در دسترس بصورت الکترونیک @ www.jscw.icrc.ac.ir

نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، جلد ۷، شماره ۱، (۱۳۹۶) ۸۱-۶۷

نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش

مدیریت رنگ: یک ضرورت در دوباره تولید تصاویر رنگی دیجیتال

مهدی صفی*[۱]، فائزه مولا[۲]

۱- استادیار، پژوهشکده فیزیک رنگ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵۴.

۲- کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه کار قزوین. قزوین، صندوق پستی: ۳۴۳۱۸۴۹۶۸۹.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۲۴ تاریخ بازبینی نهایی: ۹۶/۰۴/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۰۸ در دسترس به‌صورت الکترونیک: ۹۶/۰۵/۰۱

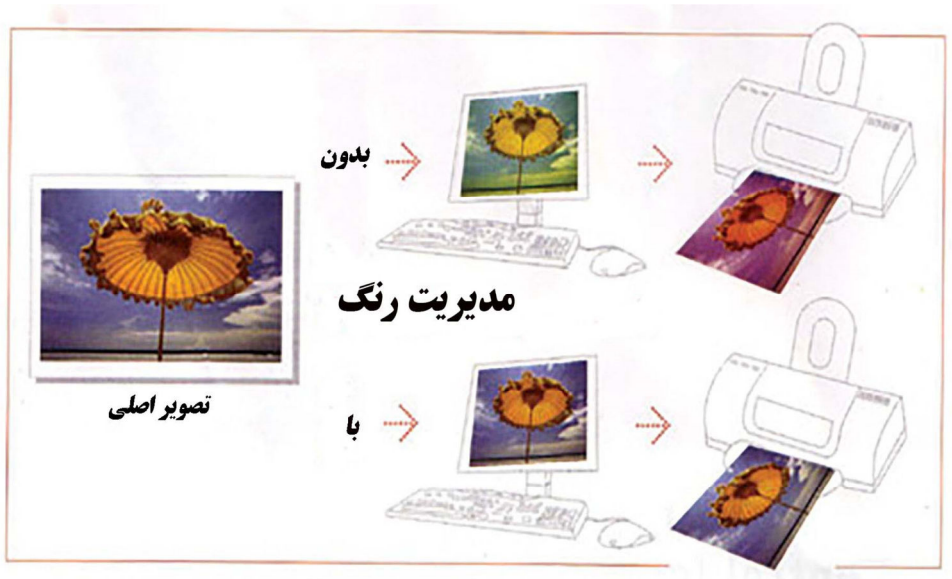
چکیده

بیان مفهوم ظاهر رنگی، حفظ و کنترل آن در حین انتقال بین وسایل مختلف و ارتقای کیفیت دستگاه‌های دوباره تولید و باز نمایش رنگ، از مهم‌ترین بحث‌هایی است که محققان و صنعتگران در زمینه فناوری رنگ با آن روبرو هستند. در این مقاله تلاش شده است که مفهوم مدیریت رنگ به‌صورت اجمالی برای دوباره تولید تصاویر دیجیتال به معنای راه حلی مناسب برای ثابت بودن اطلاعات رنگی حاصل از یک تصویر، از مرحله طراحی تا مرحله چاپ، بیان گردد. سامانه مدیریت رنگ، این امکان را فراهم می‌سازد که بین دستگاه‌های مختلف، بتوان ظاهر رنگی تصویر را حفظ نمود؛ این امر در صورتی امکان‌پذیر است که اطلاعات وابسته به دستگاه، از طریق انتقال به فضارنگ‌های واسطه، به اطلاعات غیروابسته به دستگاه تبدیل شوند. همچنین روند اجرای مدیریت رنگ تصاویر، روش‌های متداول و استانداردهای مرتبط با آن نیز اشاره شده‌اند.

واژه‌های کلیدی

مدیریت رنگ، باز تولید رنگ، تصویر دیجیتال، محدوده رنگی تصاویر.

چکیده تصویری



*نویسنده مسئول: mahdisafi@icrc.ac.ir

Ministry of Science, Research and Technology
Institute for Color Science and Technology

Available online @ www.jscw.icrc.ac.ir

Journal of Studies in Color World, Vol. 7, No. 1, (2017) 67-81

نشریه علمی ترویجی
مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

Color Management: A Necessity for Reproduction of Digital Color Images

Mahdi Safi[1*], Faezeh Mola[2]

1- Assistant Professor, Color Imageing and Color Image processing Department, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box:16765-654, Tehran,Iran.

2- MSC, Student, Textile Engineering Department, Kar Higher Education Institute, P. O. Box:3431849689, Qazvin, Iran.

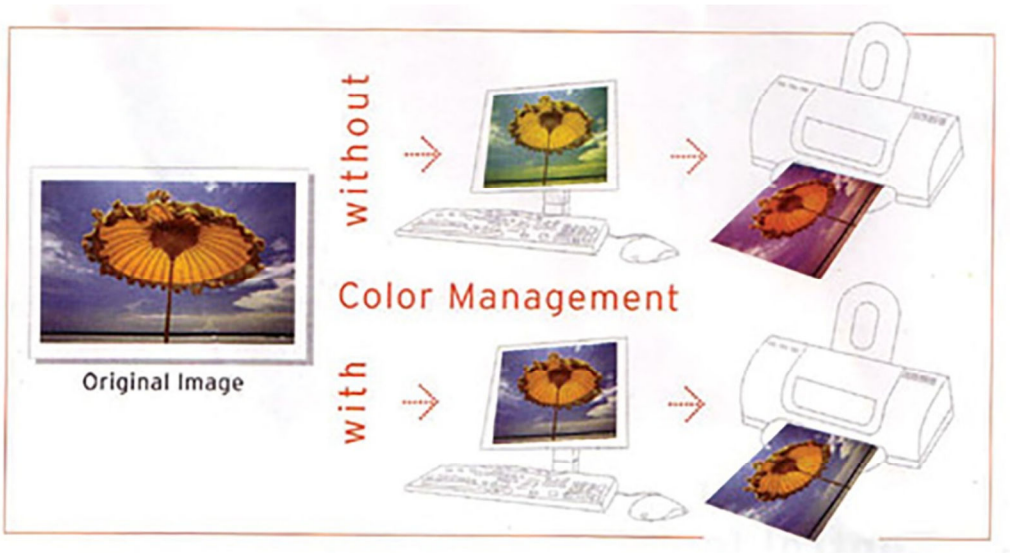
Abstract

The most important challenges in color technology with that researchers and industries are faced, is description, consistency and control of color appearance while is supposed to be transferred between different reproduction devices. In this article, the concept of color management for color reproduction of digital images as a suggested solution has been reviewed in brief to achieve a color consistency of an image during workflow from the design step to the publishing step. Color management system makes it possible to keep the color appearance of image consistent between different devices. This is possible if dependent-device color values could be converted to independent-device ones through an intermediate color space. Moreover, the image color management workflow, the conventional methods and the related standards with that have been pointed, too.

Keywords

Color Management, Color Reproduction, Digital Image, Color Gamut.

Graphical abstract



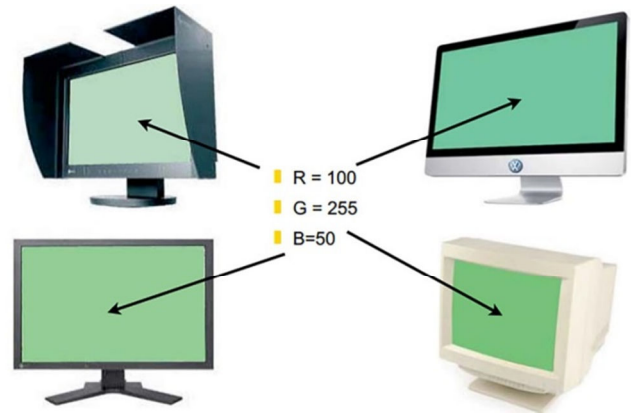
*Corresponding author: mahdisafi@icrc.ac.ir

۱- مقدمه

با وجود اینکه سامانه بینایی چشم انسان می‌تواند طیف وسیعی از رنگ‌ها را تشخیص دهد ولی دستگاه‌های ساخت بشر در این زمینه محدودیت داشته و تفاوت‌های چشمگیری در فناوری‌های در دسترس برای نمایش و چاپ تصاویر رنگی وجود دارد. با افزایش استفاده از دستگاه‌های ورودی گرفتن تصویر مانند دوربین‌های رنگی دیجیتال و اسکنرهای رنگی و تجهیزات خروجی باز تولید تصویر متنوع همچون انواع چاپگر، نگرانی‌ها برای موضوع تغییر رنگ در روند انتقال رنگ در تجهیزات مختلف افزایش یافته است. این نگرانی به دلیل حفاظت از اطلاعاتی است که در تصاویر وجود دارد و باید در انتقال آن‌ها دقت زیادی به عمل آید [۳-۱].

۲- مدیریت رنگ[1] چیست

گاهی اوقات در انتقال اطلاعات یک تصویر از یک دستگاه به دستگاه دیگر، اختلاف رنگ محسوسی ایجاد می‌شود؛ به طور مثال همان‌گونه که شکل ۱ نشان داده شده است یک رنگ با مختصات R=۱۰۰، G=۲۵۵ و B=۵۰ که نشان‌دهنده یک رنگ سبز است در نمایشگرهای مختلف که همگی از سامانه اختلاط افزایشی بهره می‌برند، متفاوت دیده می‌شود [۴].



شکل ۱- تفاوت در نمایش رنگ در نمایشگرهای مختلف به طور سمبلیک [۳].

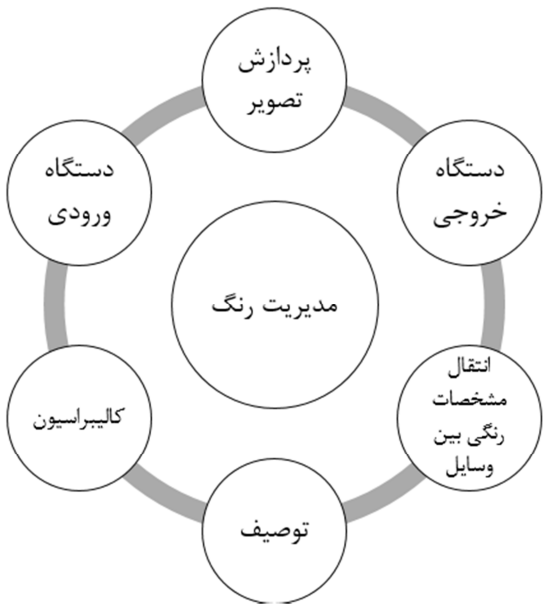
میزان اختلاف در نمایش رنگ زمانی بیشتر می‌شود که تصویر از یک سامانه اختلاط رنگ افزایشی[2] مانند نمایشگر، به یک سامانه اختلاط رنگ کاهشی[3] مانند چاپگر منتقل شود. در نتیجه، وجود یک سری ابزارهای کنترلی جهت تشخیص دقت اطلاعات انتقال یافته در حین فرآیند انتقال تصویر ضروری است [۵، ۶]. همچنین باید امکان پیش‌بینی رنگ خروجی نیز وجود داشته باشد تا قابلیت باز تولید رنگ فراهم شود. مدیریت رنگ به معنای تطبیق رنگ بین تصویر اصلی و تصویر باز تولیدشده و باز نمایش داده شده در دستگاه‌های مختلف است.

[1] Color management
[2] Additive color mixing
[3] Subtractive color mixing

هدف اصلی سامانه‌های مدیریت رنگ، فراهم کردن سامانه‌ای پایشی است به طوری که اطلاعات رنگ‌سنجی یک طرح، مطمئن و دقیق تغییر یافته و به صورت خروجی برای نمایش در نمایشگر یا به عنوان ورودی یک چاپگر قرار گیرد [۱، ۷]. در چنین شرایطی انتظار می‌رود وقتی تصویر گرفته شده از یک صحنه برای باز نمایش به یک نمایشگر انتقال داده می‌شود، رنگ هر قسمت از تصویر در نمایشگر دقیقاً همان رنگ واقعی در صحنه باشد. همچنین رنگ تصویر یاد شده پس از چاپ نیز با تصویر اصلی انطباق بالایی داشته باشد. علم مدیریت رنگ از اوایل قرن ۱۹میلادی در صنایع مختلف از جمله نساجی و چاپ و نشر مورد توجه بوده است [۸].

۳- دستگاه‌های ورودی و خروجی

یک سامانه مدیریت رنگ سه قسمت عمده و مهم تصویر ورودی، پردازش تصویر و تصویر خروجی را شامل می‌شود. دستگاه‌های ورودی تصویر مانند انواع دوربین دیجیتال و اسکنر، برنامه‌های پردازش تصویر مانند فتوشاپ[4] و بالاخره دستگاه‌های خروجی تصویر مانند چاپگرهای جوهرافشان و نمایشگرهایی مانند CRT و LCD هستند. همچنین هر قسمت خود مراحلی همچون کالیبره‌کردن دستگاه، توصیف[5] و انتقال مشخصات رنگی یک دستگاه به دستگاه دیگر از طریق پروفایل[6] را در بر می‌گردد (شکل ۲) [۷].



شکل ۲- تقسیمات کلی یک سامانه مدیریت رنگ در تصاویر رنگی دیجیتال [۷].

[4] Photoshop
[5] Characterization
[6] Profile

مقاله

۳-۱- توصیف اختلاط رنگ در سامانه‌های افزایشی و کاهشی

در مدیریت رنگ تصاویر دیجیتال، تصویر خروجی از یک دستگاه، می‌تواند به عنوان ورودی برای دستگاه بعدی در مسیر فرآیند عکس‌برداری تا چاپ تصویر قرار گیرد؛ به همین دلیل نحوه اختلاط رنگ در وسایل مورد استفاده از اهمیت بالایی برخوردار است. با تابش نور به یک جسم، در اثر انعکاس یا انتقال و بر اساس میزان جذبی که توسط جسم صورت می‌گیرد، رنگ ایجاد می‌شود. آزمایش‌های ماکسول نشان داد که اگر سه پرتو نور آبی، سبز و قرمز به طور جداگانه، روی یک پرده‌ی سفید تابانده شود، به طوری که امکان ترکیب آن‌ها وجود داشته باشد، از اختلاط دو به دوی نورها، رنگ‌های فیروزه‌ای، ارغوانی و زرد و بالاخره از اختلاط هر سه نور با هم، سفید ایجاد خواهد شد. جسم سفید می‌تواند به طور کامل نور را منعکس کند؛ بدین ترتیب، نورهای آبی، قرمز و سبز در اثر برخورد با پرده سفید، به رنگ‌های آبی، قرمز و سبز تبدیل می‌شوند. سه رنگ قرمز، سبز و آبی - که با علائم [R]، [G] و [B] نشان داده می‌شوند، را رنگ‌های اولیه نورها می‌نامند. ترکیب رنگ‌های اولیه و مکمل آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

ماکسول ثابت کرد که میزان روشنایی رنگ‌های ایجاد شده از اختلاط رنگ‌های اولیه بیشتر از روشنایی مربوط به تک‌تک آن‌ها است. به همین دلیل به این روش ترکیب رنگ، افزایشی می‌گویند. وسایلی از قبیل نمایشگرها، اسکنرها و دوربین‌های دیجیتال از از اختلاط افزایشی رنگ‌ها بهره می‌برند.

جدول ۱- رنگ‌های اولیه نورها و رنگ‌های مکمل آن‌ها [۹].

رنگ اولیه نورها	رنگ مکمل
آبی	زرد (سبز + قرمز)
سبز	ارغوانی (آبی + قرمز)
قرمز	فیروزه‌ای (آبی + سبز)

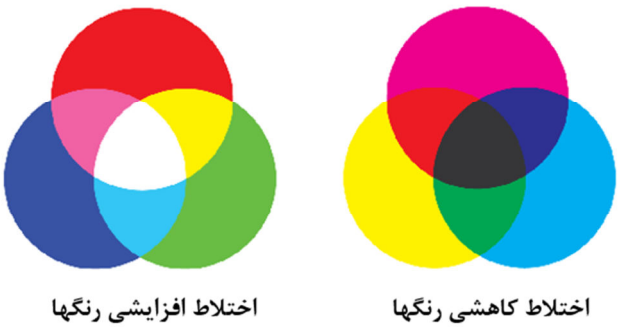
اگر از سه رنگ اولیه ماکسول، یک رنگ کنار گذاشته شود، از امتزاج دو رنگ دیگر، رنگ‌های مکمل به وجود می‌آید (جدول ۱). به این ترتیب اگر از سه شیشه‌ی رنگی آبی، سبز و قرمز، دو تای آن‌ها کنار هم گذاشته شده و در میان راه نور سفیدی که بر پرده‌ی سفید می‌تابد قرار داده شود، در اثر میزان جذب نوری که اتفاق می‌افتد، رنگ منعکس‌شده روی پرده، یکی از رنگ‌های مکمل خواهد بود و مشاهده می‌گردد که میزان روشنایی رنگ حاصل، از دو رنگ اولیه کمتر است. به همین جهت این چگونگی ترکیب رنگ را کاهشی می‌گویند. در این روش، عبور نور از سه شیشه‌ی رنگی آبی، سبز و قرمز، سیاه را به وجود می‌آورد. در انواع چاپگرها از سامانه اختلاط کاهشی رنگ استفاده می‌شود [۹، ۱۰].

در جدول ۲ فیلترهایی که با اختلاط آن‌ها به طریقه کاهشی می‌توان سه رنگ اولیه را دوباره به وجود آورد، نشان داده شده است. در هنگام انتقال یک تصویر بین یک دستگاه ورودی مانند دوربین دیجیتال به یک نمایشگر، اطلاعات رنگی، بین دو سامانه اختلاط افزایشی جابجا می‌شود؛ اما هنگام قرار گرفتن تصویر در مسیر چاپ، داده‌های رنگی از سامانه اختلاط افزایشی به سامانه اختلاط کاهشی انتقال می‌یابد. به همین دلیل است که غالباً تفاوت محسوسی در کیفیت و وضوح رنگ‌های یک تصویر باز تولید شده و باز نمایش داده شده وجود دارد. یکی از نکات حائز اهمیت در مدیریت رنگ تصاویر، برقراری ارتباط درست بین دستگاه‌های ورودی، پردازش و خروجی است تا بتوان میزان اطلاعات انتقال یافته از تصویر را ارتقا بخشید.

جدول ۲- رنگ‌های اولیه حاصل از تابش نور سفید به فیلترهای شیشه‌ای [۹].

فیلتر	رنگ اولیه نورها
ارغوانی + زرد	قرمز
فیروزه‌ای + زرد	سبز
فیروزه‌ای + ارغوانی	آبی

شکل۳، سفید و سیاه به وجود آمده از اختلاط رنگ‌های اولیه و مکمل را نشان می‌دهد. همه رنگ‌های مرئی می‌توانند به وسیله ترکیبی از سه رنگ اولیه کاهشی یا افزایشی تولید شوند.



شکل ۳- ترکیب سه رنگ اولیه در اختلاط کاهشی و افزایشی رنگ‌ها [۱۰].

۳-۲- کالیبره‌کردن رنگ در وسایل

کالیبره‌کردن به معنای ایجاد یک رابطه خطی بین ولتاژ ورودی به دستگاه و میزان روشنایی خروجی از هر کانال رنگی است. کالیبره کردن به راحتی می‌تواند این اطمینان را ایجاد کند که کنترل‌های درونی دستگاه ثابت نگه داشته شده‌اند. این مسئله به ثابت بودن نتایج ارزیابی‌ها در هر زمان و برای تمامی وسایل مشابه کمک می‌کند. این عمل، به عنوان مرحله مقدماتی در اندازه‌گیری، برای همه وسایل دوباره تولید و نمایش رنگ لازم است [۹]. وسایل مختلف، ساختار متفاوتی با هم دارند که مستلزم روش‌های مختلف در نحوه کالیبره‌کردن آن‌ها است.

۳-۲-۱- کالیبره‌کردن رنگی دوربین‌های دیجیتالی و اسکنرها

هدف از کالیبره‌کردن اینگونه وسایل، ثابت بودن تنظیمات داخلی با گذشت زمان است. به عبارتی، پاسخ کانال‌های رنگی دوربین دیجیتال و یا اسکنر، در مقابل میزان نور مشخص ورودی به حسگر آن‌ها، ثابت باقی بماند. برای خطی‌سازی عکس‌العمل حسگرهای دوربین در مقابل انرژی نوری پرتوهای رسیده به آنها، تصحیح تراز (سطح) خاکستری صورت می‌گیرد؛ به این صورت که ابتدا تعدادی نمونه خاکستری از روشنایی کم تا زیاد تهیه می‌گردد و میزان روشنایی هر نمونه، اندازه‌گیری شده و کاملاً مشخص است. سپس با عکس‌برداری توسط دوربین و یا با اسکن نمونه‌ها با کمک اسکنر، اطلاعات اندازه‌گیری شده برای هر نمونه خاکستری، در وسیله مورد نظر خوانده می‌شود. در یک رابطه خطی، میانگین روشنایی نمونه‌های خاکستری با میانگین مقادیر محرکه‌های سه‌گانه گزارش شده توسط وسیله با هم برابر است؛ یعنی، R = G = B = Y [۹، ۱۱]. قبل از انجام هر گونه عملی برای کالیبره‌کردن رنگ در یک دوربین دیجیتال یا یک اسکنر، لازم است تا دستگاه از حالت کنترل خودکار نقطه سفید[1] خارج شود. در حالت کنترل خودکار، مقادیر R، G و B پیکسل مربوط به درخشان‌ترین نقطه صفحه بصورت (R = G = B = 255) تغییر می‌کند. بنابراین با حذف حالت خودکار، میتوان مقادیر واقعی رنگ نمونه را گزارش کرد. معمولا با وارد کردن اطلاعات نقشه‌های رنگی[2] استاندارد متناسب با دستگاه ورودی که حاوی رنگ‌هایی با مقادیر محرکه سه گانه معلوم هستند، کالیبره‌کردن اسکنر یا دوربین دیجیتال انجام می‌شود. نقشه‌های رنگی GREGTAGMACBETH Color Checker برای دوربین دیجیتال و IT8 color target برای اسکنر نمونه‌هایی از نقشه‌های رنگی استاندارد مربوط به شرکت کداک[3] می باشند. سپس با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند فتوشاپ، تنظیمات مربوط به هر وسیله ایجاد گردیده و در نهایت با مشخص شدن میزان اختلاف رنگ بین مقادیر گزارش شده برای هر رنگ در نقشه‌های رنگی توسط دوربین یا اسکنر، با مقدار واقعی آن رنگ، تصحیح لازم صورت می‌گیرد [۱۲].

۳-۲-۲- کالیبره‌کردن رنگی نمایشگرها

هدف از کالیبراسیون نمایشگرها، باز تولید یک نمونه رنگی با RGB دلخواه و مشخص است. اگر میزان روشنایی خروجی از هر کانال رنگی در نمایشگر با L و ولتاژ اعمال شده به آن با V نشان داده شود، رابطه (۱) بین آن‌ها برقرار است.

$$L=V^{\gamma} \qquad (۱)$$

در رابطه ۱، گاما (γ) ضریب اصلاح کالیبره‌کردن می‌باشد. برای کالیبره‌کردن نمایشگرها لازم است تا گاما به نحوی تغییر کند که رابطه توانی به یک رابطه خطی تبدیل شود (شکل ۴). در نمایشگرهای CRT از مدل بهره- انحراف- گاما که به اختصار GOG[4] گفته می‌شود، برای کالیبره‌کردن رنگ استفاده می‌گردد (رابطه ۲). به کارگیری این مدل، بر اساس تنظیم کنترل‌های انحراف[5] و بهره[6] سیگنال‌های اعمال شده به نمایشگر است. این تنظیمات برای هر کانال رنگی به صورت جدا انجام می‌شود و معمولا لازم است که برای هر کانال دو اندازه‌گیری رادیومتریک انجام شود. به منظور صرفه‌جویی در زمان معمولاً از نمونه‌های خنثی جهت اندازه‌گیری روشنایی هر کانال رنگی استفاده می‌شود.

$$L=(ad/(2^{N}-1)+(1-a))^{\gamma} \qquad (۲)$$

در رابطه ۲، L روشنایی خروجی هر کانال، d/(2N-1) مقدار سیگنال اعمال شده، a بهره سیگنال، γ مقدار گاما و d مقدار دیجیتالی ارسال شده به نمایشگر را نشان می‌دهد. ساختار نمایشگرهای CRT با نمایشگرهای بلور مایع یعنی LCDها متفاوت است و رفتار روشنایی حاصل از اعمال سیگنال برای هر کانال رنگی در نمایشگرهای LCD به صورت تابع سیگموئیدی و S شکل تغییر می‌کند؛ بنابراین روش کالیبره کردن دو نوع نمایشگر با هم تفاوت دارد. تاکنون روش‌های مختلفی برای کالیبره‌کردن LCD ها ارائه شده است. استفاده از نرم‌افزارهای Adobe Gamma و EasyRGB برای نمایشگرهای CRT و i1 match و ProfileMaker برای کالیبره‌کردن رنگ در نمایشگرهای LCD متداول است. هرچند که مسئله تصحیح گاما برای نمایشگرها به تنظیمات دستگاه ارتباط دارد ولی اندازه‌گیری‌ها نشان داده‌اند که یک محدوده توانی حدود ۱/۸ تا ۲/۲ برای نمایشگرهای CRT و حدود ۲ برای نمایشگرهای LCD پذیرفته شده است (شکل ۵) [۹، ۱۴]. به علاوه تنظیمات مربوط به دمای رنگ همبسته[7] و روشنایی برای این وسایل، به طور متداول ۵۰۰۰ کلوین و ۸۰ کاندلا بر متر مربع به کار می‌رود [۱۵، ۱۶].

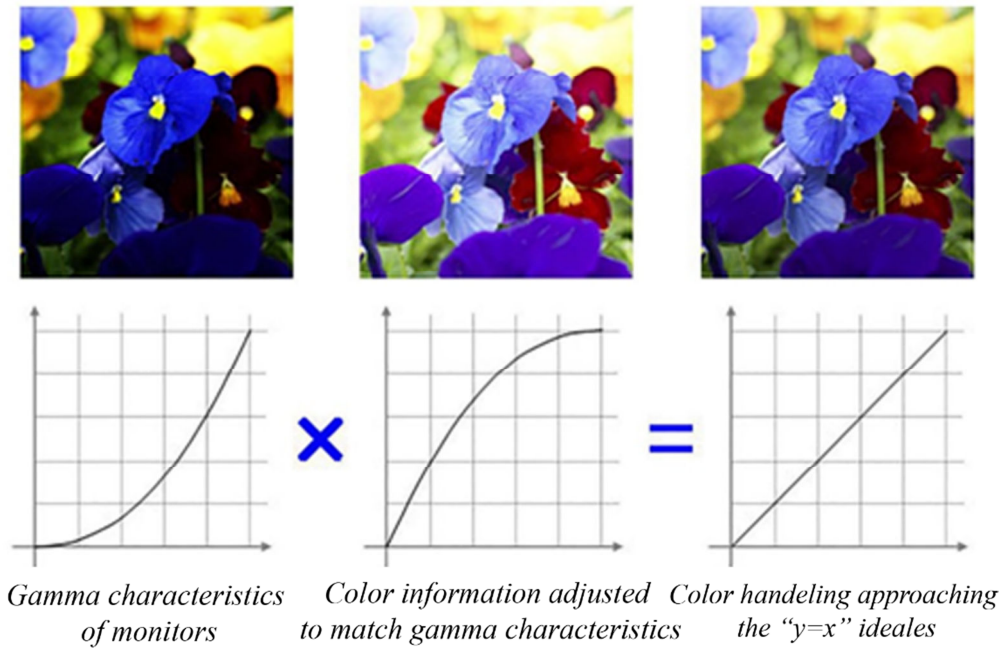
۳-۲-۳- کالیبره‌کردن رنگی چاپگرها

برای کالیبره‌کردن رنگی چاپگرها از روش‌های یک‌بعدی، دوبعدی و یا سه‌بعدی استفاده می‌شود. تلاش می‌شود که چاپگرها به نحوی ساخته شوند که مقدار خروجی مرکب از هر کانال رنگی با مقدار دلخواه و واقعی طراحی شده برای آن‌ها برابر باشد یا به بیان دیگر مقدار چگالی اسمی مرکب با مقدار واقعی آن دارای اختلاف برابر صفر شود؛ ولی معمولاً در واقعیت چنین اتفاقی نمی‌افتد بنابراین نیازمند به یک تصحیح در مقدار خروجی رنگ از هر کانال است. این تصحیح رنگ که برای هر کانال صورت می‌گیرد منحنی پاسخ رنگ[8] نامیده می‌شود.

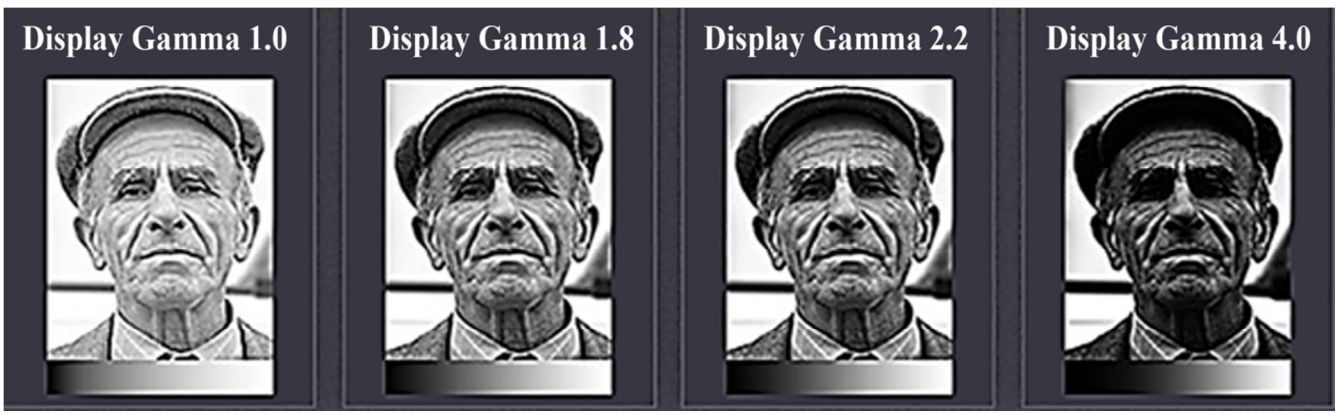
[1] Automatic White- Point Balance
[2] Color Profile
[3] Kodak
[4] Gain-Offset- Gamma (GOG)
[5] Offset
[6] Gain
[7] Correlated Color Temperature (CCT)
[8] Tone Response Curve (TRC)

مقاله

معمولاً محدودیت‌های مربوط به جوهر و کاغذ، رطوبت و دما در اختلاف میان رنگ ایجاد شده توسط چاپگر با مقدار مورد انتظار تأثیر دارد. در روش یک بعدی، هر کانال به طور مستقل و جداگانه از کانال رنگی دیگر تصحیح می‌شود و در واقع سه منحنی پاسخ رنگ به وجود می‌آید.



شکل ۴- تغییرات ایجاد شده بعد از تصحیح فاکتور گاما [۱۳].



شکل ۵- تفاوت روشنایی تصویر در نمایشگر با تغییر مقدار گاما [۱۰].

در یکی از روش‌های یک‌بعدی به نام تعادل خاکستری تلاش می‌شود که با مستقل‌کردن تنظیمات رنگی هر کانال از دستگاه، مختصات خروجی، در فضای CIEL*a*b* برابر با (a*=b*=0) باشد. تعادل خاکستری به معنای پیدا کردن ترکیب مناسبی از اولیه‌های موجود برای رسیدن به شیدهای مختلف خاکستری است. چون سیستم بینایی انسان با دیدن خاکستری در یک حالت تعادل قرار می‌گیرد، می‌تواند اختلاف رنگی که در حالت‌های مختلف به وجود می‌آید را تشخیص دهد. در چاپگرها معمولاً از ترکیبCMY و یا CMYK به عنوان اولیه‌های رنگی استفاده می‌گردد. هر رنگ روی محور روشنایی، ترکیبی برابر از اولیه‌های رنگی یعنی C=Y=M=d در چاپگر است بطوریکه d می‌تواند مقداری بین ۰ تا ۲۵۵ را بخود اختصاص دهد. این مقدار در حالت مستقل از دستگاه در فضا رنگ CIEL*a*b* برابر a*=b*=0 و L* بین ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد که البته تقریباً بدست آوردن مقدار برابر ۰ یا ۱۰۰ برای روشنایی در حالت واقعی امکان‌پذیر نیست. رابطه ۳ مقدار روشنایی را برای مقادیر مختلف از اولیه‌های رنگی محاسبه می‌کند. اختلاف بین مقدار چگالی اسمی جوهرهای چاپ با مقدار واقعی خروجی از کانال‌های رنگی با استفاده از رابطه ۴ محاسبه می‌شود. هر چقدر این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد چاپگر در حالت خطی‌تری قرار می‌گیرد [۱۷، ۱۱].

$$L^*=100-(d*100)/255 \quad a^*=b^*=0 \qquad (۳)$$

$$\Delta E=\left\| L^*a^*b^*_{ideal}-L^*a^*b^*_{out} \right\|_2 \approx 0 \qquad (۴)$$

عدم کالیبره‌کردن، باعث عدم ثبات در تکرار اندازه‌گیری‌ها توسط دستگاه‌های مشابه می‌گردد. در نتیجه امکان پیش‌بینی رنگ خروجی برای باز تولید رنگ در این وسایل وجود نخواهد داشت. به‌همین دلیل کالیبره‌کردن به عنوان گام اول در فرآیند مدیریت رنگ وسایل شناخته می‌شود. برای مطالعه بیشتر در رابطه با روش‌های مختلف کالیبره‌کردن چاپگرها به مرجع شماره ۱۷ مراجعه شود.

۳-۳- توصیف[1]

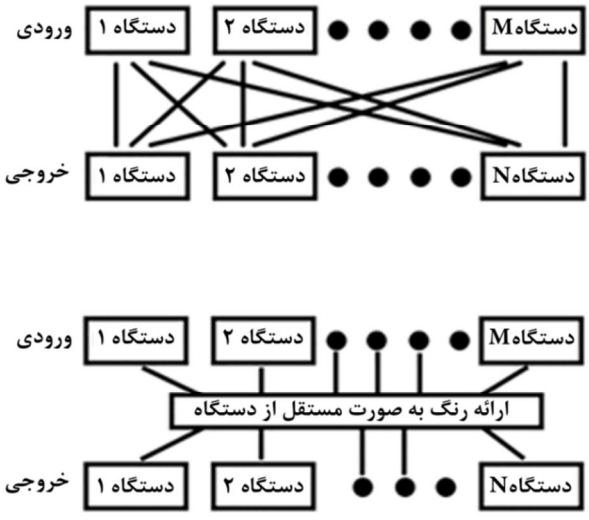
دست‌یابی به کیفیت بالا جهت باز تولید رنگ در سامانه تصاویر رنگی، مستلزم شناخت درست از خصوصیات رنگ در دستگاه‌های مورد استفاده در طی فرآیند انتقال رنگ است. یکی از روش‌های بدست آوردن این شناخت، استفاده از مدل حلقه بسته[2] است. به این ترتیب که برای رسیدن به تصویر مطلوب، ارتباط بین خصوصیات رنگی در یک دستگاه ورودی مشخص، نسبت به تک تک دستگاه‌های خروجی بهینه می‌شود. یک مثال متداول از این فرآیند در چاپ افست است. جایی که برای چاپ یک طرح خاص، RGB مشاهده شده روی نمایشگر به یک CMYK مشخص در چاپگر نسبت داده می‌شود (شکل۶). اگرچه استفاده از این روش در مواردی که تنظیمات به صورت دستی و محدود صورت می‌گیرد مفید است ولی در سامانه‌های دیجیتال رنگی که تعداد متغیرها در فرآیند انتقال رنگ میان وسایل، زیاد است، ناکارآمد می‌گردد. لذا روش استفاده از فضارنگ‌های مستقل از دستگاه جایگزین شد. اندازه‌گیری رنگ به صورت مستقل از دستگاه بر اساس سامانه استاندارد بین المللی CIE بوده که برای اولین بار در سال ۱۹۳۱ ارائه شد. در سامانه رنگ‌سنجی CIE، محرکه‌های رنگی توسط اعدادی که متناسب با میزان تحریک سامانه بینایی انسان می‌باشند، مستقل از چگونگی تولید محرکه، بیان می‌شوند. در وسایلی که کالیبره‌کردن روی آن‌ها انجام شده است، ارتباط میان مؤلفه‌های وابسته به دستگاه[3] معمولاً RGB و CMYK و فضاهای استاندارد مستقل از دستگاه[4] مانند CIEXYZ را با توصیف رنگ بیان می‌کنند؛ به عبارتی مستقل‌کردن تنظیمات رنگ از دستگاه توصیف نامیده می‌شود [۹، ۱۱].

توصیف رنگ به دو روش انجام می‌شود:

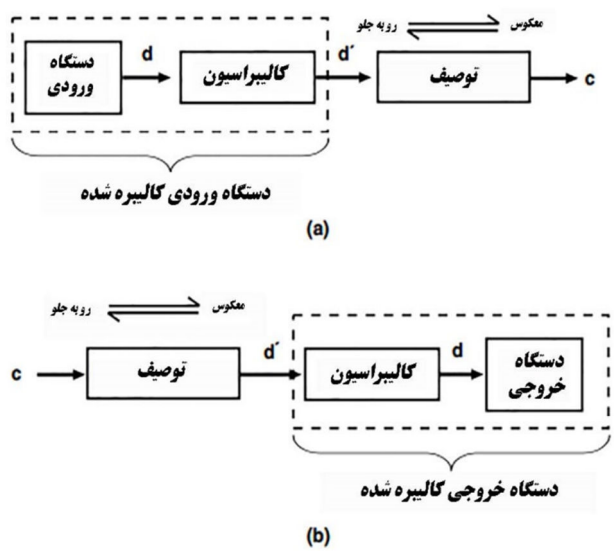
۱- بر اساس ورودی دستگاه، مقدار خروجی تعیین می‌شود.

۲- پاسخ دستگاه دریافت‌شده و با توجه به آن، ورودی دستگاه تعیین می‌شود.

این راه، مدل معکوس نامیده می‌شود که برای تصحیح رنگ تصاویر استفاده می‌گردد. عملکرد تابع روبه جلو[5] برای ورودی و خروجی دستگاه‌ها متفاوت است. زمانی که وسیله بر اساس ورودی دستگاه، خروجی را تعیین می‌کند، این تابع، محرکه‌های رنگ که مستقل از دستگاه هستند را برای رسیدن به نتایج دستگاه ثبت می‌کند. اما در حالتی که بر اساس خروجی دستگاه، ورودی تعیین می‌شود، رنگ‌ها، وابسته به دستگاه بوده و رنگ‌های خروجی، مستقل از دستگاه می‌شوند. تابع معکوس هم در هر دو حالت، عکس تابع رو به جلو عمل می‌کند [۱۱]. شکل ۷ مسیر کالیبره‌کردن و توصیف وسایل ورودی و خروجی را نشان می‌دهد.



شکل ۶- تفاوت دو روش مدل حلقه بسته و توصیف در مدیریت رنگ وسایل [۱۱].



شکل ۷- مسیر کالیبره‌کردن و توصیف وسایل ورودی و خروجی [۱۱].

[1] Characterization
[2] Closed-loop
[3] Device-Dependent
[4] Device- Independent
[5] Forward

مقاله

قرار گرفتن رنگ‌ها کنار هم، طبق یک استاندارد مشخص، تحت عنوان نقشه رنگی، برای وسایل ورودی و خروجی شناخته می‌گردد. تشخیص استانداردهای لازم برای ایجاد این جدول‌ها، در کنسرسیوم بین‌المللی رنگ[1] انجام می‌شود [۱۸، ۷]. لازم به ذکر است که پروفایل‌های تهیه شده برای نمایشگر با چاپگر و یا هر وسیله دیگری متفاوت است. شکل ۸ دو نمونه نقشه رنگی برای یک نمایشگر و یک چاپگر را نشان می‌دهد. عوامل مختلفی باعث بروز اختلاف رنگ در باز تولید و باز نمایش تصاویر بین وسایل مختلف می‌شوند که از جمله آن‌ها می‌توان به نحوه ایجاد رنگ (میزان حساسیت فیلترهای رنگی در دوربین و اسکنر نسبت به انرژی نور تابیده شده به حسگر، نوع نمایشگر و فسفرها و فیلترهای رنگی تعبیه شده در آن، تفاوت در ماهیت تونر و مواد اولیه مورد مصرف در چاپگر) و ویژگی‌های نمایش رنگ (اختلاف بین نقاط سفید و سیاه در تصویر، محدوده رنگی[2] انتخاب شده در نمایشگر، ویژگی‌های منحنی رنگ مانند فاکتور گاما) اشاره کرد. البته لازم به ذکر است که هر کدام از این وسایل و نرم‌افزارهای مورد استفاده، دارای یک سری تنظیمات، به صورت پیش فرض و ویژگی‌های رنگی متفاوتی هستند؛ اما در این میان، انتخاب منبع نوری و همچنین میزان روشنایی در تمام مدت فرآیند، از عکس‌برداری تا چاپ دیجیتال تصویر، از حساسیت بالاتری برخوردار است [۱۹، ۱۸، ۱۵].

۴- مراحل مدیریت رنگ تصویر در وسایل

کنترل و انتقال رنگ‌ها در طی فرآیند انتقال تصویر بین دستگاه‌های مختلف، یکی از سخت‌ترین و محوری‌ترین روش‌ها به شمار می‌رود و از نقاط مهم پژوهش می‌باشد. ایده مدیریت رنگ برای حل مشکل تبدیل تصویر میان فضا رنگ‌های مختلف باعث به حداقل رساندن انحراف در فرآیند چاپ تصویر شده است. در ادامه به مراحل مدیریت رنگ وسایل مختلف پرداخته می‌شود.

۴-۱- تهیه تصویر

با عکس‌برداری توسط دوربین دیجیتال و یا اسکن یک نمونه با اسکنر، تصویر ورودی تهیه می‌شود. در این مرحله منبع نوری مورد استفاده و همچنین دمای رنگ همبسته از اهمیت بالایی برخوردار است و به طور متداول، منبع نوری D50 و روشنایی ۸۰ کاندلا بر متر مربع استفاده می‌شود. دلیل این انتخاب این است که هرچقدر منبع نوری با دمای رنگ همبسته بالاتری انتخاب شود، تصویر با رنگی به تـه رنگ آبی نزدیک می‌گردد؛ همچنین انتخاب منبع نوری با دمای خیلی کمتر از ۵۰۰۰ کلوین نیز منجر به ایجاد ته رنگ زرد در تصویر می‌شود (شکل۹). نرم افزارهای پردازش تصویر نظیر فتوشاپ هم به صورت پیش فرض تنظیمات مشابهی را دارند؛ به این ترتیب مشکل تغییر رنگ در نمایشگر کمتر می‌شود. از طرف دیگر با ورود تصویر به نمایشگر برای پردازش، روشنایی کمتر یا بیشتر از ۸۰ کاندلا بر متر مربع، وضوح تصویر را کم کرده و به ترتیب به تیرگی یا روشنایی بیش از حد تصویر منجر می‌شود (شکل۹). نرم‌افزارهایی نظیر فتوشاپ به طور متداول، بر اساس منبع نوری D50 و نقشه‌های رنگی sRGB و یا Adobe RGB طراحی شده‌اند.

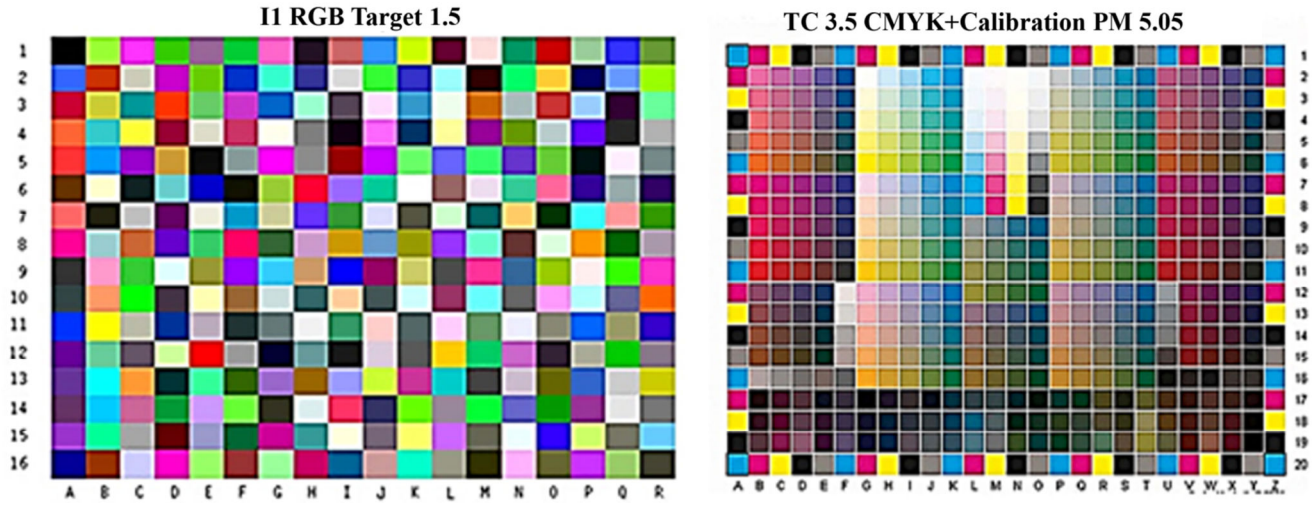
از جمله موارد مهم کار با نرم‌افزار فتوشاپ، تنظیمات مربوط به مرحله نهایی یعنی آماده کردن تصویر برای ورود به چاپگر است. در پنجره باز شده، پس از انتخاب نام چاپگر، تعداد صفحات و نحوه چاپ عکس، باید تنظیمات مربوط به مدیریت رنگ انجام گردد. نحوه ایجاد هماهنگی بین محدوده‌های رنگی تصویر در نرم‌افزار و چاپگر که در قسمت ۳-۲ توضیح داده شد، و همچنین همسان‌سازی تعداد رنگ‌های محدوده رنگی در چاپگر و نرم افزار، از مهم‌ترین گزینه‌هایی است که باید به درستی انتخاب شوند. در موقع تهیه عکس با دوربین دیجیتال، باید به نور محیط نیز توجه شود. معمولاً از لامپ‌های فلورسنت در محیط با ضریب نمود رنگ[3] بالای ۹۰ استفاده می‌شود. این باعث شده است عکس گرفته شده از شیء با تصویر آن در نمایشگر از یکسانی رنگ بیشتری برخوردار باشند [۱۶].

۴-۲- انتقال تصویر به نمایشگر

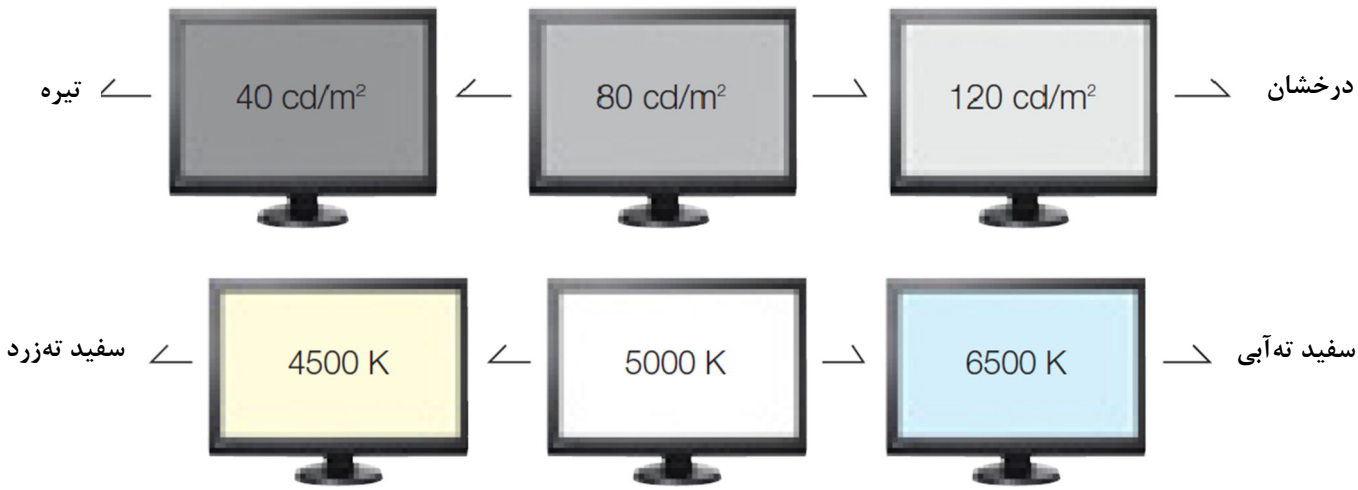
در ابتدای کار باید از کالیبره‌بودن هر کدام از دستگاه‌های ورودی، پردازش و خروجی اطمینان حاصل شود. مانیتور کالیبره‌شده باید با کاغذی که برای چاپ تصویر استفاده می‌شود، دارای نقطه سفید یکسانی باشد. این مسئله برای مدیریت رنگ بین تصویر طراحی شده و تصویر چاپ شده اهمیت بالایی دارد. به این منظور کاغذ دقیقاً پهلو به پهلوی نمایشگر قرار داده شده تا از انعکاس نور غیریکنواخت محیط، روی کاغذ و نمایشگر در حد امکان جلوگیری شده باشد. سپس تحت منبع نوری D50، با استفاده از یکی از ادوات اندازه‌گیری مانند Color Edge، نقطه سفید نمایشگر و کاغذ اندازه‌گیری و همانند می‌شود [۱۶، ۱۱]. گاهی اوقات در پردازش و رتوش تصویر، به جای استفاده از یک نمایشگر، از چند نمایشگر به طور همزمان استفاده می‌شود. این مسئله بیشتر در کارهای حرفه‌ای صورت می‌گیرد که هر فرد مسئولیت طراحی قسمتی از یک تصویر را بر عهده دارد. همانند بودن تنظیمات رنگ مربوط به نمایشگرهایی که برای ویرایش یک تصویر استفاده می‌شوند، از ضرورت بالایی برخوردار است. معمولاً از دو روش برای همانندسازی استفاده می‌شود. روش اول یک روش صنعتی و حرفه‌ای به حساب نمی‌آید ولی روشی مناسب برای کارهای کوچک است. در این روش، مختصات نقطه سفید نمایشگرها با یکدیگر یکسان می‌شود. Color Navigator نرم افزاری است که می‌تواند به راحتی تنظیمات اندازه گیری شده با Color Edge برای یک نمایشگر را در سایر نمایشگرها به اشتراک بگذارد. روش دوم برای کارهای حرفه‌ای و صنعتی استفاده می‌شود که قابلیت تنظیم چند

[1] International Color Consortium(ICC)
[2] Color gamut
[3] Color Rendering Index (CRI)

نوع استاندارد و به اشتراک‌گذاری آن‌ها بین چند نمایشگر را دارد.



شکل ۸- دو نمونه هدف رنگی برای اسکنر (سمت چپ) و برای چاپگر (سمت راست) [۴].



شکل ۹- تنظیمات متداول برای منبع نوری و میزان روشنایی در نمایشگر و حین عکاسی با دوربین دیجیتال [۱۶].

به این ترتیب چون می‌توان در مراحل مختلف طراحی تا ویرایش، از استانداردهای مختلف کمک گرفت، خروجی کار به واقعیت نزدیک‌تر بوده و تصویر چاپ شده طبیعی‌تر است. استانداردهای ISO (12646:2008) و sRGB از متداولترین استانداردهای به کار گرفته شده به منظور همسان‌سازی رنگ تصاویر دیجیتال طراحی شده در نمایشگرهای رنگی با تصاویر چاپ شده یا نمایش داده شده در وسایل دیگر، تدوین شده‌اند.

دراستاندارد ISO 12646 با استفاده از نقشه‌های رنگی ICC، و انتخاب فضا رنگ‌های مناسب برای نمایشگر و وسیله خروجی تصویر مانند چاپگر، می‌توان از همانندی رنگ تصویر، میان وسایل به کار گرفته شده، اطمینان حاصل کرد. نرم‌افزار UDACT، برای ارزیابی میزان همانندی رنگ تصویر طراحی شده در نمایشگر با چاپگر، مطابق با این استاندارد به کار می‌رود. همچنین به کمک نرم‌افزار Adobe Acrobat Pro می‌توان تصویر نشان داده شده در نمایشگر با تصویر چاپ شده توسط چاپگر را به صورت مقایسه‌ای ارزیابی کرد [۱۶، ۶].

۴-۳- مشخص‌کردن محدوده رنگی وسیله ورودی و خروجی

محدوده رنگی، محدوده یا حجمی از فضا رنگ بوده که توسط رنگ‌های اولیه موجود، ساخته و تهیه می‌شود. به کمک تعیین محدوده رنگی می‌توان امکان دوباره تولید یک نمونه را توسط نمونه‌های دیگر بررسی کرد. معمولاً هر وسیله‌ای محدوده رنگی مخصوص به خود را دارا است.

مقاله

برای بدست آوردن محدوده رنگی تصاویر دیجیتالی در وسایل، می‌توان از روش‌های مختلفی مانند روش ۱۲ سطحی، روش ۲۴ سطحی و نرم‌افزارهای گاموت‌ویژن[1]، کالرتینک[2] و فتوشاپ استفاده کرد (شکل ۱۰). برای کسب اطلاعات بیشتر به مرجع [۲۰، ۲۱] مراجعه شود.

۴-۴- رتوش تصویر و ذخیره‌کردن تصویر تحت فرمت مربوطه

پس از رتوش نهایی، تغییرات ایجاد شده در تصویر باید ذخیره شود. در این مرحله لازم است که از بین فرمت‌های مختلف ذخیره تصویر، حالتی ایجاد شود که تنظیمات ایجاد شده مانند منبع نوری، درجه اشباع رنگ، نقطه سفید، روشنایی و غیره تغییری پیدا نکند. معمولا سعی می‌شود که از فرمت‌هایی برای ذخیره تصویر استفاده شود که ICC به عنوان پروفایل‌های رنگی استاندارد معرفی کرده است تا اطلاعات تصویر بدون هیچ تغییری بتواند به مرحله بعد انتقال یابد. فرمت‌های TIFF, PhotoCD, PNG, JPEG, EPS, PCT, PDF و PSD جزو پروفایل‌های رنگی استاندارد برای ذخیره تصویر به شمار می‌آیند [۱۱، ۱۲].

۴-۵- انتقال محدوده رنگی[3] مشخص شده به یک فضارنگ واسطه

پس از تعیین محدوده رنگی برای هر دستگاه، اطلاعات رنگی تصویر با استفاده از فضارنگ‌هایی مانند (CIEXYZ و یا CIEL*a*b*) مستقل از دستگاه می‌گردد؛ زیرا زمانی که از وسیله‌ای با ساختار RGB مانند نمایشگر به وسیله‌ای دیگر مانند چاپگر با ساختار CMYK یا برعکس، انتقالی صورت می‌گیرد، امکان تغییر رنگ به وجود می‌آید. گاهی اوقات برای حل این مشکل می‌توان از یک فضارنگ واسطه مانند CIEL*a*b* که مستقل از فضارنگ وسیله است استفاده کرد که هم مفاهیم سیستم RGB را درک می‌کند و هم قابلیت تبدیل این مفاهیم به سیستم CMYK را دارد (شکل ۱۱ قسمت a) [۱۱].

۴-۶- انتقال از فضارنگ واسطه به دستگاه خروجی

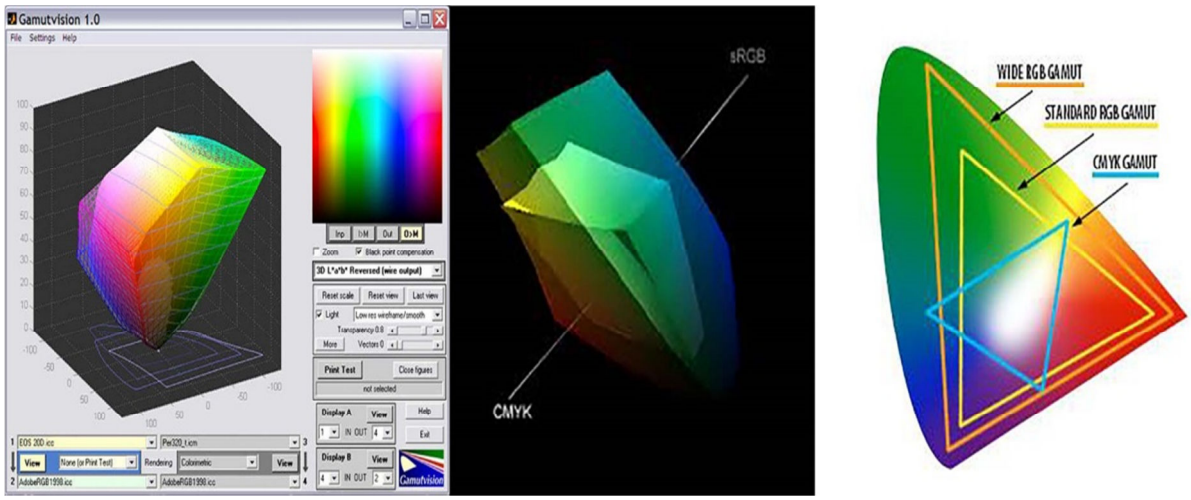
بعد از انتقال محدوده رنگی به یک فضارنگ واسطه، داده‌های رنگی اندازه‌گیری شده، مجدد در دستگاه خروجی، به رنگ‌های وابسته به دستگاه تبدیل می‌شوند (شکل ۱۱ قسمت b) [۲۳].

۴-۷- حصول تصویر نهایی

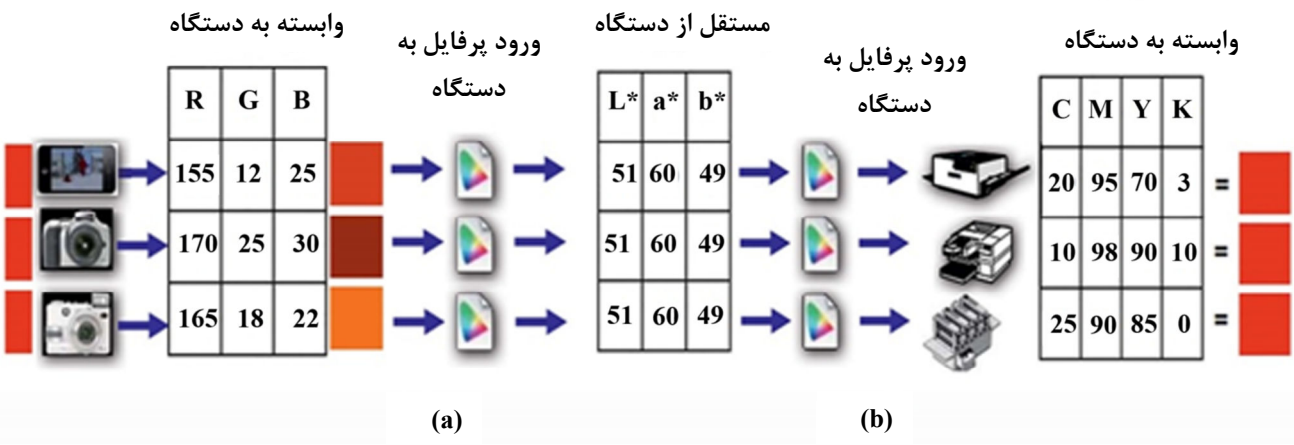
در این مرحله تصویر به دستگاه خروجی مانند چاپگر انتقال داده می‌شود و دستور باز تولید تصویر توسط دستگاه صادر می‌گردد. انتظار می‌رود که تصویر خروجی طبق استانداردهایی که برای مدیریت رنگ تعریف شده است، کیفیت قابل قبولی داشته باشد. در غیراین‌صورت تصویر دوباره به مرحله پردازش بازگشته و مراحل بعد از آن، تکرار می‌شود.

برای هر دستگاهی که در فرآیند انتقال رنگ استفاده می‌شود باید یک نقشه رنگی تعیین گردد. نقشه رنگی، پاسخ رنگی هر دستگاه به یک سیگنال ورودی مشخص است که به صورت یک جدول ذخیره می‌شود و سبب ایجاد یک محدوده رنگی خاص در درون فضا رنگ مربوط به هر وسیله می‌گردد. تمام محدوده‌های رنگی تعیین شده در وسایل ورودی و خروجی، در فضا رنگ واسطه‌ای قرار می‌گیرند که با عنوان PCS[4] شناخته می‌شود (شکل ۱۲) [۱۱، ۲۳].

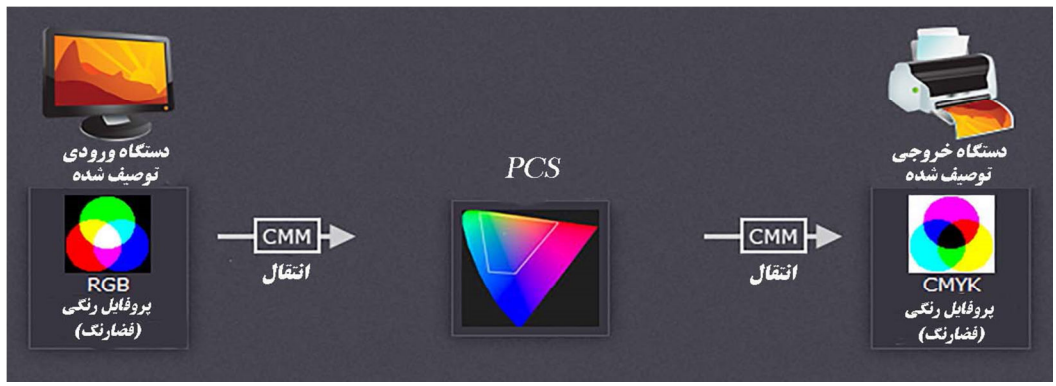
[1] Gamutvision
[2] Colorthink
[3] Color gamut transfer
[4] Profile Connection Space



شکل ۱۰- بدست‌آوردن محدوده رنگی با نرم‌افزار GamutVision و مقایسه دو محدوده رنگی نمایشگر و چاپگر در حالت دوبعدی و سه‌بعدی [۲۲].



شکل ۱۱- استفاده از فضارنگ *CIEL*a*b برای مستقل‌کردن رنگ از دستگاه ورودی و انتقال به دستگاه خروجی [۴].



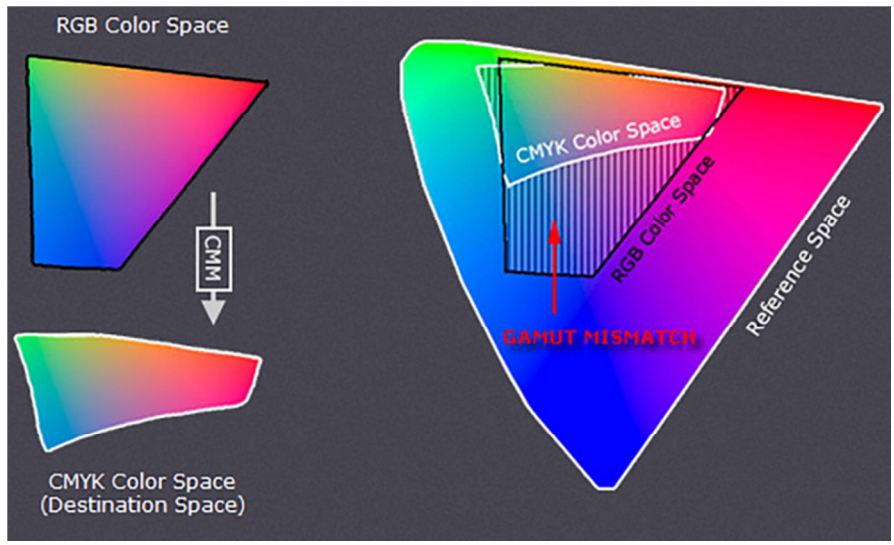
شکل۱۲- مراحل ۳ گانه مدیریت رنگ تصاویر در وسایل [۱۰].

ممکن است که محدوده رنگی وسایل با یکدیگر هم‌خوانی نداشته باشند (شکل۱۳). عدم تطابق در محدوده‌های رنگی[1] باعث تغییر در رنگ تصویر می‌شود. الگوریتم‌های نگاشت محدوده رنگی کمک می‌کنند که انتقال رنگ از یک محدوده رنگی بزرگ به کوچک و یا برعکس به درستی انجام شود [۱۰]. در انتقال داده‌های رنگی از دستگاه ورودی به فضارنگ واسطه مانند *CIEL*a*b و از آن به دستگاه خروجی، از ماژول مدیریت رنگ (CMM)[2] استفاده می‌شود. CMM تلاش می‌کند تا از طریق الگوریتم‌های مختلف درون یابی، بهترین همانندی بین محدوده‌های رنگی وسایل صورت گیرد [۱۰، ۲۴]. رنگ‌سنجی نسبی[3] و مطلق[4]، روش اشباع[5] و روش ادراکی[6] چهار الگوریتم متداول و مهم تعیین شده توسط ICC برای ایجاد همانندی بین محدوده‌های رنگی هستند که با عنوان اهداف و مقاصد جرا[7] شناخته می‌شوند [۱۰]. در روش ادراکی، رنگ‌های به کار رفته در محدوده رنگی مبدأ، به طور یکنواخت، در محدوده رنگی تصویر مقصد، توزیع می‌شود. اما در روش رنگ‌سنجی نسبی، قسمت‌های اضافی در محدوده رنگی بزرگ‌تر، در لبه‌های محدوده رنگی کوچک‌تر قرار می‌گیرند (شکل۱۴). در نتیجه، با اینکه در روش ادراکی یک تصویر نرم‌تر ایجاد شده ولی در الگوریتم رنگ‌سنجی نسبی، تصویر خروجی به تصویر اولیه نزدیک‌تر است[۱۰، ۱۲]. اصول کلی دو روش رنگ‌سنجی نسبی و مطلق یکسان است و تفاوت آن‌ها در مکان فراگرفتن نقطه سفید[8] است. در روش رنگ‌سنجی مطلق، به مکان نقطه سفید دقت نمی‌شود و در تغییر رنگ از حالت یک‌بعدی به دوبعدی یا از یک وسیله به وسیله دیگر، چیدمان رنگ‌ها بر اساس مکان نقطه سفید نیست؛ اما در روش رنگ‌سنجی مطلق، نقطه سفید خیلی مهم است و سعی می‌شود که مکان اولیه آن در تغییرات حفظ شود (شکل ۱۵) [۱۰، ۱۲].

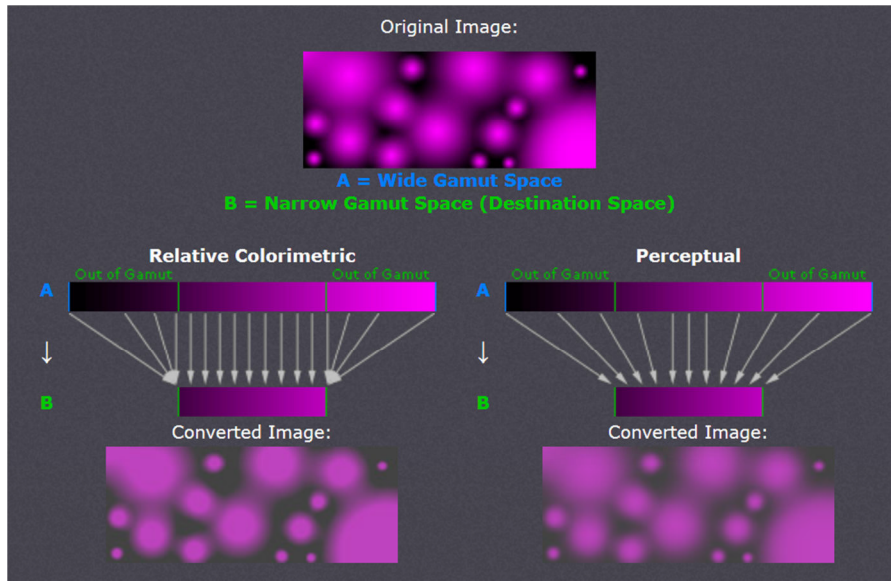
[1] Gamut Mismatch
[2] Color Management Module (CMM)
[3] Relative colorimetric
[4] Absolute colorimetric
[5] Saturation
[6] Perceptual
[7] Rendering intents
[8] White point

مقاله

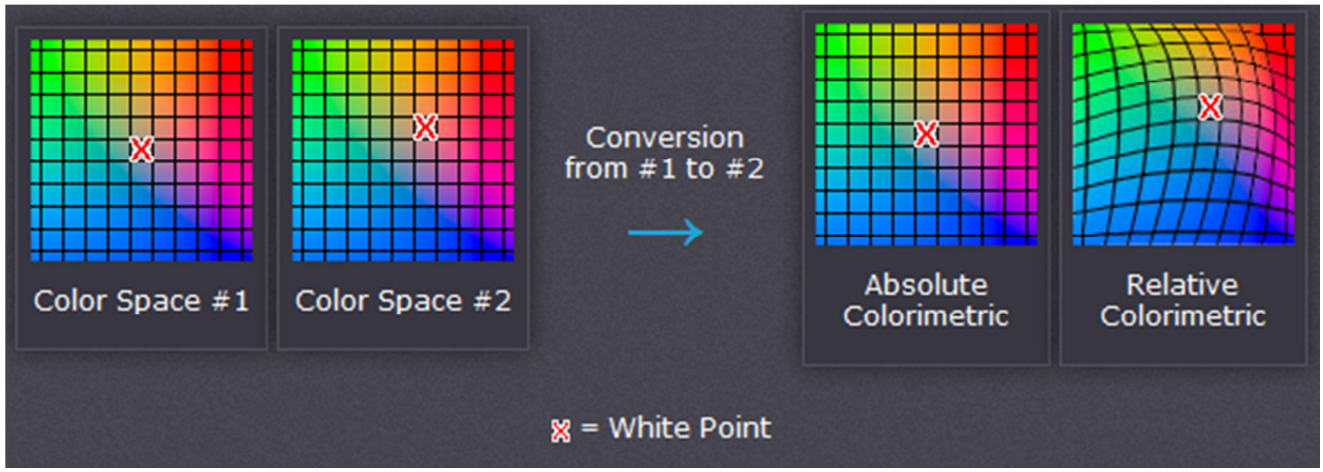
در روش اشباع، هدف ثابت نگه داشتن خلوص و عمق رنگ است حتی اگر تغییراتی در فام و روشنایی ایجاد شود. بنابراین قابلیت باز تولید رنگ و بازگشت به رنگ اولیه وجود نخواهد داشت. یکی از کاربردهای مهم این روش در زمانی است که چاپ یک تصویر، توسط چاپگرهای جوهرافشان انجام شود؛ در این حالت، شرایط انتخاب رنگ‌های اولیه برای رسیدن به نتیجه مطلوب، بهبود می‌یابد [۱۰، ۲۳].



شکل ۱۳- عدم تطابق در محدوده رنگی دو وسیله [۱۰].



شکل ۱۴- تفاوت تصویر خروجی در دو روش رنگ‌سنجی نسبی و ادراکی [۱۰].



شکل ۱۵- تفاوت دو روش رنگ‌سنجی نسبی و مطلق در نقطه سفید [۱۰].

۵- مدل‌های ریاضی ارائه شده برای مدیریت رنگ تصاویر

استفاده از روش‌هایی که توانایی مدل‌سازی ابزار و مواد مصرفی و همچنین روابط میان آن‌ها در فرآیند انتقال رنگ را داشته باشند و نیز بتوان به وسیله الگوریتم‌های ریاضی به محاسبه میزان اثر هر یک از آن‌ها پرداخت، جزء راه حل‌های مناسب برای موضوع مدیریت رنگ تصاویر محسوب می‌شوند. روش‌هایی مانند پارامتر[1]، جعبه سیاه[2] و یادگیری ماشینی[3]، از جمله آن‌ها هستند. در روش پارامتر، بر اساس پارامترهای فراهم شده به وسیله مواد و تجهیزات در حین فرآیند انتقال رنگ، یک مدل ریاضی از CMY و XYZ ساخته می‌شود. یکی از کاربردهای آن، ساخت منحنی‌های باز تولید رنگ با استفاده از آنالیز رنگ در وسایل مختلف به خصوص در چاپگرهاست که البته با توجه به پیچیدگی‌های تجهیزات، جوهر و کاغذ مصرفی، کار مشکلی است [۲]. برای سهولت در مدل‌کردن تجهیزات و مواد، از روش جعبه سیاه استفاده می‌شود. در این روش، به جای در نظر گرفتن همه عوامل‌های موثر در طول فرآیند، فقط ورودی و خروجی، به عنوان جعبه‌های سیاه و سفید در نظر گرفته می‌شود. میزان رنگ ورودی و خروجی در هر جعبه، طبق استانداردی به بلوک‌های رنگی تقسیم می‌شود و مدل‌سازی بر مبنای روابط بین بلوک‌ها صورت می‌گیرد. با کمک گرفتن از روش‌های درون یابی نیز می‌توان تبدیل بلوک‌های رنگی ورودی به خروجی را پیش‌بینی کرد. روش جعبه سیاه روش آسان، کاربردی و قابل فهم است؛ با این حال، چون تنها مقادیر ورودی و خروجی را کنترل کرده و از تحولات مابین فرآیند صرف‌نظر می‌کند روش دقیقی محسوب نمی‌شود [۲]. اما روش یادگیری ماشینی به عنوان یکی از شاخه‌های وسیع و پرکاربرد هوش مصنوعی، به تنظیم و اکتشاف شیوه‌ها و الگوریتم‌هایی می‌پردازد که بر اساس آن‌ها رایانه‌ها و سامانه‌ها توانایی یادگیری پیدا می‌کنند. هدف یادگیری ماشینی این است که کامپیوتر بتواند به تدریج و با افزایش داده‌ها کارایی بهتری در انجام وظیفه مورد نظر پیدا کند [۲۵، ۲۶].

۶- استانداردهای مرتبط با مدیریت رنگ

استانداردهای زیادی در رابطه با کیفیت قابل قبول در باز تولید و باز نمایش تصاویر رنگی تدوین شده است که در جدول ۳، بخشی از استانداردهای مرتبط با مدیریت رنگ تصاویر دیجیتال گزارش شده است.

[1] Parameter
[2] Black box
[3] Machine learning transformation

جدول ۳- برخی از استانداردهای مرتبط با مدیریت رنگ تصاویر دیجیتال [۲۷-۳۱].

ردیف	موضوع استاندارد	شماره استاندارد
۱	تدوین شده بر اساس استاندارد ICC.1:2010 برای تعیین پروفایل و فرآیندهای مدیریت رنگی	ISO 15067
۲	مربوط به کنترل کیفیت چاپ	ISO 5 ISO 2834 ISO 2846-X ISO 13656

مقاله

جدول ۳ (ادامه)- برخی از استانداردهای مرتبط با مدیریت رنگ تصاویر دیجیتال [۲۷-۳۱].

ردیف	موضوع استاندارد	شماره استاندارد
۳	مربوط به کالریمتری و اندازه‌گیری‌های رنگ	ISO 13655 ISO 366 ISO 5
۴	مربوط به توصیف (رمزگذاری) فضارنگ، موقعیت مشاهده، موقعیت قرارگیری تصویر و استانداردهای واسطه	ISO 22028-1
۵	مربوط به فرآیند چاپ افست که شامل فیلم‌های تفکیکی رنگی (کیفیت فیلم، ترام‌گذاری و زاویه ترام، شکل نقاط، حد رواداری اندازه تصویر جمع اندازه‌های تون‌ها، میزان خاکستری) و چاپ (رنگ سطح چاپ‌پذیر و جنس آن‌که می‌تواند گلاسه و غیرگلاسه باشد، رنگ‌های مرکب پس از چاپ، براقیت مرکب، حد رواداری پردازش تصویر، چاقی ترام، تلرانس‌ها و میزان گستردگی تن‌های متوسط) می‌شود.	ISO 12647-2 (1996)
۶	تصحیح و توضیح فرآیندهای کار در چاپ دیجیتال	ISO 12647-7 (1996)
۷	سنجش کیفیت محصول بدست آمده از چاپ دیجیتال	ISO 12647-8 (1996)
۸	راهنمای استانداردی برای تنظیم مشخصات مواد مورد استفاده در پوشش‌های رنگی	ASTM D7195-06 (2012)
۹	روش آزمون اختلاف رنگ دستگاهی با استفاده از معیار خاکستری	ASTM E3040-15 (2015)
۱۰	اندازه‌گیری میزان اختلاف رنگ و حد رواداری رنگ	ASTM D2244-15A (2015)
۱۱	انتخاب موقعیت هندسی برای اندازه‌گیری میزان انعکاس یا انتقال از سطح مواد	ASTM E179-12 (2013)
۱۲	شامل تعاریف و اصطلاحات ظاهر رنگی	ASTM E284-13B (2013)
۱۳	ارزیابی رنگ تصویر خروجی از چاپگرهای رنگی و دستگاه‌های کپی	ASTM F1206-94 (2011)
۱۴	ارزیابی میزان انتقال رنگ و داده‌های رنگی در وسایل الکترونیکی	ASTM E1708-14 (2014)
۱۵	تعیین رنگ اشیا براساس سیستم مانسل	ASTM D1535-14 (2014)

۷- نتیجه‌گیری

ثابت بودن ظاهر رنگی یک تصویر، از مرحله طراحی تا مرحله چاپ، از اهمیت بالایی برخوردار است. تشخیص و ارزیابی درست عوامل اثرگذار در طول فرآیند، نقش مهمی در کنترل و ارتقای کیفیت تصویر خروجی دارد. سامانه مدیریت رنگ، این امکان را فراهم می‌کند که بین دستگاه‌های مختلف، بتوان ظاهر رنگی تصویر را حفظ نمود؛ این امر در صورتی امکان‌پذیر است که اطلاعات وابسته به دستگاه، از طریق انتقال به فضارنگ‌های واسطه مانند CIEL*a*b* و CIEXYZ، به اطلاعات غیروابسته به دستگاه تبدیل شود. تلاش‌های زیادی در حال انجام بوده تا بر مبنای استانداردهای معتبر، روش‌های جدیدی و کارآمدتر برای مدیریت رنگ وسایل مختلف طراحی شود.

۸- مراجع

1.H. Ujiie, "Digital Printing of Textiles", England, Woodhead Publishing Limited, **2006**.

2. X .Li,"Research on printer color management based on ant colony algorithm", Second International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, China, **2008**.

۳. س گرجی کندی، س گرجی کندی، "مروری بر کاربردهای ماشین و تصویر پردازی رنگی در صنایع غذایی"، نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۲، ۴۳-۵۵، **۱۳۹۱**.

4. P. Nussbaum," Introduction to colour management", worshop, Tehran, Iran, **2013** .

5. P. Nussbaum, J. Y. Hardeberg, "Print quality evaluation and applied colour management in coldset offset newspaper print", Col. Res. App., 37, 82-91, **2012**.

6. P. Nussbaum. "Colour measurement and print quality assessment in a colour managed printing workflow". Ph.D. thesis, University of Oslo, Oslo, Norway, **2010**.

7. P.Y. Li, Y.P. Wang, L.H. Kao,"Digitization procedures guideline: color management", viewed **2016**, http:// culture.teldap.tw/ culture/ images/ collection/ 20120820/ Color %20 Management. pdf.

8. C. E. Gardner," Color management primer", viwed **2016**, http:// photo.nova.org/ ColorManagement.

۹. س ح امیرشاهی،"اصول تکنولوژی رنگ"، انتشارات ارکان دانش، اصفهان، **۱۳۸۶**.

10. Cambridge in colour, "Overview of color management", viewed **2016**, http:// www.cambridgeincolour.com/ tutorials/ color management1.htm.

11. G .Sharma, B. Raja, "Digital Color Imaging Handbook", New York, CRC press, **2002**.

12. A. S. Long, "Practical approach to Color Management", viewed **2016**, https:// www.nla.gov.au/ photos/ publications/ colormanagement. pdf.

13. Eizo, "Is the beauty of a curve decisive for color reproduction? Learning about LCD monitor gamma", viewed **2016**, http://www.eizoglobal.com/library/basics/lcd_display_gamma.

14. X-rite, "Complete guide to color management", viewed **2016**, https:// xritephoto.com/ documents/ literature/ EN/ L11-144_CompleteGuideToColorManagement_EN. pdf.

15. G. petrov, "the designer's guide to color management in corelDRAW graphics suite X5", corel corporation, **2010**.

16. Eizo, "Color managementhHandbook: strategies to master color management", viwed **2016**, https:// www.eizo.cz/ fileadmin/ content/ download/ pdf/ brochures/ en/ color_ management_ handbook. pdf.

17. P. K. Gurram,et al. "Comparison of 1-D, 2-D and 3-D printer calibration algorithms with printer drift" 21st International Conference on Digital Printing Technologies, Baltimore, Maryland, USA, **2005**.

18. M. Kriss, "Color Management: Understanding and Using ICC Profiles", London, John Wiley & Sons, **2010**.

19. A. Sharma, "Understanding Color Management", London, Thomson, **2004**.

20. A.Bakke, I. Farup, J.Y. Hardeberg, "Evaluation of algorithms for the determination of color gamut boundaries", J. Imaging Sci. Technol., 54, 50502-505011, **2010**.

21. T. dabrowa, d. dziewulski," Study of the dependence of colour gamut volume determined with different methods on reflection densities of the process inks solids in printing", science & technology, 15-23, **2009**.

22. Gamutvision, "Camera and scanner profiles, Gamuts and mappings to working color spaces", viwed **2016**, http:// www.gamutvision.com/ docs/ camera_scanner.html.

23. B. Fraser, C. Murphy, F. Bunting, "Real World Color Management", Berkeley, Peachpit press, **2003**.

24. F. Dugay, I. Farup, J. Y. Hardeberg. "Perceptual evaluation of color gamut mapping algorithms." Col. Res. App., 33, 470-476, **2008**.

25. En.wikipedia, "Machine learning", viwed **2016**, https:// en.wikipedia.org/ wiki/ Machine_learning.

۲۶. س جلوه‌گر، "هوش مصنوعی"، ویرایش دوم، **۱۳۸۸**.

27. Consortium, I. C., "ICC White Paper 4: Color Management - Conceptual Overview, Evolution, Structure & Color Rendering Options, viewed 2016, www.color.org.

28. ASTM international, viwed **2016**, https:// www.astm.org/ Standards.

29. International Organization for Standardization, "Standards catalogue", viwed **2016**, http:// www.iso.org/ iso/ iso_catalogue/ catalogue_ics.

30. International color consortium, "Image technology colour management -Architecture, profile format, and data structure", http:// www.color.org/ specification/ ICC1v43_**2010-12**.

31. J. Y. Hardeberg, "Acquisition and reproduction of colour images: colorimetric and multispectral approaches", Ph.D. thesis, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris,France,**1999**.