



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۰۳۱

چاپ اول

۱۳۹۵



دارای محتوای رنگی

INSO
20031
1st.Edition
2016

حفاظت از اموال فرهنگی -
اندازه‌گیری رنگ سطوح -
روش‌های آزمون

Conservation of cultural property-
Colour measurement of surfaces-
Test methods

ICS: 97.195

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزهای مختلف در کمیسیونهای فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و موسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمانهای دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیونهای فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که موسسات و سازمانهای علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول تضمین کیفیت فرآورده ها و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای فرآورده های تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای فرآورده های کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمانها و موسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تایید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«حفاظت از اموال فرهنگی - اندازه‌گیری رنگ سطوح - روش‌های آزمون»

رییس:

اداره کل موزه‌ها و اموال منقول تاریخی
کشور

زندى، عصمت
(کارشناسی ارشد باستان‌شناسی)

دبیر:

اداره استاندارد شهرستان سیرجان

یزدی میرمخلصونی، سید محمد
(کارشناسی فیزیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

دانشگاه شهید باهنر کرمان

ابراهیم زاده، رضا
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی -
فرهنگی

ابراهیمی، افشین
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی -
فرهنگی

امین شیرازی، شهرزاد
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

آزمایشگاه اداره کل میراث فرهنگی، صنایع
دستی و گردشگری استان کرمان

جعفرزاده، صدیقه
(کارشناسی مرمت آثار تاریخی)

اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و
گردشگری استان کرمان

جوادی، مه‌ری
(کارشناسی ارشد باستان‌شناسی)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی -
فرهنگی

رحمانی، غلامرضا
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

اداره کل استاندارد استان کرمان

زکریایی کرمانی، احسان
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و
گردشگری استان کرمان

سلطان زاده، زهرا
(کارشناسی شیمی کاربردی)

اداره کل استاندارد استان کرمان

سهرج زاده، مریم
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

بازنشسته سازمان میراث فرهنگی، صنایع
دستی و گردشگری

عامری، سعید
(کارشناسی مرمت آثار تاریخی)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-
فرهنگی

فدایی، حمید
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

اداره کل استاندارد استان کرمان

کاویانی، فرید
(کارشناسی شیمی)

دانشگاه لرستان

کولیوند، فرشاد
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)

اداره کل استاندارد استان کرمان

کیانفر، مریم
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-
فرهنگی

هادیان، منیژه
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ اصول
۴	۵ وسایل
۵	۶ اندازه‌گیری رنگ آزمونه‌ها
۶	۷ اندازه‌گیری رنگ اشیا درونی و بیرونی
۶	۸ روش انجام آزمون
۷	۹ محاسبه و تفسیر نتایج
۸	۱۰ گزارش آزمون
۹	کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد «حفاظت از اموال فرهنگی- اندازه گیری رنگ سطوح- روش های آزمون» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در دویست و هفتاد و هشتمین اجلاس کمیته ملی خدمات مورخ ۱۳۹۵/۰۱/۲۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 15886: 2010, Conservation of cultural property- Test methods- Colour measurement of surfaces

حفاظت از اموال فرهنگی - اندازه‌گیری رنگ سطوح - روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون برای اندازه‌گیری رنگ سطح مواد غیرآلی متخلخل و تغییرات محتمل رنگی آنها است. در این استاندارد هیچ اشاره‌ای به سطوح صیقلی نشده است. این روش آزمون، برای مصالح غیرآلی متخلخل که درمان نشده‌اند و یا در معرض هرگونه درمان یا پیرشدگی هستند، کاربرد دارد.

این روش برای اندازه‌گیری مختصات رنگ موارد زیر کاربرد دارد:

- سطوح معرف آزمونه‌ها، به بند ۳-۱۱ مراجعه شود:

- سطوح معرف اشیاء، داخل یا خارج.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۲: سال ۱۳۹۵، حفاظت از اموال فرهنگی - اصطلاحات و تعاریف عمومی اصلی

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۲، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

مصالح متخلخل غیرآلی

Porous inorganic materials

این مصالح شامل سنگ‌های طبیعی مانند ماسه‌سنگ‌ها^۱، سنگ‌آهک^۲، مرمر^۳ و هم‌چنین مصالح مصنوعی مانند ملات^۴، آندود، آجر و سایر مواد هستند.

- 1 - Sandstone
- 2 - Limestone
- 3 - Marble
- 4 - Mortar

۲-۳

خلوص رنگ

Chroma

ویژگی رنگ است که برای نشان دادن درجه انحراف رنگ از یک خاکستری دارای همان روشنایی، استفاده می‌شود.

یادآوری - به استاندارد ASTM E 284 مراجعه شود.

۳-۳

روشنایی

Lightness

ویژگی است که به واسطه آن یک رنگ دیده شد و معادل با یکی از سری‌های خاکستری در دامنه از رنگ سیاه تا سفید تشخیص داده می‌شود.

یادآوری - به استاندارد ASTM E 284 مراجعه شود.

۴-۳

فام رنگ

Hue

ویژگی درک بصری است که براساس آن یک ناحیه، مشابه با یکی از رنگ‌های قرمز، زرد، سبز و آبی یا ترکیبی از جفت رنگ‌های مجاور هم از این رنگ‌ها که در یک حلقه بسته در نظر گرفته می‌شوند، به نظر می‌رسد.

یادآوری - به کمیسیون بین المللی رنگ‌سنجی^۱ (CIE (1931)، مراجعه شود.

۵-۳

ضریب بازتاب (R) (برحسب درصد)

Reflectance factor

به نسبت درصد شار تابشی انعکاسی در مقایسه با شار تابشی برخوردی، اطلاق می‌شود.

۶-۳

منبع نوری استاندارد CIE D65

CIE standard illuminant D65

نور مرجع دارای توزیع طیفی نسبی یک فاز روشنایی روز با دمای رنگ تصحیح شده مرتبط حدود ۶۵۰۰ درجه کلون است.

1 - International Commission on Illumination CIE (1931)

سامانه سه رنگی CIE XYZ

CIE XYZ trichromatic system

سامانه‌ای است برای اندازه‌گیری رنگ که در سال ۱۹۳۱ توسط کمیسیون بین‌المللی رنگ‌سنجی CIE بنیان‌گذاری شده است.

یادآوری - تفسیر داده‌های عددی مستقیماً به درک بصری مرتبط است. این موضوع براساس اصولی است که رنگ‌ها، از ترکیب کردن سه رنگ فرضی به‌عنوان رنگ‌های اصلی X، Y و Z تعریف می‌شوند، به‌دست می‌آیند. این رنگ‌های اصلی، یک چهارچوب مرجع در فضای محرک سه‌گانه تعریف می‌کنند و هر مجموعه (X,Y,Z) در این فضا یک بردار است. ویژگی اصلی چهارچوب مرجع این است که مولفه Y ضریب روشنایی است که عموماً با مقیاس درصد بیان می‌شود.

مشاهده‌گر رنگ‌سنجی استاندارد CIE 1931

CIE 1931 standard colorimetric observer

مشاهده‌گر میانگینی است که ویژگی‌های تطبیق رنگ آن با توابع تطبیق رنگ CIE، برای ۲ درجه از میدان دید مطابقت می‌کند.

مشاهده‌گر رنگ‌سنجی استاندارد CIE 1964

CIE 1964 standard colorimetric observer

مشاهده‌گر متوسطی است که ویژگی‌های تطبیق رنگ آن با توابع تطبیق رنگ CIE، برای ۱۰ درجه از میدان دید مطابقت می‌کند.

مختصات رنگی در فضای رنگی CIE 1976 ($L^*a^*b^*$)CIE $L^*a^*b^*$ colour space 1976

تحول ریاضی فضای CIE XYZ به یک فضای متریک، است.

یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

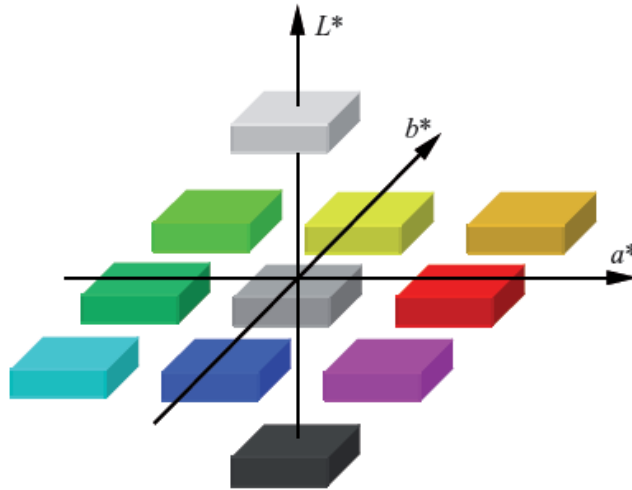
یادآوری ۲- سامانه مختصات رنگی $L^*a^*b^*$ ، برای محاسبات تفاوت رنگ مفید است زیرا به آن‌ها اجازه می‌دهد تا به وسیله مقادیر عددی تعریف شود.

یادآوری ۳- در فضای رنگی $L^*a^*b^*$ ، مختصات رنگ در این سامانه مختصات راست‌گوشه (متعامد) به‌صورت زیر است:

- L^* مختصات روشنایی است. مقیاس L از ۰ (مشکی) تا ۱۰۰ (سفید) است.

- a^* مختصات قرمز/سبز، که a^+ قرمزی و a^- سبزی را نشان می‌دهد.

- b^* مختصات زرد/آبی؛ که b^+ زرد و b^- آبی بودن را نشان می‌دهد.



شکل ۱- فضای رنگی $L^*a^*b^*$

۱۱-۳

آزمونه

Specimen

یک بخش نماینده مواد تشکیل دهنده یک شیء است که به عنوان آزمون در نظر گرفته می شود.

یادآوری ۱- آزمونها می تواند منشاءهای مختلفی داشته باشند و از مواد زیر گرفته شده باشند:

- موادی مشابه مواد تشکیل دهنده اشیاء تحت مطالعه (مانند سنگ های ساختمانی)؛
- مواد مشابه آماده شده ویژه مانند مواد مرجع؛
- مواد در دسترس از یک شیء.

یادآوری ۲- تعداد و ابعاد آزمونها، می تواند بسته به محدودیت های مواجهه شده در نمونه برداری مقدار مواد الزام شده، متفاوت باشد.

۴ اصول

این روش بر اساس تعیین رنگ یک سطح با ابزار تعریف رنگ است که به صورت عددی و مطابق با روش های بین المللی تعیین شده توسط کمیسیون بین المللی رنگ سنجی CIE، بیان می شود. رنگ ها در یک «فضای رنگی» نمایش داده می شوند که در آن، هر رنگی در دامنه مرئی بر اساس سه مولفه مختصاتی تعریف می شود.

۵ وسایل

۱-۵ کلیات

ابزار دقیق رایج استفاده شده برای اندازه گیری رنگ، رنگ سنج های سه محرکی^۱ یا طیف سنج های انعکاسی^۲ است که دارای ویژگی های زیر هستند:

- دامنه طیفی: ۳۸۰ نانومتر تا ۷۸۰ نانومتر؛

1 - Tristimulus colorimeters

2 - Reflectance spectrophotometers

- حصول داده حداقل در هر ۱۰ نانومتر؛

منبع نوری استاندارد CIE: D65 (توصیه شده)، A و C؛

مشاهده گر رنگ سنجی استاندارد CIE: دارای میدان دید ۲ درجه و ۱۰ درجه (توصیه شده)؛

سامانه فضای رنگی مرجع: سامانه‌های CIE x,y,Y و $L^*a^*b^*$ ؛^۱

توصیه شده است که هندسه ابزار، مطابق با روشنایی $d/8^\circ$ و شرایط مشاهده تعیین شده توسط CIE باشد، که در آن، روشنایی با مولفه طیفی منتشر می‌شود. استفاده از سایر هندسه‌ها مانند $0/d$ نیز مجاز است. در گزارش آزمون باید هندسه استفاده شده، مشخص شود.

۲-۵ محرک رنگ شی سفید

برای محاسبه مقادیر $L^* a^* b^*$ ، مرجع سفید باید متشکل از یک منتشرکننده انعکاسی عالی، روشن شده به وسیله منبع نور یکسان با آزمون و/یا شیء مورد آزمون، باشد.

۶ اندازه‌گیری رنگ آزمون‌ها

۱-۶ سطح آزمون آزمون‌ها

سطح آزمون باید معرف رنگ مواد تحت بررسی باشند. در مواد ناهمگن، تعداد نقاط اندازه‌گیری باید به گونه‌ای با آزمون‌ها تطبیق داده شوند که مقادیر آماری معرف به دست آید. آزمون‌ها باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا فراتر از ناحیه اندازه‌گیری ابزار قرار گیرند.

۲-۶ تعداد آزمون‌ها

حداقل پنج آزمون معرف، مناسب در نظر بگیرید. اگرچه در صورتی که تنها تعداد محدودی آزمون در دسترس باشد، باید از آزمون دارای قابلیت معرف بیش‌تر استفاده شود.

۳-۶ آماده‌سازی آزمون‌ها

آزمون‌ها را باید برای داشتن تعادل با محیط اطراف، آماده‌سازی کنید. بهتر است دما (T) و رطوبت نسبی (RH) را ثبت کنید.

سطح آزمون‌های تحت اندازه‌گیری، در صورتی که خیلی ضروری باشد، باید با کاغذ سنباده با زبری $82\mu\text{m}$ (متناظر با شماره زبری P180 مطابق با طبقه‌بندی فدراسیون مواد ساینده اروپا^۲ FEPA)، صاف و به وسیله یک برس نرم پاک کنید، به خاطر داشته باشید که چنین کاری ممکن است رنگ سطح را، قبل از اندازه‌گیری تغییر دهد.

اندازه‌گیری‌هایی که قبل و بعد از درمان انجام می‌شوند باید تحت شرایط محیطی یکسان انجام شود.

۱ - معمولاً ابزار در دسترس در بازار به نرم‌افزاری مجهز می‌شوند که پارامترهای نورسنجی (CIE x,y,Y و $L^*a^*b^*$) را از مقادیر انعکاس محاسبه می‌کند، در غیراین صورت این پارامترها را می‌توان با استفاده از جداول CIE محاسبه کرد.

2 - Federation of European Producers of Abrasives (FEPA)

۷ اندازه‌گیری رنگ اشیا در محیط درونی و بیرونی

ناحیه اندازه‌گیری، بخشی از سطح شیئی است که اندازه‌گیری‌ها بر روی آن انجام می‌شود. بهتر است سطح مورد اندازه‌گیری تاحد امکان صاف و مسطح باشد برای این‌که، نور خارجی از ناحیه اندازه‌گیری حذف شود. جایی که نواحی صاف و مسطح در دسترس نیست، این موضوع باید در گزارش بیان شود. برای صاف کردن سطح یک شیئی نباید از کاغذ سنباده استفاده شود. بهتر است پارامترهای محیطی تا حد ممکن در حین اندازه‌گیری بازسازی شوند. بهتر است شرایط محیطی مرتبط شامل دما و رطوبت، در گزارش ثبت شوند. بهتر است اندازه‌گیری‌های رنگی قبل و بعد از درمان و هرگونه اندازه‌گیری بعدی، تحت شرایط محیطی یکسان انجام شود.

۸ روش انجام آزمون

۸-۱ کلیات

سطح مورد آزمون باید معرف کل آزمون و شیئی باشد. تعداد نقاط اندازه‌گیری باید به‌گونه‌ای با آزمون‌ها تطبیق داده شوند که مقادیر آماری معرف به‌دست آید.

۸-۲ ناحیه اندازه‌گیری و تعداد اندازه‌گیری‌ها

قطر ناحیه اندازه‌گیری و تجهیزات باید متناسب با نوع مواد تحت بررسی و اندازه آزمون یا شیئی باشد. سطوح ناهمگن می‌توانند به‌منظور جبران کردن تغییرات رنگ در بافت و حتی برای حذف ناهمواری‌های ساختاری سطح آزمون یا شیئی با استفاده از یک ناحیه اندازه‌گیری با قطر تا حد امکان بزرگ، تحت اندازه‌گیری قرار گیرند؛ بدین ترتیب فرآیند دیداری انسانی شبیه‌سازی شود. آزمون‌های یک‌شکل یا اشیاء دارا یا بدون نواحی واضح با شکل‌های مختلف (مانند رگه‌های سیاه روی مرم‌های روشن)، می‌تواند با قطر ناحیه اندازه‌گیری خیلی کوچک‌تر (۱mm) تحت اندازه‌گیری قرار داده شوند تا از هرگونه ناحیه ناهمگن جلوگیری شود.

تعداد اندازه‌گیری‌های ضروری، براساس همگنی نواحی اندازه‌گیری متغیر است، اما باید حداقل پنج قلم باشد تا مقدار میانگین قابل اعتمادی به‌دست آید. اندازه‌گیری‌ها، در نواحی اختیاری در سطح انجام می‌شوند. به‌منظور حصول اطمینان از دقت اندازه‌گیری‌های تکرار شده، نقاط اندازه‌گیری انتخاب شده باید با هر دو مختصات فضایی مرجع یا با عکس‌های علامت‌گذاری شده موقعیت‌یابی شوند. ممکن است برای این منظور یک صفحه شطرنجی که نواحی اندازه‌گیری را بر اساس اندازه آزمون یا شیئی، مرزبندی می‌کند، مفید باشد.

۸-۳ تکرارپذیری اندازه‌گیری‌ها

تکرارپذیری اندازه‌گیری‌ها، با مقایسه دو مجموعه از اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی یک سطح یکسان و تحت شرایط یکسان و در زمان‌های مختلف، ارزیابی می‌شود که با حرکت کاوند اندازه‌گیری و روشن خاموش

کردن ابزار و تنظیم مجددش انجام می شود. اندازه گیری ها را تکرار کنید تا زمانی که تفاوت ΔE میان مقادیر متوسط $L^* a^* b^*$ از دو مجموعه متوالی از اندازه گیری ها $\Delta E \leq 1,5$ شود.

۹ محاسبه و تفسیر نتایج

۹-۱ مقادیر CIELAB

مقادیر (CIE $L^* a^* b^*$ 1976) CIELAB، را از مقادیر X, Y, Z برای هر نمونه محاسبه کنید. بهتر است از منبع نور استاندارد روشنایی روز (D65) و مشاهده گر ۱۰ درجه استفاده شود.

۹-۲ محاسبه مجموع تفاوت های رنگ

تفاوت رنگ کل (ΔE^*) بین دو اندازه گیری ($L^*_1 a^*_1 b^*_1$ و $L^*_2 a^*_2 b^*_2$)، فاصله هندسی بین موقعیت های آن ها در فضای رنگی CIELAB است و با استفاده از معادله ۱ به دست می آید:

$$\Delta E^*_{2,1} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

که در آن:

$$\Delta L^* = L^*_2 - L^*_1 \text{ :متناظر است با تفاوت روشنایی؛}$$

$$\Delta a^* = a^*_2 - a^*_1 \text{ :متناسب است با تفاوت قرمز/سبز؛}$$

$$\Delta b^* = b^*_2 - b^*_1 \text{ :متناظر است با تفاوت آبی/زرد.}$$

۹-۳ گزینه های توصیه شده

از آنجا که فضای رنگی $L^* a^* b^*$ ، همان هم فاصله^۱ دقیق میان رنگ های دیده شده را ندارد (تفاوت ها در رنگ های اشباع شده به سختی درک می شوند)، معادله تفاوت رنگی ΔE_{94} (معادله ۲) ویژگی ها روشنایی، خلوص رنگ و فام ($L^* C^* H^*$) در فضای رنگی $L^* a^* b^*$ را با دخالت دادن ضرایب تصحیح کننده تغییر در بزرگی تفاوت رنگ دیده شده، اصلاح می کند. بنابراین توصیه شده است که تفاوت های رنگ برای هر نمونه، با استفاده از معادله ۲ محاسبه شود. تفاوت رنگ (یا ΔE^*_{94}) بین دو رنگ بر اساس معادله ۲ است:

$$\Delta E^*_{94} = \left[\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*_{2,1}}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*_{2,1}}{k_H S_H} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

که در آن:

$$\Delta L^* = L^*_2 - L^*_1$$

$$\Delta C^*_{2,1} = C^*_2 - C^*_1$$

$$C^*_1 = (a_1^{*2} + b_1^{*2})^{1/2}$$

$$C^*_2 = (a_2^{*2} + b_2^{*2})^{1/2}$$

$$\Delta H^*_{2,1} = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^{*2,1})^2]^{1/2}$$

و S_L ، S_C و S_H ضرایب وزنی به ترتیب روشنایی، خلوص رنگ و فام هستند و به وسیله معادلات زیر داده شده‌اند:

$$S_L = 1$$

$$S_C = 1 + 0,045 C^*_{1,2}$$

$$S_H = 1 + 0,015 C^*_{1,2}$$

یادآوری - در S_H و S_C : $C^*_{1,2} = (C^*_1 \cdot C^*_2)^{1/2}$ ؛ و این که به صورت پیش فرض: $k_L = k_C = k_H = 1$.

متغیرهای k_L ، k_C و k_H «فاکتورهای پارامتری» خوانده می‌شوند. این فاکتورها در فرمول گنجانده می‌شوند تا بتوان تنظیمات مستقل از تفاوت رنگ را انجام داد. این امر موجب می‌شود تا هرگونه انحراف از شرایط مشاهده مرجع که سبب انحراف مشخصی در رواداری‌های دیداری می‌شود محاسبه شود.

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر شود.

الف- هدف اندازه‌گیری‌ها؛

ب- ارجاع به این استاندارد؛

پ- توصیف آزمون‌ها؛

ت- تعداد آزمون‌های اندازه‌گیری شده؛

ج- توصیف آزمون‌ها

چ- تعداد آزمون‌های اندازه‌گیری شده

ح- توصیف اشیاء و جزئیات بررسی شده؛

د - مستندسازی تصویری و/یا گرافیکی از مناطق اندازه‌گیری؛

ذ- تعداد اندازه‌گیری‌ها؛

ر- مشخصات فنی ابزار (رنگ‌سنج، طیف نورسنج)، هندسه اندازه‌گیری شده، مشاهده‌گر استاندارد استفاده شده (مشاهده‌گر استاندارد ۲ درجه ۱۹۳۱ CIE، مشاهده‌گر اضافی ۱۰ درجه ۱۹۶۴ CIE)، منبع روشنایی (D65 توصیه شده است) و این که آیا مولفه آینه‌ای کنار گذاشته شده است (همان طور که توصیه شده است). اگر یک مرجع نوری متفاوت استفاده شده است (مثلاً مرجع نوری C یا A)، توصیه می‌شود موارد زیر مشخص شود:

۱- نتایج تکرارپذیری نتایج آزمون $\Delta L^*_{2,1}$ ، $\Delta a^*_{2,1}$ ، Δb^*_2 ؛

۲- نتایج $\Delta E^*_{2,1}$ ؛

۳- تفاوت رنگ ($\Delta E^*_{2,1}$) بین دو اندازه‌گیری متوالی؛

۴- نتایج ΔE^*_{94} ، $\Delta C^*_{2,1}$ ، $\Delta H^*_{2,1}$ (در صورت استفاده)؛

ز- شرایط محیطی دما و رطوبت نسبی آزمون؛

ژ- در صورت وجود یا عدم وجود تفاوت قابل توجه بین دو مجموعه نتایج؛

س- مقادیر X, Y, Z قبل و بعد از درمان شامل انحراف استاندارد.

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران ۱-۸۸۳۱، رنگها و جلاها - رنگ سنجی - قسمت اول: اصول
- [۲] استاندارد ملی ایران ۲-۸۸۳۱، رنگ و جلاها-رنگ سنجی-قسمت دوم: اندازه گیری رنگ
- [۳] استاندارد ملی ایران ۳-۸۸۳۱، رنگها و جلاها - رنگ سنجی - قسمت سوم: محاسبه اختلاف رنگ
- [4] ASTM E 284, Standard terminology of appearance, 2007
- [5] ISO/CIE 10526:1999, CIE standard illuminants for colorimetry
- [6] CIE 15:2004, CIE Technical Report Colorimetry
- [7] ISO/CIE 10527:1991, CIE Standard colorimetric observers
- [8] ASTM D 2244, Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates, 1993
- [9] ASTM E 308, Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System, 1995
- [10] Normal 43/93, Misure colorimetriche di superfici opache. CNR (Centri di studio di Milano e Roma sulle cause di deperimento e sui metodi di conservazione delle opere d'arte) ICR (Istituto Centrale per il Restauro), Comas Grafica, Roma, 1994
- [11] AATCC Evaluation Procedure 6 – Instrumental Color Measurement. American Association of Textile Chemist and Colorist Technical Manual/1999, 369-375
- [12] AATCC Evaluation Procedure 7 – Instrumental Assessment of the Change in Color of a Test Specimen. American Association of Textile Chemist and Colorist Technical Manual/1999, 376-377
- [13] BS 8493:2008, Light reflectance value (LRV) of a surface- Method of test
- [14] Bacci, M.; Picollo, M.; Porcinai, S.; Radicati, B. "Tempera-painted dosimeters for environmental indoor monitoring: a spectroscopic and chemometric approach". *Environmental Science and Technology* 34 (2000) 2859-2865
- [15] Bacci, M.; Picollo, M.; Porcinai, S.; Radicati, B. "Non-destructive spectrophotometric investigations of paintings: some recent advances". *Art et Chimie, La Couleur: Actes du Congrès* ed. by J. Goupy and J.-P. Mohen, Paris, CNRS Éditions (2000), 187-190