إنه من سليمان وإنه
بسم الله الرحمن الرحيم

۱۳۸۱ /۴/ ۴۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
نمایندگی مرکز

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده نساجی

رنگ همانندی منسوجات خوابدار

۴۰۸۳۱

پایان نامه کارشناسی ارشد

آرش عطائیان

استاد راهنما

دکتر سید حسین امیرشاهی

۱۳۸۰

۴۰۸۳۱

۱۳۸۱/۴/۲۰

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده نساجی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی نساجی وعلوم الیاف آرش عطائیان

تحت عنوان

رنگ همانندی منسوجات خوابدار

در تاریخ۸۰/۱۲/۱ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر سید حسین امیر شاهی

۲- استاد مشاور پایان نامه

۳- استاد داور دکتر محمد امانی

٤- استاد داور دکتر سید مجید مرتضوی

٥- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر علی اکبر قره آغاجی

با سپاس از:

ایـــزد یکتـــا، پـــدر و مـــادر مـــهربانم

وهمهٔ اساتید و عزیزانی که مرا تا رسیدن به این مرحله یاری رسانده‌اند.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات ،
ابتکارات و نو آوریهای ناشی از تحقیق
موضوع این پایان نامه (رساله) متعلق به
دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به آنان که دوستشان دارم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	شش
چکیده	۱
فصل اول : (مقدمه و اصول نظری)	
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- اهداف رساله	۲
۱-۳-روشهای اندازه گیری رنگ منسوجات	۲
۱-۳-۱- مقدمه	۲
۱-۳-۲- خصوصیات اسپکتروفتومترهای مدرن	۲
۱-۳-۳- روشهای اندازه گیری	۳
۱-۳-۳-الف- مقدمه	۳
۱-۳-۳-ب- ضخامت نمونه	۳
۱-۳-۳-ج- نحوهٔ معرفی نمونه به دستگاه	۳
۱-۳-۳-د- افزایش قابلیت تکرارپذیری در اندازه گیری	۵
۱-۳-٤- نحوهٔ معرفی نمونه های مختلف به دستگاه	۵
۱-۳-٤-الف- پارچهٔ معمولی(کلاسیک)	۵
۱-۳-٤-ب- تودهٔ الیاف	٦
۱-۳-٤-ج- کنارهٔ نخ	٦
۱-٤- رنگ همانندی	۷
۱-٤-۱- حدرواداری	۷
۱-٤-۲- رفتار نور در محیط های مختلف	۹
۱-٤-۳- بررسی ضرائب جذب و انتشار درتئوری تک پابتی و دوثابتی	۱۰
۱-٤-٤- محاسبهٔ نسبت ضریب جذب به ضریب انتشار $\left(\frac{k}{s}\right)$ درتئوری های دو ثابتی و تک ثابتی	۱۰
۱-٤-٤-الف – نسبت $\left(\frac{k}{s}\right)$ در تئوری دو ثابتی	۱۰
۱-٤-٤-ب- نسبت $\left(\frac{k}{s}\right)$ درتئوری تک ثابتی	۱۱
۱-٤-۵- محاسبهٔ نسبت ضریب جذب به انتشار واحد	۱۱
۱-٤-٦- روشهای رنگ همانندی	۱۳
۱-٤-۷- رنگ همانندی منسوجات درساختارهای مختلف	۱۵
۱-٤-۷-الف- رابطهٔ بین رنگ کناره و سطح مقطع نخ ها	۱۵

عنوان | صفحه

۱-٤-۸- محدوده های رنگی قابل حصول در رنگرزی ۱٦
۱-٥- لزوم آشنائی با اصول آماردراندازه گیری و کنترل رنگ ۱۸
۱-٥-۱- اصول آماری مورد استفاده دراین رساله ۱۸
۱-٥-۲- توزیع *(t)* ۱۹
۱-٥-۳- قضیه حد مرکزی ۲۱
۱-٥-٤- برآورد اختلاف میانگین دو جمعیت ۲۲
۱-٥-٥- آزمون های فرض ۲۳
۱-٥-٦- آزمون فرض جهت بررسی میانگین یک جمعیت ۲۳
۱-٥-۷- مقایسهٔ میانگین های دو جمعیت ۲٥
۱-٥-۸- رگرسیون خطی ۲٦
۱-٥-۹- اهداف تجزیه و تحلیل رگرسیونی ۲۷
۱-٥-۱۰- فرضیات اولیه قبل از برازش خط بر روی داده ها ۲۷
۱-٥-۱۱- برآوردهای پارامترهای B_0 و B_1 ..... ۲۸
۱-٥-۱۲- عملیات بعداز برازش ۲۹
۱-٥-۱۲-الف- آزمون های فرض بر روی پارامترهای پیش بینی شده ۲۹
۱-٥-۱۳- ضریب تعیین ۳۱
۱-٥-۱٤- دیاگرام باقیمانده ها دربرابر مقادیر پیش بینی شده ۳۲

فصل دوم : تجربیات

۲-۱- وسایل و مواد مورد استفاده ۳۳
۲-۱-۱- مواد مورد استفاده ۳۳
۲-۱-۲- وسایل مورد استفاده ۳۳
۲-۲- نرم افزارهای مورد استفاده ۳٤
۲-۲-۱- برنامه نویسی در *SAS* ۳٤
۲-۳- روشهای مورد استفاده ۳٦
۲-۳-۱- اندازه گیری فاکتور انعکاسی و رنگ سطح مقطع نخها
با استفاده از اسپکتروفتومتر واسکنر ۳٦
۲-۳-۲- تاثیر رنگ زمینه ٤۱
۲-۳-۳- تعیین حداقل تعداد دفعات چرخش نمونه و اندازه گیری ٤۱
۲-٤- بررسی انعکاس آینه ای درسطح مقطع نخ ٤٦

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تحویل مدارک

عنوان | صفحه

۲-۵- عملیات رنگ همانندی ٤٧
۲-۵-۱- شستشوی پیش از رنگرزی ٤٧
۲-۵-۲- تهیه نمونه های استاندارد ٤٧
۲-۵-۳- اندازه گیری فاکتور انعکاسی و رنگ ٤٩
۲-۵-٤- محاسبهٔ $\left(\frac{k}{s}\right)$ واحد ٤٩
۲-۵-٤-الف- روش کلاسیک ٤٩
۲-۵-٤-ب- روش والوویت ٤٩
۲-۵-۵- معرفی نمونه های استاندارد هدفی و همانند شده ۵۰
۲-۵-٦- الگوریتم عمومی برنامه های رنگ همانندی نوشته شده
و نحوهٔ انجام عملیات رنگرزی و رنگ همانندی ۵۰
۲-۵-۷- رنگ همانندی سطح مقطع با استفاده از رابطهٔ بین رنگ سطح مقطع و کنارهٔ نخ ها ۵۱
۲-۵-۸-اندازه‌گیری فاکتور انعکاسی و رنگ سطح مقطع نخهای قالی در تراکمهای مختلف ۵۲

فصل سوم: نتایج

۳-۱-نتایج اندازه‌گیری فاکتور انعکاسی ورنگ نمونه‌های مختلف ۵۳
۳-۲-نتایج محاسبهٔ $\left(\frac{k}{s}\right)$ واحد با استفاده از روش کلاسیک و والوویت ۵۷
۳-۲-۱-بررسی مقادیر $\left(\frac{k}{s}\right)$ واحد محاسبه شده برای سه‌رنگزا با استفاده از روش کلاسیک و والوویت ۵۹
۳-۳-اثر محاسبهٔ $\left(\frac{k}{s}\right)$ های واحد بدست‌آمده از روشهای مختلف بر نتایج رنگ‌همانندی ٦١
۳-٤-نتایج رنگ‌همانندی ٦٤
۳-۵-نتایج رنگ‌همانندی سطح مقطع با استفاده از رابطهٔ بین مقدار
انعکاس در سطح مقطع و کنارهٔ نخها ٦٨
۳-٦-بررسی موقعیت استانداردهای هدفی و اولیه‌ها در دیاگرامهای رنگی ٦٩
۳-۷-نتایج اثر تراکم در میزان روشنایی سطح مقطع نخها ۷۳

فصل چهارم : نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادات

٤-۱-مقدمه ۷۹
٤-۲-نتایج نهایی ۸۰
٤-۳-پیشنهادات ۸۲

چکیده:

در این پروژه با یافتن روش مناسب برای اندازه گیری انعکاس و رنگ نمونه های خوابدار،تاثیر عوامل مختلف مانند تراکم بر نتایج حاصله و انجام رنگ همانندی برای این نوع منسوجات مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

اندازه‌گیری انعکاس و رنگ این قبیل منسوجات با استفاده از یک ظرف نگه دارندهٔ مناسب به منظور شبیه‌سازی تقریبی آنان و تجزیه و تحلیل آماری نتایج به منظور کسب اطمینان از دقت نتایج صورت پذیرفت.آنگاه از یک سری نمونه استاندارد که فامهای متداول در صنعت قالی ماشینی بودند به عنوان نمونهٔ هدفی استفاده شد و مشخصات آنان با توجه به روشهای یافته شده در مرحلهٔ اول تعیین گردید.از سه رنگزای بازیک سازگار به عنوان اولیه جهت همانندی نمونه های استاندارد استفاده شد و اطلاعات اولیهٔ آنان جهت انجام عمل رنگ‌همانندی با استفاده از دو روش مرسوم در تعیین مقدار ($\frac{k}{s}$) و یک روش اصلاح شده بدست آمد و از این اطلاعات در انجام رنگ همانندی اسپکتروفتومتری و کالریمتری استفاده گردید.بعلاوه از یک روش ابداعی جهت تبدیل فاکتور انعکاسی این گونه نمونه ها در امتداد طولی به مقطع عرضی استفاده شد و با استفاده از این تکنیک رنگ‌همانندی سطح مقطع با استفاده از اطلاعات انعکاسی-رنگی امتداد طولی آنان انجام شد.نتایج حاصله نشان‌دهندهٔ مناسب بودن این روش در رنگ همانندی این‌گونه منسوجات بود.

به منظور پیش گویی امکان همانندی نمونه‌های استاندارد،با توجه به موقعیت رنگی اولیه‌ها، محدودهٔ قابل حصول توسط اولیه‌ها پیش‌گویی گردید، تا احتمال عدم موفقیت در حصول همانندی قبل از انجام آن پیش بینی گردد.

در دنبالهٔ تحقیقات انجام شده اثر تراکم نخهای خواب بر مقدار انعکاس و محرکهٔ روشنایی نمونه‌ها بررسی گردید و مشاهده شد که به‌طور کلی مقدار انعکاس کلیهٔ نمونه‌ها در امتداد طولی از مقطع عرضی بیشتر بوده و با افزایش تراکم در نخهای خواب مقدار روشنایی زیاد می‌گردد.

فصل اول
مقدمه‌واصول نظری

۱-۱-مقدمه

اگـرچه‌انجام‌عمل‌رنگ‌همانندی‌درمنسوجات‌به‌عنوان‌یک‌اصل‌بسـیارمهم‌جهت‌تضمین‌موفقیت‌تجاری‌آنان همواره‌مرحلهٔ‌بسیارمهمی‌را درفرآیندتولیدمنسوجات تشکیل‌داده است ولی با پیشرفت علوم، ارائه‌نظریه‌هایی‌در زمینه‌رنگ و نور، بکارگیری دستگاههای جدید اندازه گیری رنگ، توسعهٔ استفاده از کامپیوترهای شخصی و ارائهٔ نرم افزارهایی در این زمینه موجب کاهش استفاده از روشهای سنتی و افزایش سهولت، دقت،سـرعت و اقتصادی کردن رنگ همانندی به کمک دستگاه شده است.استفاده از تسهیلات ذکر شـده، مشکلات عمـل رنگ همانندی مطرح در روشهای تجربی را نیز کم کرده است که از جملهٔ این مشکلات می توان به متفاوت بودن نوع وساختارکالا،رنگزاهای بکاررفته درآنها ونحوهٔ متفاوت رنگرزی آنها اشاره کرد[۱].

یکی از عوامل مهمی که بر ظاهر منسوج اثر می گذارد، ساختار آن است و ساختارهای متفاوت در یـک منسوج موجب تغییر در شالودهٔ آن (تکسچر) می گردد که این امر باعث تغییر رنگ منسوج می شود. در ایـن خصوص می توان به تفاوت ویـژگیـهای رنگـی یـک منسـوج معمولـی (مسـطح) و یـک منسـوج سـه بعـدی (خوابدار) که از یک نوع نخ (از نظر جنس، نمره و رنگ) تهیه شده اند اشاره کرد. در یک منسوج خوابـدار رنگ ظاهری آن تابعی از رنگ سطح مقطع نخ ها یا الیاف تشکیل دهندهٔ آن می باشد. علاوه بر رنـگ سـطح مقطع نخ ها، رنگ یک منسوج خوابدار می تواند تحت تأثیر رنگ کنارهٔ نـخ، تراکـم خوابـها، زمینـه ای کـه خوابها بر روی آن قرار گرفته اند، زاویه خوابها نسبت به محور عمودی و عوامل دیگر قرار گیرد[۲].

۱ -۲ - اهداف رساله

از آنجا که رنگ سطح مقطع نخ در رنگ یک منسوج خوابدار حائز اهمیت است، لـذا یافتن‌روشـی مناسب جهت اندازه گیری رنگ سطح مقطع نخ از اهداف این رساله می باشد. اهمیت این موضـوع در مـورد منسوجات خوابداری همچـون فـرش کـه تراکم‌بالای‌نخ‌هـای خـواب‌در آنـهااثرپارامترهایی‌مـانندرنگ زمینـهٔ خواب را کم می کند، بیشتر است. بدیهی است‌تنها در صورت یافتن روش صحیحی برای اندازه گیری چنین منسوجاتی می توان فرآیند رنگ همانندی آنها را دنبال نمودکه‌این نکته‌نیزاز اهداف این رساله است. از آنجـا که نوع الیاف، ساختار نخ، نمرهٔ نخ و تراکم آن بر رنگ سطح مقطع نخ تأثیر گذار است و همانند بودن رنگ دو نخ، در امتداد طولی آنان با ظرافت و جنس های مختلف، دلیلی بر همانند بـودن رنـگ سـطح مقطـع آنـان نیست، لذا مشکل عدم همانندی سطح مقطع نخ ها با وجود همانند بودن رنگ کنارهٔ آنها پیش می آید. شایان ذکراست که‌براساس‌بررسیهای‌صورت‌گرفته‌تا به حال روش تدوین شده ای جهت اندازه گیری رنـگ سـطح مقطع نخ ها ارائه نشده است و در مقالاتی‌نیزکه در خصوص‌رنگ‌همانندی‌منسوجات منتشر شده است ، نمونهٔ هدفی و نمونهٔ همانند شده منسوجات خوابدار نبوده اند.ازاین‌رو اهداف این رساله تدوین یک روش مشخص جهت اندازه گیری و ارائه یک الگوریتم، جهت‌رنگ همانندی چنین منسوجاتی می باشد.

۱-۳- روشهای اندازه گیری رنگ منسوجات

۱-۳-۱- مقدمه

اندازه گیری دقیق و تکرارپذیر، جهت بدست آوردن مختصات انعکاسی و رنگ واقعی منسوجات باعث بـالا رفتن دقت، در نتایج حاصل از بکارگیری روش های دستگاهی در رنگ همانندی می گـردد. متقـابلا بدیـهی است که بکارگیری یک تکنیک ضعیف در اندازه گیری فاکتور انعکاسی و رنگ آن موجـب کسـب نتـایج دور از واقعیت خواهد شد. در حال حاضر استفاده از اسپکتروفتومترها جهت انـدازه گـیری انعکـاس و رنـگ منسوجات بسیار متداول گردیده است. از این رو مناسب به نظرمی‌رسدتاویژگیهای‌یک اسپکتروفتومتر مـدرن مورد ملاحظه قرارگیرد.

۱-۳-۲- خصوصیات اسپکتروفتومترهای مدرن

اسپکتروفتومترهای جدید بر خلاف انواع قدیمی ، قـابلیت اتصـال بـه کـامپیوتر را داشـته و نتـایج خـود را بـه صورت دیجیتالی و بـا کمـک نـرم افزاهـای خـاص خـود بـر روی صفحـهٔ مـانیتور ارائـه مـی دهنـد. سـاختار اسپکتروفتومترها به تدریج بهبود یافته و قابلیتهای آنها افزایـش یافتـه اسـت. در شـکل (۱-۱) سـاختار درونـی اسپکتروفتومتر *SpectraFlash 600* که در نوع خود نسبتا جدید و در این کار تحقیقاتی مورد اسـتفاده قـرار گرفته است نشان داده شده است. در شکل مزبور مسیر عبور نور از منبع نوری تـا دریـافت کننـده و همچنیـن محل قرار گرفتن جسم مشخص شده است.

در اسپکتروفتومترهای جدید سعی شده است تا با طراحی ویژه ای،از کره های نور جمع کن بزرگتر اسـتفاده گردد که مزیت آن کمتر شدن اثر صافی - ناصافی سطحی بر رنگ واقعی‌جسم می باشـد. افزایـش محـدودهٔ

طیفی که درآن اندازه گیری انعکاس جسم میسر است (۳۶۰ nm – ۷۰۰nm) ، افزایش تعداد نقاطی که درآنها نتایج انعکاس نشان داده می شود، (بالا رفتن دقت دستگاه تا فواصل ۵ نانومتری) ، کمتر شدن فاصلهٔ زمانی بین دو اندازه گیری متوالی، قابلیت حذف انعکاس موازی، تغییر شرایط اندازه گیری به صورت اتوماتیک و با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری، کوچکتر بودن قطر مساحتی از جسم که رنگ آن اندازه گیری می شود از قطر دیافراگم های قابل استفاده دردستگاه جهت اندازه گیری دقیقتر برای اجسام نیمه شفاف از دیگر مزایای اسپکتروفتومترهای جدید است [۵-۳] .

۱-۳-۳- روشهای اندازه گیری

۱-۳-۳-الف- مقدمه

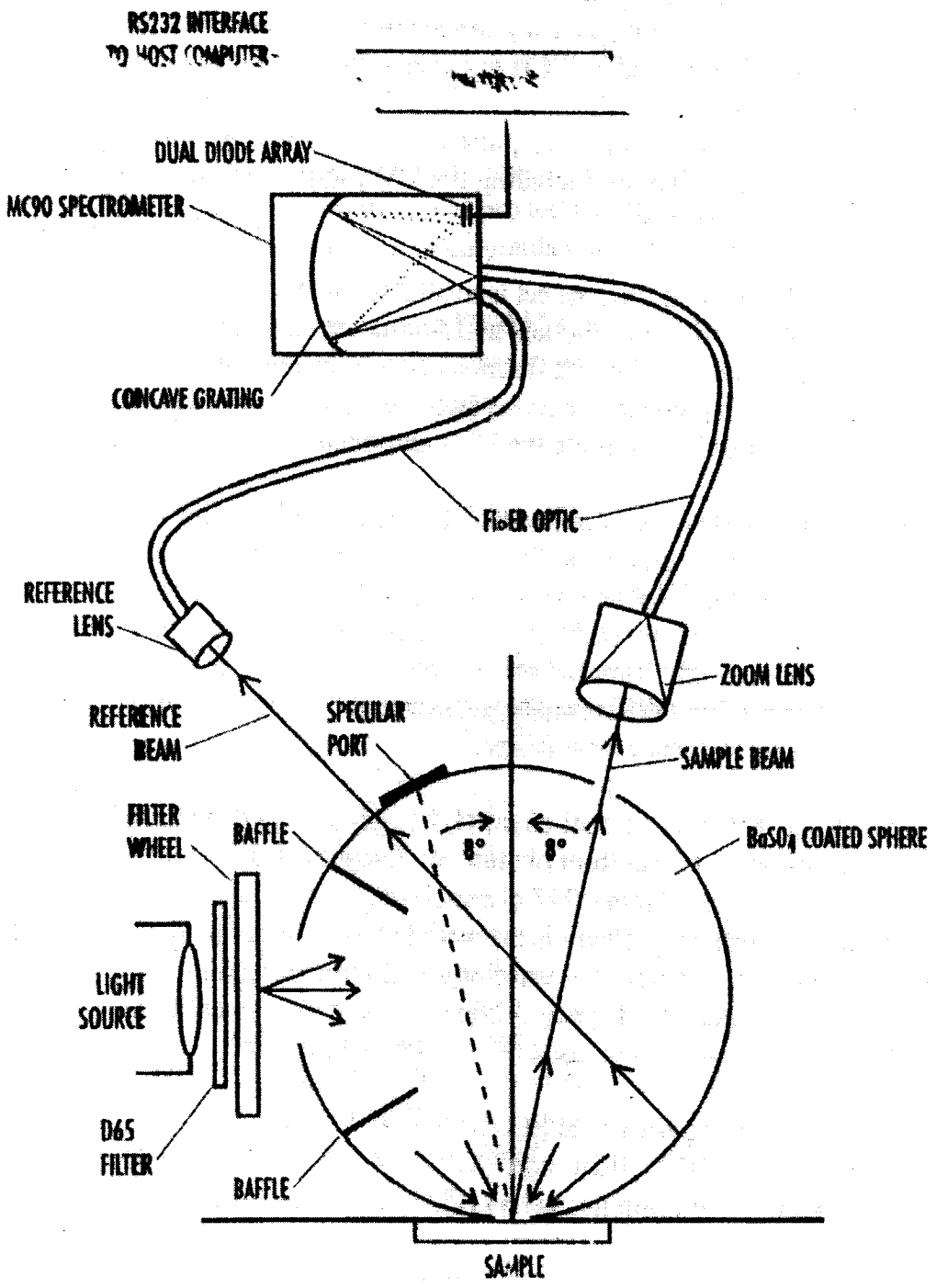
بکار گیری روش صحیح در اندازه گیری ، تکرار پذیری نتایج را افزایش می دهد . جهت رسیدن به نتایج تکرار پذیر، بهتر است نمونه ها قبل از اندازه گیری تحت شرایط خاص از نظر رطوبت و دما قرار گیرند، زیرا تغییر در مقادیر دما و رطوبت باعث به وجود آمدن تغییرات در داده های ناشی از اندازه گیری می گردد. در ضمن بهتر است که رنگ یک جسم از نقاط مختلف آن و در زوایای مختلف اندازه گیری شود و در صورت امکان از دیافراگم های بزرگتر استفاده شود[٤].

۱-۳-۳-ب- ضخامت نمونه

به طور معمول برای اندازه گیری رنگ پارچه های بافته شده معمولی ویا حلقوی، تا زدن آنها به صورت دو تا چهار لایه از پارچه به منظور پشت پوش نمودن آنان کافی است تا انعکاس سطحی که پارچه روی آن قرار دارد در اندازه گیری بی تأثیر گردد.اجسام نیمه شفاف به تعداد لایه های بیشتر جهت پشت پوش شدن احتیاج دارند. همچنین اگر منسوج حالت نخ یا لیف را داشته باشد به منظور پشت پوش شدن کالا لازم به استفاده از روشهایی است که درادامه به آنان اشاره می گردد [٤ و ٦].

۱-۳-۳-ج- نحوهٔ معرفی نمونه به دستگاه

چرخش نمونه و قرار دادن نقاط مختلف آن در معرض اندازه گیری،نتایج دقیقتر و قابل اطمینان تری را حاصل می سازد . به عنوان مثال یک روش رایج جهت اندازه گیری رنگ‌منسوج، قراردادن آن در محل مربوطه‌در دستگاه و چرخش های منظم و اندازه گیری آن در چند جهت است . ذکر این نکته الزامی است که در صورتیکه بررسی نایکنواختی‌های‌رنگی هدف اندازه‌گیری باشد این امر با چرخش تنها میسر نشده لازم است که هنگام اندازه گیری علاوه بر چرخش نمونه ، نقاط مختلف آن با تغییر محلی‌که در مقابل دستگاه قرار می گیرد ، اندازه گیری شود. در صورت وجود گرد و غبار ، روغن ، اثر دست و مواد دیگری بر روی نقاط مختلف منسوج، آن نقاط نباید در معرض روزنه دیافراگم قرار گیرند[٤].



شکل (۱-۱) :ساختار درونی اسپکتروفتومتر (Spectra Flash 600) [۳].

۱-۳-۳-د- افزایش قابلیت تکرار پذیری در اندازه گیری

ادعا شده است در صورتیکه روش اندازه گیری مناسب باشد در یک نمونه یکنواخت، تفاوت در نتایج اندازه گیری رنگ از نقاط، جهات و دفعات مختلف کمتراز ۰/۱۵ در فرمول اختلاف رنگ CMC می باشد [٤].مقادیر بالاتراز مقدارمزبور، میزان اطمینان به نتایج را کاهش می دهد. تجربیات مختلف نشان دهندهٔ این است که میانگین ۸ بار اندازه گیری قابلیت اطمینان بالایی را برای هر نوع منسوج با هر نوع ساختاررا حاصل می سازد.بدیهی است که به طور معمول همواره ضرورتی به انجام این تعداد اندازه گیری نمی باشد.درصورتی که میانگین تعداد اندازه گیری های کمتر از ۸ مرتبه (از دو مرتبه تا هفت مرتبه) بامیانگین ۸ باراندازه گیری اختلاف رنگی کمتر از ۰/۱۵ درسیستم CMC داشتند همین تعداد اندازه گیری جهت کسب اطمینان کافی است [٤].

به عنوان مثال اگر اختلاف رنگ میانگین چهار بار اندازه گیری با میانگین هشت بار اندازه گیری ۰/۰۸ در سیستم CMC باشد و این تفاوت برای ۳ بار اندازه گیری ۰/۲۱ باشد حتما باید چهار بار عمل اندازه گیری را انجام داد. گرچه به نظر می رسد با بالا رفتن تعداد دفعات اندازه گیری، عمل اندازه گیری طولانی و وقت گیر باشد ولی در حال حاضردر اسپکتروفتومترهای مدرن مدت زمان بین دو اندازه گیری متوالی به چند ثانیه تقلیل یافته است. دقت اندازه گیری در کنترل کیفیت رنگ حائز اهمیت است. به عنوان مثال در صورتیکه اختلاف رنگ یک نمونه با استاندارد ۰/۸ در سیستم CMC باشد و تغییرات اندازه گیری ۰/۳ در سیستم فوق باشد، محدودهٔ اختلاف رنگ صحیح بین نمونه و استاندارد بین ۰/۵ تا ۱/۱ خواهد بودو این امر بدین معناست که اختلاف بین نمونه و استاندارد با توجه به حدرواداری می تواند کمتر یا بیشتر از حد تعیین شده باشد.

۱-۳-٤- نحوهٔ معرفی نمونه های مختلف به دستگاه

در صنعت نساجی نمونه هایی که باید رنگ آنها را اندازه گرفت ممکن است به شکل پارچه، نخ و یا الیاف باشند که هر یک نیاز به روش ویژه ای جهت اندازه گیری دارند که ذیلا به آنها اشاره می گردد[٦].

۱-۳-٤-الف- پارچهٔ معمولی (کلاسیک)

دربین منسوجات مختلف پارچه های مسطح و یاحلقوی نتایج تکرارپذیرتری رادراندازه گیری ازخودنشان می دهند که دلیل این امر یکنواختی ساختار آنهاست. تکنیک اندازه گیری این نوع پارچه ها، چهاربار اندازه گیری از پارچهٔ چهار لایه است، گرچه در بعضی از موارد تنها حضور دو لایه پارچه با تعداد اندازه گیری های کمتر نیز قابل قبول می باشد. پارچه های حجیم و سه بعدی هنگام اندازه گیری باید در پشت شیشه قرار بگیرند. در صورت عدم استفاده از شیشه، منسوج واردکرهٔ نور جمع کن اسپکتروفتومتر می گردد. در هنگام استفاده از شیشه باید اسپکتروفتومتر را در حالت حذف انعکاس آینه ای[1] قرار داد. در صورتیکه لازم باشد از نتایج اندازه گیری جهت فرمولاسیون شید استفاده شود، استفاده از شیشه باید همراه با تصحیح اثر شیشه باشد ولی

[1] specular excluded