شئی‌ای معکوس شده‌اند، بار دیگر وارونه و معکوس می‌نمایند تا تصاویر نهایی به خوبی دیده شوند. منشور پنج وجهی در منظره‌یاب عدسی انعکاس دوربین همین عمل مشابه را انجام می‌دهد.



نگاره (۴):
خورشید در طلوع و غروب بزرگتر و قرمزتر از خورشید به هنگام ظهر به نظر می‌رسد. در هنگام ظهر، خورشید در بالای سر ناظر قرار می‌گیرد و اشعه آن مستقیماً از جو عبور می‌کند. در نتیجه بخشی از نور آبی پراکنده می‌شود و آسمان آبی و خورشید اندکی زرد بنظر می‌آید. در غروب اشعه با ضخامت به مراتب بیشتری از جو می‌گذرد. بدین ترتیب اشعه خورشید انکسار یافته و خورشید بزرگتر به نظر می‌رسد تقریباً همه نور آبی پراکنده می‌شود، خورشید و آسمان اطراف آن به رنگ نزدیک به قرمز دیده می‌شود.

طیف سنج

در یک طیف سنج ابتدا نور از میان یک کلیماتور[۲] (اخترتاب) عبور می‌کند که از یک شکاف و یک عدسی محدب تشکیل یافته و با هم پرتوی موازی تولید می‌کند. پرتو در زاویه‌ای بر روی منشور قرار می‌گیرد که پرتو را به رنگهای طیفی انکسار و تجزیه می‌کند. در منشور پرتو موازی رنگهای مختلف ظاهر می‌شود، سپس این پرتو از یک عدسی محدب دومی که آن را در یک کانون متمرکز می‌نماید، عبور می‌کند. طیف حاصل شده را می‌توان از طریق یک تلسکوپ کم قدرت که بر روی فیلم عکاسی ثبت می‌گردد، مشاهده نمود. به منظور تولید طیف نوری می‌توان از یک طیف‌نما (سطح فلزی صیقلی و یا شیشه‌ای شیاردار) که به منظور تجزیه و یا پراکندگی امواج



نگاره (۵):
طیف سنج از یک منشور شیشه‌ای جهت شکست پرتو موازی نور سفید به رنگهای ترکیبی استفاده می‌کند که می‌توان آنها را از طریق یک تلسکوپ با قدرت کم دید آنها بر روی یک فیلم عکاسی چاپ نمود. سنج نور سفید طیف پیوسته‌ای را تولید می‌کند در صورتی که عنصر ساده بر اثر دما گداخته شده، طیف تابشی متشکل از یک سری خطوط روشن را نشان می‌دهد. همان عنصر در شکل گازی خود در جلوی منبعی از نور سفید یک طیف جذبی از خطوط تیره بر روی یک زمینه پیوسته تولید می‌کند.

استفاده می‌گردد. (شیارها نزدیک به‌یکدیگر این صفحه ممکن است به تعداد ۲۰۰۰۰ عدد در هر اینچ و یا ۲۰۰۰۰ عدد در سانتیمتر برسد) استفاده نمود.

طیف نشری

طیف سنج نشان می‌دهد، بسیاری از منابع نوری (برخلاف خورشید) طیف پیوسته‌ای تولید نمی‌کنند. برای مثال، نور لامپ سدیم طیفی تولید می‌کند که تحت سیطره یک زوج خطوط زرد نزدیک بهم است. این نوع طیف ناپیوسته (گسسته) خصوصیات عناصر شیمیایی انفرادی دارند که وقتی براثر دما گداخته می‌شوند از خود نور ساطع می‌نمایند. خطوط طیفی ناشی از تحریک الکترون‌ها در اتمها است. الکترون‌های تحریک شده انرژی را کمک کرده و به مدار بالاتر می‌جهند. وقتی این الکترونها به مدار اولیه خود برمی‌گردند، انرژی مازادی از خود به صورت نور ساطع می‌کنند که دارای طول موج خاصی می‌باشند. طیف تابشی حاصل اثر انگشت منحصر بفردی از عنصر مربوطه و ترکیبی از عناصر است که می‌توان خطوط طیفی ترکیبی را با استفاده از یک طیف سنج به سرعت مورد تجزیه قرار داد. این تکنیک بویژه در تجزیه شیمیایی و نجوم سودمند است.

طیف جذبی

همانطور که مواد براثر دما گداخته شده و نوری در طول موجهای معینی از خود ساطع می‌نمایند، به همان صورت، بخار همان مواد در دمای پایین در آن طول موجها نور را جذب می‌کند. طیفی که برابر با طول موجها است به جای اینکه امواج نشر پیدا کند، جذب می‌گردد به طیف جذبی نامیده می‌شود. این طیف معمولاً به صورت ردیفی از خطوط یا باندهای سیاه در یک طیف نوری پیوسته ظاهر می‌گردد. مانند طیف‌های نشری، طیف جذبی رامی‌توان جهت آشکارسازی هر یک از ترکیبات عنصری با کمک خطوط سیاه که به نام کاشف آن فران هوفر[3] شناخته شده به کار می‌رود.

طیف جذبی خورشید عناصر شیمیایی را نشان می‌دهد که در لایه خارجی خورشید وجود دارد.

این لایه‌ها مقداری از انرژی تشعشعی بخشهای درونی خورشید را جذب می‌کنند (بدین ترتیب، بخش درونی گرم است که طیف تابشی پیوسته را تولید می‌کند).

بنابراین، برای نمونه، یک زوج خطوط سیاه در قسمت زرد طیف جذب وجود بخار سدیم را نشان می‌دهد. خطوط دیگر نشان می‌دهد که گاز هلیوم فرآورده‌ای از تولید انرژی هلیوم براثر ترکیب هسته‌ای در عمق خورشید – نیرو وجود دارد.

رنگ و رنگ آمیزی

هنوز جزئیات مکانیزم حاکم بر روابط بین جسم و روان انسانی که به وسیله آنها رنگ را تشخیص می‌دهد، به طور کامل شناخته نشده است. لیکن باور عمومی بر این می‌باشد که مغز انسان، کار تشخیص رنگ را با چشم خود از طریق سه گیرنده نوری جداگانه در شبکیه چشم دریافت می‌کند.

گیرنده‌های مزبور به ترتیب به نورآبی، سبز و قرمز پاسخ می‌دهند. بنابراین رنگی که یک پدیده دارد متناسب با مقدار رنگ‌های آبی، سبز و قرمزی است که منعکس می‌نمایند. در واقع ما از نظر فیزیولوژی تأثیر گیرنده آبی شبکیه را با گیرنده‌های سبز و قرمز شبکیه ترکیب می‌نمائیم. وقتی این سه تأثیر بر یکدیگر افزوده شوند، نتیجه آن دریافت و تمایز رنگی برای هر پدیده معینی می‌گردد. تغییری که در کمیت نسبی نور آبی، سبز وقرمز که از شئی می‌تابد، رنگی را که به پدیده مربوط می‌دانیم، تغییر می‌کند. به طور خلاصه، ما همه رنگها را با ترکیب نسبی مقادیر همین سه رنگ دریافت نموده و می‌بینیم.

رنگهای **آبی، سبز و قرمز** را به اصطلاح **رنگهای اصلی**[4] (منابع اصلی رنگ یانور که به وسیله ترکیبات گوناگون آنها انواع رنگهای تصویر دیگر حاصل می‌شود،رنگهای اصلی راتشکیل می دهند. به عنوان مثال سه رنگ اصلی در تلویزیون رنگی عبارتند از : آبی، سبز و قرمز) گویند. نگاره (۶) تأثیر انعکاس نورهای آبی، سبز و قرمز را در هر یک از سه لایه نشان می‌دهد در حالی که هر سه پرتو نوری همدیگر را پوشش می‌دهند، تأثیر دیداری نور سفید است. زیرا سه سیستم گیرنده شبکیه چشم به یک اندازه تحریک می‌شوند. بنابراین ، نور سفید را می‌توان ترکیبی از نور آبی، سبز و قرمز تصور نمود. از ترکیب نورهای قرمز و سبز، نور **زرد** حاصل می‌شود. از ترکیب نورهای آبی و قرمز، نور **ماژنتا**[5] (ارغوانی یا قرمز مایل به آبی) و از ترکیب نورهای آبی و سبز، نور **سایان**[6] (فیروزه‌ای یاسبز مایل به آبی) به دست می‌آید.

زرد، ماژنتا و سایان را **رنگهای مکمل** (رنگهای کاهشی) نورهای آبی، سبز و قرمز گویند. رنگی که با رنگ دیگر رنگ سفید را به وجود آورد، رنگ مکمل گویند. لازم به ذکر می‌باشد، رنگ مکمل هر رنگ اصلی از ترکیب دو رنگ اصلی دیگر حاصل می‌شود.

تلویزیون رنگی همانند چشم انسان بر اساس ترکیب سه رنگ اصلی نور با استفاده از نقاط یا خطوط عمودی آبی، سبز و قرمز در پرده تصویر به نمایش در می‌آید. وقتی تصویر صفحه تلویزیون در فاصله‌ای دیده شود، نقاط مزبور با رنگهای اصلی آبی، سبز وقرمز به طور متوالی و سریع منتشر شده و تصویر را به وجود می‌آورند. در حالی که در تلویزیون رنگی، رنگهای مختلف از افزودن **رنگهای اصلی** آبی، سبز و قرمز بوجود می‌آیند. در عکسبرداری رنگی به طور عکس آن عمل می‌شود، یعنی عکاسی رنگی مبتنی بر اصل ترکیب **رنگهای کاهشی**[7] با استفاده از رنگهای انطباقی زرد، ماژنتا و سایان است. به این سه رنگ **رنگهای اصلی کاهشی**[8] **یا ثانویه** می‌گویند و هر یک از سه رنگ از کاهش یکی ازرنگهای اصلی (سیستمی که دو رنگ را به منظور بدست آوردن یک رنگ سوم با یکدیگر جمع می‌کند) از نور سفید بدست می‌آید. یعنی زرد مؤلفه آبی نور سفید را به خود جذب می‌کند. رنگ ماژنتا مؤلفه سبز نور سفید را جذب می‌کند. رنگ سایان هم مؤلفه قرمز نور سفید را جذب می‌کند.

فرآیند ترکیبی رنگ کاهشی در نگاره (۶) نشان داده شده است. همانطور که در تصویر ملاحظه می‌شود، در جلوی منبع نور سفید سه فیلتر

گذاشته شده است. فیلترها دارای رنگ زرد، ماژنتا و سایان می‌باشد. رنگ زرد، نور آبی از زمینه سفید را جذب می‌کند و نور قرمز و سبز را انتقال می‌دهد. رنگ ماژنتا، نورسبز رابه خود جذب می‌کند وآبی و قرمز را انتقال می‌دهد.

رنگ سایان نور قرمز را جذب و آبی و سبز را انتقال می‌دهد. انطباق رنگهای ماژنتا و سایان منتهی به عبور فقط نور آبی از زمینه می‌شود، زیرا رنگ ماژنتا مؤلفه سبز زمینه سفید را جذب می‌کند و رنگ سایان هم مؤلفه قرمز زمینه سفید را به خود جذب می‌نماید. انطباق رنگهای زرد و سایان منجر به درک و تشخیص نور یا رنگ قرمز می‌گردد. و نیز انطباق رنگهای زرد و ماژنتا منجر به تشخیص نور یا رنگ قرمز می‌شود. در جایی که هرسه رنگ با هم پوشش پیدا کنند، تمامی نوری که از زمینه سفید می‌آید جذب می‌شود و نور سیاه حادث می‌گردد.

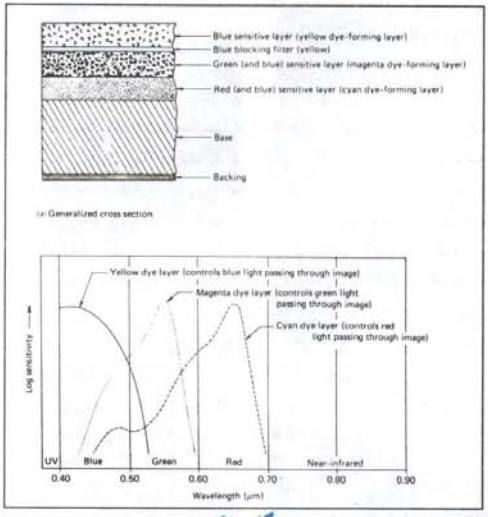
در عکاسی رنگی، نسبت‌های گوناگون رنگهای زرد، ماژنتا و سایان بر هم انطباق می‌یابد تا مقدار متناسب نور آبی، سبز و قرمزی راکه به چشم می‌رسد، کنترل نماید. بنابراین ترکیب کاهشی رنگهای زرد، ماژنتا و سایان در روی عکس برای کنترل ترکیب افزایشی نور آبی، سبز و قرمز که به چشم ناظر می‌رسد، استفاده می‌شود. برای تحقق این کار، فیلم رنگی با سه لایه امولسیون ساخته می‌شود که به نور آبی، سبز و قرمز حساسیت دارد لیکن بعد از ظهور دارای رنگهای زرد، ماژنتا و سایان است.

فیلم رنگی
ساختار و حساسیت طیفی فیلم رنگی

ساختار برش عرضی و حساسیت طیفی فیلم رنگی در نگاره (۶) نشان داده شده است. همانطور که در نگاره (۶) آمده است، لایه بالایی فیلم به نور آبی حساسیت دارد، لایه دومی به نور سبز و آبی و لایه سومی به نور قرمز و آبی حساسیت دارند. ازآنجاکه در لایه‌زیرین دارای حساسیت آبی و نیز حساسیت‌های مطلوب و دلخواه سبز و قرمز هستند، لذا بین لایه‌های حساس فیلم اول و دوم یک لایه فیلتر جذب رنگ آبی آورده می‌شود.

لایه فیلتر جلو عبور نور آبی راکه از حساسیت آبی لایه بیشتر باشد، می‌گیرد. چنین کاری عملاً منجر به حساسیت بخشیدن گزینه‌ای هریک از لایه‌های فیلتر به رنگهای اصلی آبی، سبز و قرمز می‌گردد. لایه فیلتر زرد (جذب آبی) هیچگونه اثر ماندگار بر ظاهر فیلم ندارد زیرا این لایه در حین ظهور فیلم حل شده و از بین می‌رود.

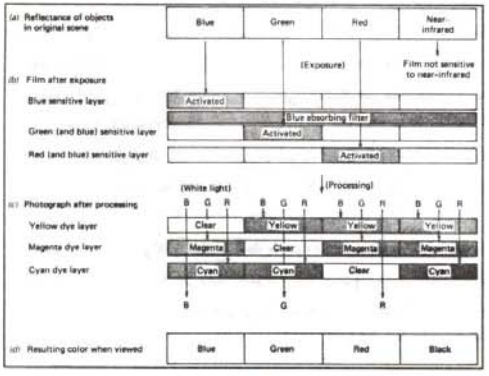
از نقطه نظر حساسیت طیفی، سه لایه فیلم رنگی را می‌توان شبیه امولسیون نمکهای نقره در فیلم سیاه و سفید تصور نمود نگاره (۶). بار دیگر، رنگهایی که ازنظر فیزیکی در هر یک از سه لایه قرار دارند، بعد از اینکه فیلم ظاهر شد آبی، سبز و قرمز نیستند بلکه پس از ظهور لایه حساس آبی دارای رنگ زرد، لایه حساس سبز دارای رنگ ماژنتا و لایه حساس قرمز دارای رنگ سایان است نگاره (۶). مقدار رنگی که در هر لایه آمده است بطور معکوسی با دانسیته نور اصلی مربوط به خودکه در منظره وجود دارد، رابطه دارد. وقتی لایه‌های رنگی به صورت مرکب نگریسته شود



نگاره (۶)

لایه‌های رنگی احساس دیداری از منظره اولیه را پدید می‌آورد.

روشی راکه در آن این سه لایه رنگی فیلم عمل می‌کند، در نگاره (۷) نشان داده شده است. منظره اصلی به صورت شماتیک در قسمت (a) با ردیفی از خانه‌ها به نمایش در آمده که با بازتاب منظره در چهارباند طیفی آبی، سبز و قرمز و مادون قرمز مطابقت دارند.



نگاره (۷)

در طی نوردهی لایه حساس آبی با نور آبی، لایه حساس سبز با نور سبز و لایه حساس قرمز با نور قرمز فعال می‌گردد. هیچ لایه‌ای با انرژی مادون قرمز نزدیک (بخشی از طیف مادون قرمز که در مجاور طول موج ۰/۷ میکرومتر طیف مرئی بوده و شامل کوتاهترین طول موجها می‌باشد) فعال

نمی‌گردد، زیرا فیلم به انرژی مادون قرمز نزدیک حساس نمی‌باشد. در حین ظهور فیلم، رنگها در هر لایه حساس با نسبت معکوس به دانسیته نورثبت شده در هر لایه قرار می‌گیرد. بنابراین هرچه لایه آبی نسبت به نور آبی شدید باشد، رنگ زرد کمتری در تصویر تشکیل می‌گردد و رنگ ماژنتا و سایان بیشتری در تصویر گنجانیده می‌شود. چنین فعل و انفعالاتی در قسمت c می‌توان مشاهده نمود. در اینجا می‌توان دید که بعد از ظهور فیلم برای نور آبی، لایه رنگی زرد روشن است و دو لایه دیگر دارای رنگهای ماژنتا و سایان می‌باشد. به همین ترتیب نور سبز منجر به تشکیل رنگهای زرد و سایان و نور قرمز نیز منتهی به تشکیل رنگهای زرد و ماژنتا می‌گردد. وقتی تصویر ظاهر شده را در مقابل منبع نور سفیدی مشاهده کنیم قسمت (d)، چشم ما رنگهای موجود در منظره اولیه و اصلی را از طریق فرآیند کاهشی دریافت می‌کند. چنانچه یک پدیده آبی در منظره باشد، رنگ ماژنتا مؤلفه سبز نور سفید را کاهش می‌دهد، رنگ سایان مؤلفه قرمز نور سفید را کاهش می‌دهد و در نتیجه تصویر آبی بنظر می‌رسد. سبز و قرمز به همین شیوه تشکیل می‌گردند. رنگهای دیگر بر طبق نسبت آبی، سبز و قرمز موجود در منظره اولیه تشکیل می‌شود.

ظهور فیلم‌های رنگی

اکثر فیلم‌های رنگی ساخته شده را باید یا به صورت منفی و یا مثبت ظاهر نمود (البته برخی از آنها را می‌توان هم مثبت و هم منفی ظاهر کرد). فیلم‌های منفی رنگی تصویر منفی تولید می‌کنند که همانند روش فیلم‌های منفی سیاه و سفید در یک ترتیبی از منفی به مثبت به کار برده می‌شود. به این معنی که فیلم منفی را ابتدا نور می‌دهند و ظاهر می‌کنند و سپس برای تهیه مثبت از آن بر روی کاغذ رنگی چاپ می‌کنند. منفی‌های رنگی نظیر منفی‌های سیاه و سفید، شکل هندسی و روشنایی منظره را معکوس نشان می‌دهند. فیلم‌های رنگی با برخورداری از رنگهای زرد، ماژنتا و سایان نحوه رنگی را نشان می‌دهند که مکمل منظره اصلی است. مثبت‌های تهیه شده از چنین منفی‌هایی به طور صحیح شکل هندسی، روشنایی و رنگ منظره اولیه و اصلی را بازآفرینی می‌کنند.

فیلم‌های رنگی معکوس فیلم‌هایی هستند که می‌توان آنها را برای تهیه فیلم مثبت ظاهر نمود. اسلایدهای رنگی از این نوع فیلم‌ها هستند. همین فرآورده‌های فیلم معکوس را در عکسبرداری هوایی مثبت‌های رنگی، یا ترانسپارانت مثبت رنگی می‌گویند.

نگاره (۸) ترتیب ظهور ترانسپارانت مثبت رنگی را نشان می‌دهد. به منظور اینکه موضوع را همچنان ساده نگه داریم، فرض می‌کنیم که فیلم دراین نگاره فقط در معرض نور آبی قرار گرفته است. ترتیب نوردهی/ ظهور فیلم بشرح ذیل آمده است:

۱- بازتاب وانعکاس نور آبی از منظره لایه آبی فیلم حساس را فعال می‌کند و در نتیجه باعث تشکیل تصویر ناپیدا در لایه حساس آبی می‌گردد که می‌توان آن را ظاهر نمود.

۲- فیلم را در یک تشتک دوای ظهور سیاه و سفید قرارداده، تصویری در لایه آبی حساس فیلم ظاهر می‌گردد که دارای نقره خالص است. در این مرحله لایه‌های حساس سبز و قرمز فیلم هنوز دارای دانه‌های نمکهای نقره هستند که نور نخورده‌اند.

۳- فیلم را بار دیگر در معرض منبع نورسفید قرارمی‌دهیم و این کار سبب می‌گردد که دانه‌های نقره در لایه‌های حساس سبز و قرمز قابل ظهور شوند. این کار را مرحله روشن شدن (فلاش) می‌گویند و در بسیاری از فرآیند ظهور فیلم، مرحله فلاش با کمک مواد شیمیایی انجام می‌گیرد.

۴- فیلم را در تشتک دوای ظهور رنگی فرو می‌بریم که در آن دانه‌های نمکهای نقره در لایه‌های حساس سبز و قرمز به نقره تبدیل می‌گردد و در همان زمان رنگهای ماژنتا و سایان به نسبت مقدار نقره در هر لایه تشکیل می‌گردد[9] این عمل را ظهور زوج می‌نامند.بعد از ظهور، لایه حساس آبی هنوز دارای تصویر ظهور یافته‌ای (نقره) است که از دوای ظهور ظرف اول ناشی می‌گردد و در نتیجه رنگ آبی در این تصویر شکل نمی‌گیرد.

۵- فیلم را در یک ماده سفید کننده‌ای فرو برده و بدون اینکه اثری بر رنگها داشته باشد، نقره موجود در همه لایه ها به نمکهای قابل حل‌تبدیل می‌نماید. سپس نمکهای مزبور در هر سه لایه در یک داروی ثبوت[10] حل شده و تنها رنگهای ماژنتا و سایان را در لایه های حساس قرمز و سبز باقی می‌گذارد. آنگاه فیلم را با آب شستشو داده تا مواد شیمیایی باقی مانده هم از بین برود و سپس آنرا خشک می‌کنیم.

۶- وقتی نور سفید در طی نگریستن از فیلم عبور می کند، رنگ ماژنتا مؤلفه سبز منبع نور و رنگ سایان مؤلفه قرمز منبع نور را جذب می‌کنند.ازآنجا که لایه تشکیل دهنده رنگ زرد (یعنی لایه ای که رنگ‌آبی را جذب می‌کند) روشن است، لذا مؤلفه رنگ آبی از میان هرسه‌لایه رنگ انتقال و عبور می‌کند و منتهی به دریافت ودرک تصویرآبی می‌گردد. سایر رنگها نیز به همین طریق باترکیب نور و رنگ درسه لایه فیلم حاصل می‌شود.

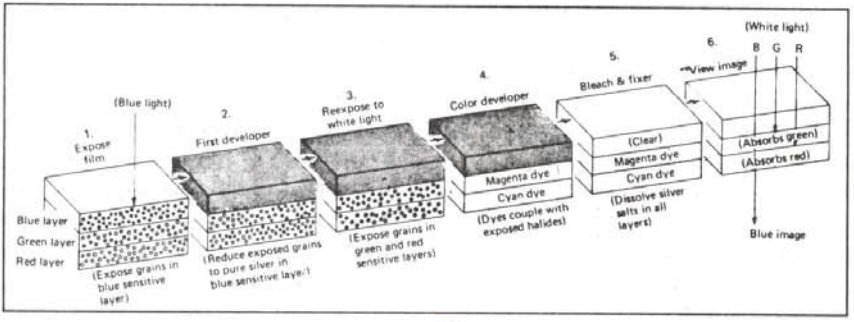
در اینجا ممکن است دانشجویی بخواهد که تمام بحث مربوط به فرآیند رنگهای افزایشی یا کاهشی را مورد مطالعه قرار دهد و ببیند که چگونه از فیلم‌های رنگی برای تکثیر و کپیه برداری رنگها در یک منظره استفاده می‌شود. اعتقاد داریم که درک کاملی از این فرآیند در تبدیل عکسهای رنگی نه تنها سودمند است، بلکه در تبدیل عکسهای رنگی مادون قرمز ضرورت‌دارد.

چاپ نقشه های رنگی

عملیات تکثیر و چاپ نقشه‌ها و تصاویر رنگی متناسب با نوع و روش تهیه آن به دو طریقه کلی:

الف) چاپ رنگهای مجزا و

ب) چاپ رنگی مخلوط انجام‌می‌گیرد.



نگاره (۸)

الف) روش چاپ رنگهای مجزا

سطوح حساس چاپ (زینک) قادر به درک رنگهای سیاه و سفید هستند و نمی‌توانند رنگهای دیگر را جذب نمایند و اثر آنها رامنعکس سازند و ماشین‌های چاپ اعم از دستگاه‌های تک رنگ، دورنگ و چهار رنگ در هر مرحله تنها یک رنگ را بر روی کاغذ چاپ می‌کنند. براین اساس برای انجام چاپ نقشه رنگی مجزا، به تعداد رنگهای مدل، بایستی فیلم مثبت یا منفی تهیه نمود و به همان صورت آنها را بر روی همان تعداد زینک کپیه کرد و سپس عمل چاپ با رنگهای مختلف بر روی کاغذ انجام می‌گیرد. در واقع برای یک نقشه۵رنگ لازم است پنج مرتبه کاغذ زیر چاپ رود.

ب) چاپ رنگی مخلوط

تکثیر و چاپ تصاویر، عکسهای هوایی و ماهواره‌ای و نقشه‌های عکسی به روش چاپ رنگی مخلوط انجام می‌شود و متناسب با احساسی که نسبت به رنگهاست که به وسیله سه عامل جلای رنگ، اشباع رنگ و شدت و قدرت رنگ با شرایط مناسب شکل‌گیری شیوه چاپ رنگی مخلوط فراهم گردیده است. در این روش ابتدا رنگهای مختلف یک مدل تصویری و تشعشع انعکاس یافته را توسط فیلتر (صافی) و یا به کمک سیستم‌های اسکنر اتخاذ نموده وبراین اساس متناسب بانوع مدل تصویری بامخلوط نمودن تنها سه و یا چهار رنگ می‌توان کلیه رنگهای مدل را ایجاد کرد.

به این ترتیب می‌توان مراحل کاری دوگانه ذیل را ارائه نمود:

۱ - بااستفاده از دوربین و فیلترهای مخصوص و یا به کمک سیستم‌های اسکنر، کلیه رنگهای یک مدل تصویر به سه یا چهار تا تقسیم و از یکدیگر تفکیک می‌شوند.

۲ - باانتخاب سه رنگ مکمل (زرد، ماژنتا و سایان) برای چاپ تعدادی از مدلها و نیز بهمراه رنگ سیاه برای بسیار مدلهای تصویر هر یک از رنگها به صورت مجزا چاپ می‌شوند و بایستی در عملیات چاپ به ترتیب و تقدم چاپ رنگها بلحاظ پوشش هر رنگ توجه نمود، در یک ترکیب نسبی کلیه رنگهای موجود مدل تصویری شکل می‌گیرند.

چاپ رنگی اتوماتیک

سیستم‌های چاپ اتوماتیک با شیوه چاپ رنگی مخلوط طراحی شده‌اند و تفاوت اساسی این سیستم با ماشین‌های چاپ معمولی در حذف مراحل لیتوگرافی (تهیه فیلم‌های مثبت و منفی کپیه روی صفحات حساس مخصوص چاپ) می‌باشد و به صورت مستقیم مدل تصویر، پردازش شده در ایستگاه کاری و رفع ایرادات و اتمام کارطراحی نهایی و آماده به چاپ با فرامین ر/ اجرای چاپ انجام می‌گیرد. □

منابع :

1) Lillesand. Kiefer: Remote Sensing and Image Interpretation, third edition John Wiley & Sons Inc, New York, 1994.

2) Neil Ardley and Robert Matthews: Physics Today, The world Book Encyclopedia of Science, World Book Inc, Chicago 1989.

3) Peter Fink: PostScript Screening, ADOBE PRESS, U.S.A, 1992.

۴) دانشور، هوشنگ: صنعت چاپ، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران، چاپ دوم، ۱۳۷۰.

۵) مدیری، مهدی و خواجه، خسرو: کارتوگرافی مدرن، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران، ۱۳۷۷.

۶) مدیری، مهدی: عکاسی و عکسبرداری در مهندسی نقشه‌برداری، دردست چاپ.

پاورقی:

1) Continuous Spectrum
طیف یک موج که اجزای آن در یک باند فرکانس مشخصی، به طوری توزیع شده‌اند که خطوط منقطع باند تجزیه نمی‌گردد.

2) Collimator

3) Fraunhofer

4) Additive Primaries

5) Magenta

6) Cyan

7) Subtractive Colors

8) Subtractive Primaries

۹) هم زمان رنگهای ماژنتا و سایان به نسبت مقدار نقره در هر لایه بوجود می‌آید.

10) Fixer