

# کنترل رنگ در منسوجات چندرنگ ساده

محمد رضا کنجکاو فرد<sup>۱</sup> | سید حسین امیرشاهی<sup>۲</sup>

## چکیده

کنترل کمی رنگ اجسام با فراگیر شدن وسایل اندازه‌گیری رنگ بسیار متداول شده است. اندازه‌گیری رنگ در نوارها و منسوجات دارای طرح که شامل رنگ‌های متفاوتی در قسمت‌های مختلف آن هستند و به طور مثال امروزه در گجت‌های پوشیدنی مانند ساعت‌های هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ همچنان دشوار است. در واقع تولیدکنندگان چنین نوارهایی در ارزیابی رنگ‌های به کار رفته در قسمت‌های مختلف محصولات خود از نقطه نظر یکنواختی و در مقایسه با نمونه مرجع با مشکل روبرو هستند. مسأله اصلی در اندازه‌گیری رنگ چنین محصولاتی به کوچک‌تر بودن اندازه طرح‌های رنگی از اندازه روزنه دستگاه رنگ‌سنج و یا طیف‌سنج برمی‌گردد. در این مقاله موضوع کنترل رنگ در این منسوجات با توجه به سطح اشغال شده توسط هر رنگ، تفاوت رنگ بخش‌های مختلف و همچنین شکل طرح، مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است نتایج حاصله از این تحقیق نشان می‌دهد که موضوع کنترل رنگ چنین منسوجاتی در صورت استفاده از رنگ‌سنج‌های معمولی هنوز با چالش‌های جدی روبروست.

## مقدمه

سامانه بینایی انسان برخلاف عملکرد عالی در ارزیابی همانندی دو نمونه رنگی، به سادگی قادر به کمی نمودن و یا صحت قرارگیری نمونه در محدوده رواداری نیست و از این رو نیاز به ابزارهای سنجش رنگ جهت برطرف کردن کمبودهای این سامانه ضروری به نظر می‌رسد.

ابزارهای سنجش رنگ به همراه سامانه‌های بیان رنگ یکنواخت که امکان استفاده از روابط اختلاف رنگ را به منظور کمی نمودن این پدیده فراهم می‌آورند از رشد کیفی بسیار خوبی برخوردار بوده‌اند به نحوی که مدیریت کنترل رنگ محصولات تولیدی به ویژه در خصوص اجسام فاقد نقش و طرح نسبت به گذشته بسیار آسان‌تر گردیده است. بررسی یکنواختی رنگ در چنین منسوجاتی و قرار گرفتن رنگ محصول در محدوده رواداری به خصوص در صنعت پوشاک از اهمیت زیادی برخوردار است.

در هر حال کنترل رنگ انواعی از محصولات صنعت نساجی، حتی با کنار گذاشتن منسوجات چاپ‌شده با طرح‌های پیچیده و با رنگ‌های متنوع، چندان ساده است. به طور مثال کنترل رنگ نوارهای بافته شده و یا چاپ شده با رنگ‌ها و طرح‌های محدود به دلیل استفاده از بیش از یک رنگ دشوار است. با توسعه روزافزون فناوری‌های هوشمند همراه انسان و رونق گجت‌های پوشیدنی، تولید چنین نوارهایی با افزایش چشمگیر روبرو شده است.

کنترل کمی رنگ منسوجات در حین تولید و یا در مقایسه با رنگ یک نمونه مرجع با فراگیر شدن استفاده از وسایل اندازه‌گیری رنگ مانند نورسنج‌های طیفی ( اسپکتروفتومترها ) و یا رنگ‌سنج‌ها ( کالریمترها ) بسیار متداول شده است. به طور کلی تولیدکنندگان کالاهای رنگی تلاش می‌نمایند تا محصولات خود را از نقطه نظر یکنواخت بودن رنگ آنها و همچنین در مقایسه با نمونه مرجع در سطح قابل پذیرش برای مشتریان تولیدکنند. از آنجایی که تأمین انتظارات مشتریان و تعیین درجه‌ای از اختلاف رنگ که توسط تولیدکننده و مشتری در ارزیابی محصول قابل به‌کارگیری باشد در شکل توصیفی آن کار چندان ساده نیست لذا مدیریت فرایند کنترل و پذیرش رنگ به ویژه در ارزیابی‌های بصری امری دشوار است. مشتریان روش‌های متفاوتی را جهت ارزیابی رنگ در هنگام خرید یک محصول تجاری به کار می‌گیرند که بدون تردید غالباً توسط چشم و بدون استفاده از دستگاه‌ها و به صورت مقایسه محصول با یک نمونه استاندارد صورت می‌پذیرد. در نهایت یک ارزیابی بصری کنترل شده می‌تواند همواره تا حد مشخصی وقوع و یا عدم وقوع یکنواختی در محصول و یا تحقق رنگ همانندی را تعیین کند در حالی که نقطه ضعف بزرگ ارزیابی‌های بصری زمانی نمایان می‌شود که به تعیین حدود رواداری نیاز باشد.



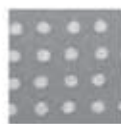
WGG



WYP



GWD



RWD



BWD



PB



WRB

← طرح نمونه

← کد نمونه

شکل ۱- طرح و کد نوارهای مورد استفاده در این پژوهش

### نتایج و بحث

نحوه تغییرات مقادیر اختلاف رنگی در مقابل افزایش تعداد نمونه‌های اندازه‌گیری شده برای هر نمونه در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این شکل نشان داده شده است، اختلاف رنگ بین نمونه‌ها در هنگامی که تعداد نمونه‌ها کم باشد بسیار بزرگ است و مقدار آن متناسب با تفاوت در رنگ‌های مورد استفاده در هر طرح متفاوت است. در کلیه نمونه‌ها با افزایش تعداد اندازه‌گیری مقدار اختلاف رنگ در ابتدا به سرعت کاهش یافته و بعد از تعداد مشخصی اندازه‌گیری از شیب کاهش کاسته شده است. نمونه‌های WRB و PB که در آن از نوارهای مشکی همراه با سایر رنگ‌ها استفاده شده است و به شکل طرح به کار رفته در آنان، نوارهایی با اندازه‌های بزرگ‌تر از اندازه درجه دستگاه اسپکتروفتومتر بوده است، به‌طور طبیعی بیشترین مقدار اختلاف رنگ اولیه را داشته‌اند، در حالی که در طرح‌های دو رنگی دایروی با اندازه کوچک به ویژه هنگامی که تفاوت بین دو رنگ به کار رفته کوچک است (مانند نمونه GWD) کمترین مقدار اختلاف رنگ اولیه مشاهده می‌شود. همان‌گونه که انتظار می‌رفت با افزایش تعداد اندازه‌گیری‌ها، مقدار اختلاف رنگ کاهش یافته است.

کمترین مقدار اختلاف رنگ در نمونه GWD دیده می‌شود که این نمونه با دارا بودن نقش دایره‌ای علاوه بر برخورداری از کمترین مقدار اختلاف رنگ بین رنگ‌های مورد استفاده در آن در مقایسه با سایر نمونه‌ها، همان‌گونه که اشاره شد اصولاً از بیشینه اختلاف رنگ اولیه پایینی نیز برخوردار است. در این میان نمونه PB با برخورداری از اختلاف رنگ بزرگ میان رنگ‌های به کار رفته در آن و داشتن اختلاف رنگ حدود ۱۳ در هنگام استفاده از تعداد اندازه‌گیری‌های کم، با افزایش تعداد اندازه‌گیری‌ها به اختلاف حدود ۱ نزدیک شده است.

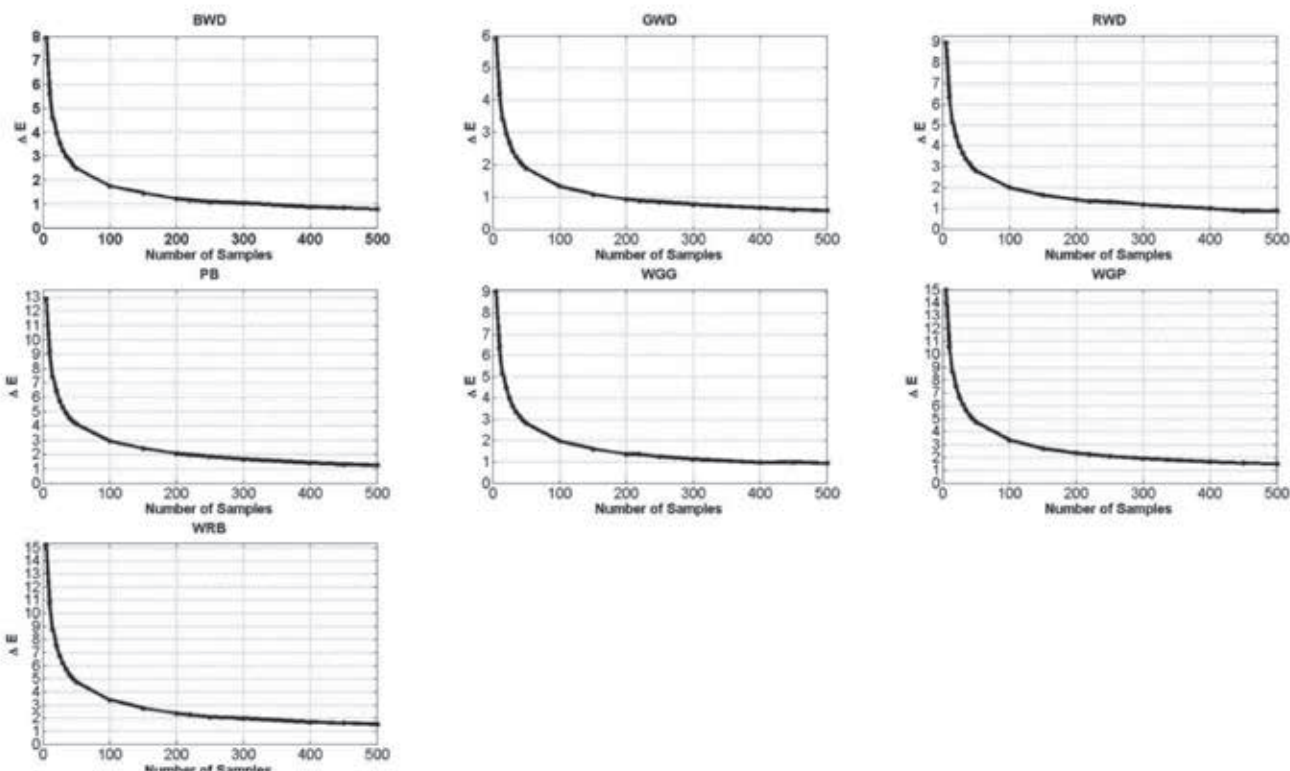
به‌نظر می‌رسد کسب این نتیجه به اندازه بزرگ‌تر طرح‌های به کار رفته در این نمونه برگردد که موجب می‌شود در هر بار اندازه‌گیری احتمال قرار گرفتن یک رنگ به‌طور کامل در مقابل درجه دستگاه اندازه‌گیری بیشتر از سایر نمونه‌ها باشد. در هر حال مقایسه نمونه مذکور با نمونه WRB نشان‌دهنده این نکته است که تعداد رنگ‌های به کار رفته در یک طرح می‌تواند بر اختلاف رنگ حاصله موثر باشد به نحوی که اختلاف رنگ بین دو قسمت نمونه اخیر حتی با افزایش تعداد اندازه‌گیری‌ها به ۵۰۰ برابر اندازه‌گیری از تمامی نمونه‌ها بزرگ‌تر است. به‌منظور بررسی اثر مقدار سطح نسبی اشتغال شده توسط هر رنگ در نمونه‌های مختلف بر نتایج حاصله، مساحت نسبی اشتغال شده توسط هر رنگ در نمونه‌های مختلف با استفاده از روش‌های پردازش تصویر محاسبه و نتایج آن در جدول شماره ۱ نشان داده شده‌اند.

استفاده از نوارهای چند رنگ به منظور استفاده در این نوع گجت‌ها با توجه به استانداردهای بالایی که در این نوع محصولات وجود دارد، موضوع کنترل و دوباره تولید رنگ در چنین محصولاتی را مطرح نموده است. در واقع اندازه‌گیری رنگ بخش‌های مختلف چنین نوارهایی به دلیل امکان کوچک‌تر بودن اندازه آنها از اندازه قطر روزنه دستگاه رنگ‌سنج و یا طیف‌سنج به سادگی میسر نیست. در این مقاله موضوع کنترل رنگ در این نوع از منسوجات با توجه به اسطح اشتغال شده توسط هر رنگ، تفاوت رنگ بخش‌های مختلف و همچنین شکل طرح، مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

### روش‌ها و مواد

۷ نمونه متفاوت شامل نوارهایی دارای دو و یا سه رنگ مختلف که طرح آنان به دو شکل بسیار ساده نقاط دایره‌ای و یا نوارهای موازی محدود شده بودند؛ همان‌گونه که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است، مورد استفاده قرار گرفتند. ابتدا هر یک از نمونه‌ها به دو قسمت مساوی تقسیم شد؛ به نحوی که نیمی از آنها به‌عنوان نمونه هدف و نیم دیگر به‌عنوان نمونه همانند شده مورد استفاده قرار گرفت. برای سنجش انعکاس طیفی نمونه‌ها از دستگاه اسپکتروفتومتر آی وان ساخت شرکت اکس‌رایت استفاده شد. در این دستگاه قطر درجه اندازه‌گیری برابر ۴/۵ میلی‌متر است که از اندازه نقوش رنگی نمونه‌ها بزرگ‌تر بود، لذا هر بار اندازه‌گیری تصادفی، احتمال این که سطحی شامل رنگ‌های مختلف در مقابل درجه دستگاه قرار گیرد، بسیار زیاد بود. از روش اندازه‌گیری کاملاً تصادفی به‌منظور تعیین مقادیر انعکاس طیفی نوارها استفاده شد.

به بیان دیگر هر بار بخشی از نمونه که به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شده بود، در مقابل درجه دستگاه اسپکتروفتومتر قرار می‌گرفت و این عمل برای هر دو بخش نمونه از ۱ تا ۵۰۰ بار تکرار شد و در هر بار اندازه‌گیری، مقادیر محرکه‌های سه‌گانه رنگی در فضای  $CIE L^*a^*b^*$  و در زیر منبع نوری 65 D و مشاهده‌کننده استاندارد ۱۹۶۴ محاسبه گردید. به دلیل یکسان بودن دو بخش هر نمونه، انتظار می‌رود که هر چه تعداد دفعات اندازه‌گیری افزایش یابد، میانگین مقادیر محرکه‌های رنگی (و یا انعکاس طیفی) نمونه‌های هدفی و همانند شده بیشتر به یکدیگر و رنگ واقعی هر نمونه نزدیک‌تر شود. به این منظور میانگین مقادیر مختصات رنگی نمونه هدفی و همانند شده با استفاده از تقسیم داده‌های رنگی اندازه‌گیری شده به گوره‌های ۵ عضوی و افزایش این تعداد با گام‌های ۵، ۲۰ و ۵۰ تایی محاسبه و اختلاف رنگ میان هر دو دسته با استفاده از رابطه اختلاف رنگ  $\Delta E_{a^*b^*}$  محاسبه شد.



شکل ۲- روند تغییر اختلاف رنگ با افزایش تعداد اندازه‌گیری‌ها برای ۷ نمونه مورد بررسی

جدول ۱- کسر اشغال توسط هر رنگ در نمونه‌های مختلف

		نمونه					
WGG	WGP	GWD	RWD	BWD	PB	WRB	
سفید: ۰/۵	سفید: ۰/۵	سفید: ۰/۲	سفید: ۰/۲	سفید: ۰/۲	مشکی: ۰/۳	سفید: ۰/۴	کسر اشغال
سبز تیره: ۰/۲	سبز: ۰/۲	سبز: ۰/۸	قرمز: ۰/۸	آبی: ۰/۸	صورتی: ۰/۷	قرمز: ۰/۲	شده توسط
سبز روشن: ۰/۳	صورتی: ۰/۳					آبی: ۰/۴	هر رنگ

### نتیجه‌گیری کلی

در این مقاله کنترل رنگ منسوجات دارای طرح‌های رنگی ساده مورد توجه قرار گرفت. براساس نتایج حاصله مشاهده شد که علی‌رغم افزایش تعداد اندازه‌گیری‌ها تا ۵۰۰ بار از هر یک از نمونه‌های هدفی و همانند شده مقدار میانگین اختلاف رنگ در این نمونه‌ها همچنان بالاست. اگرچه نتایج این مطالعه نشان دادند که مقدار اختلاف رنگ حاصله میان نمونه‌های استاندارد و همانند شده تابع عواملی مانند اختلاف رنگ بخش‌های مختلف هر طرح، تعداد رنگ‌های به کار رفته در آن، شکل هندسی و سطح اشغال شده توسط هر رنگ است ولی انجام مطالعات بیشتر در خصوص نحوه ارزیابی رنگ این نوع از منسوجات ضروری است.

### پی‌نوشت:

۱ و ۲- دانشگاه صنعتی امیرکبیر

با مطالعه نتایج نشان داده شده در شکل شماره ۲ با توجه به جدول شماره ۱ می‌توان نتیجه گرفت که:

الف: اختلاف رنگ اولیه در میان رنگ‌های به کار رفته در هر طرح عامل موثری در مقدار میانگین اختلاف رنگ نمونه‌ها در تعداد زیادی اندازه‌گیری است. به‌طور مثال نمونه GWD کمترین مقدار میانگین اختلاف رنگ را در میان نمونه‌های مشابه یعنی BWD و RWD دارد.

ب: در دو نمونه دارای طرح همراه یعنی PB و WRB هر چه تعداد رنگ‌های به کار رفته در نمونه افزایش یابد، میانگین اختلاف رنگ میان نمونه استاندارد و همانند شده بزرگ‌تر خواهد بود.

ج: در نمونه‌هایی با ترکیب رنگی نسبتاً مشابه مانند نمونه‌های GWD و WGG هر چه سطح اشغال شده توسط یک رنگ بیشتر باشد، میانگین اختلاف رنگ اندازه‌گیری شده میان نمونه‌های استاندارد و همانند شده کمتر است.