



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۰۴۰

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

20040

1st.Edition

2016

حفاظت از میراث فرهنگی - حفاظت سطح
مصالح غیر آلی متخلخل -
ارزیابی عملکرد مواد آب‌گریز - روش‌های
آزمون آزمایشگاهی

**Conservation of Cultural Heritage- Surface
protection for porous inorganic materials-
Evaluation of the performance of water
repellent products- Laboratory 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 به دست می آید. 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 مبنای 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 مبنای 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 میراث فرهنگی - حفاظت سطح مصالح غیر آلی متخلخل - ارزیابی عملکرد مواد آب‌گریز - روش‌های آزمون آزمایشگاهی»

رئیس:

فدایی، حمید
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

سمت و / یا نمایندگی

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی -
فرهنگی

دبیر:

کاویانی، فرید
(کارشناسی شیمی)

اداره کل استاندارد استان کرمان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیم زاده، رضا
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

دانشگاه شهید باهنر کرمان

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

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی -
فرهنگی

جعفرزاده، صدیقه
(کارشناسی مرمت آثار تاریخی)

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

دادالهی، مهرانگیز
(کارشناسی شیمی کاربردی)

اداره استاندارد شهرستان سیرجان

رحمانی، غلامرضا
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی -
فرهنگی

زکریایی کرمانی، احسان
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان کرمان

سلطان زاده، زهرا
(کارشناسی شیمی کاربردی)

اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و
گردشگری استان کرمان

سهرج زاده، مریم
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

اداره کل استاندارد استان کرمان

بازنشسته سازمان میراث فرهنگی، صنایع
دستی و گردشگری

عامری، سعید
(کارشناسی مرمت آثار تاریخی)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-
فرهنگی

علی میرزایی، فاطمه
(کارشناسی مرمت آثار تاریخی)

دانشگاه لرستان

کولیوند، فرشاد
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)

دانشگاه شهید باهنر کرمان

محمدی، پوریا
(کارشناسی ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد استان بوشهر

مواجی، فریده
(کارشناسی مهندسی کشاورزی)

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-
فرهنگی

هادیان، منیژه
(دکترای مرمت آثار تاریخی و فرهنگی)

رئیس اداره استاندارد شهرستان سیرجان

یزدی میرمخلصونی، سید محمد
(کارشناسی فیزیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و کوتاه‌واژگان
۴	۴ اصول آزمون
۴	۵ روش‌های آزمون سنجش
۴	۶ سنجش عملکردهای بلندمدت
۵	۷ تجهیزات آزمون برای درمان (وسایل و شناساگرها)
۵	۸ روش انجام آزمون
۱۰	۹ تعیین مقدار مواد دافع آب به کار برده شده
۱۰	۱۰ اندازه‌گیری‌ها و روش‌های ارزیابی درمان
۱۵	۱۱ گزارش آزمون
۱۸	کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد «حفاظت از میراث فرهنگی - حفاظت سطح مصالح غیرآلی متخلخل - ارزیابی عملکرد مواد آب-گریز- روش‌های آزمون آزمایشگاهی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در دویست و هشتادمین اجلاس کمیته ملی استاندارد خدمات مورخ ۱۳۹۵/۰۱/۲۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های 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 ارایه 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 16581: 2014, Conservation of Cultural Heritage- Surface protection for porous inorganic materials- Laboratory test methods for the evaluation of the performance of water repellent products

مقدمه

به‌عنوان بخشی از فرآیند حفاظت از آثار تاریخی - فرهنگی ساخته شده، می‌توان از درمان‌های سطحی مختلف برای به تاخیر انداختن فرآیندهای تخریب^۱ در آن‌ها، استفاده کرد.

این استاندارد بر روش‌های درمان دافع آب^۲ مواد غیرآلی متخلخل^۳ تمرکز دارد. هدف اصلی مواد دافع آب، کاهش نفوذ آب و مواد محلول در آن به درون مواد متخلخل، از طریق تغییر در ویژگی‌های سطحی آن‌ها است.

هنگامی که یک ماده آب‌گریز به سطح یک ماده اضافه می‌شود، از کشش سطحی^۴ آن کاسته و از مرطوب شدن سطح جلوگیری می‌کند. درمان دافع آب بر روی سطح اعمال می‌شود و منافذ ماده را می‌پوشاند، عمق نفوذ به خواص موئینگی^۵ ماده ویژگی‌های آب‌گریزی، نوع و مدت درمان استفاده شده و همچنین محتوای رطوبتی زیرلایه و دما، بستگی دارد.

بسیاری از مکانیزم‌های تخریب ناشی از وجود آب است و بنابراین کاهش جذب آب بدون کاهش قابل توجه نفوذپذیری بخار آب، می‌تواند به‌صورت مثبت بر نگهداری و حفاظت مواد غیرآلی متخلخل تاثیر بگذارد. پوشش‌ها شامل پوش‌رنگ‌ها و جلاها، در دامنه کاربرد این استاندارد قرار ندارند.

بهبتر است یک ماده دافع آب، دارای الزامات زیر باشد:

- کاهش جذب آب در زیرلایه؛

- به حداقل رساندن تغییر نفوذپذیری بخار آب زیرلایه؛

- به حداقل رساندن تغییر رنگ و براقیت زیرلایه؛

- عدم تولید هرگونه محصول فرعی مضر پس از کاربرد؛

- حفظ پایداری فیزیکی و شیمیایی ماده.

بهبتر است، محصولات دافع آب، فقط پس از آزمون شدن بر روی نمونه‌های نماینده در آزمایشگاه، بر روی سطح آثار تاریخی - فرهنگی به‌کار برده شوند. به‌طور جدی توصیه شده است، قبل از کاربرد نهایی، آزمون‌ها و بررسی‌های برجای میدانی^۶ بر روی یک ناحیه کوچک انجام شود.

این استاندارد برای سنجش روش‌های درمانی دافع آب، بر مبنای اندازه‌گیری پارامترهای مناسب برای ارزیابی عملکرد فرآورده با استفاده از روش‌های استاندارد، تدوین شده است.

روش‌های کاربردی برجای میدانی، شامل برس‌زنی، افشانه کردن، غوطه‌وری، افزایش جذب موئینگی و ضما دزنی است. به دلیل ابعاد نمونه‌ها و الزامات اجرای روش‌های درمانی تجدیدپذیر برای آزمون آزمایشگاهی، روش موئینگی مشخص شده است. زمانی که درمان نمی‌تواند مطابق با روش استاندارد به کار

1 - Decay processes

2 - Water repellent treatments

3 - Porous inorganic materials

4 - Surface tension

5 - Capillary properties

6 - Field trials

برده شود (مثلاً هنگام استفاده از امولاسیون)، بهتر است روش استفاده شده به وضوح در گزارش آزمون توصیف شود.

بهتر است برگ‌داده‌های فنی و شیمیایی از درمان تهیه شود، برگ‌داده‌ها باید حداقل شامل معادله‌های شیمیایی مواد فعال و غلظت‌ها، نام‌ها و نسبت‌های حلال‌ها (اگر به کار برده شده است) باشد. برای ارزیابی دوام و عملکرد ماده آب‌گریز، می‌توان آزمون‌های پیرشدگی^۱ معرف محیط مواد غیرآلی متخلخل را انجام داد.

حفاظت از میراث فرهنگی - حفاظت سطح مصالح غیر آلی متخلخل - ارزیابی عملکرد مواد آب‌گریز - روش‌های آزمون آزمایشگاهی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌شناسی برای ارزیابی آزمایشگاهی عملکرد مواد آب‌گریز بر روی مواد غیر آلی متخلخل است.

این استاندارد برای حفاظت سطح آثار تاریخی - فرهنگی کاربرد دارد. عملکرد قابل قبول در آزمایشگاه، الزاماً تضمین‌کننده کاربرد ماده در هر شرایطی نیست. شرایط خاص شئ آثار تاریخی - فرهنگی، شامل عواملی مانند شناسه‌گذاری مواد، شرایط جوی، قرار گرفتن در محیط باز، مقدار نمک و مسائل مربوط به جذب آب، بررسی‌های بیش‌تر را الزام می‌کند.

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 ۶۴۵۵، رنگها و جلاها - روش تعیین براقیت فیلم رنگ‌های غیرمتالیک تحت زوایای ۲۰ و ۶۰ و ۸۵ درجه
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۲۹: سال ۱۳۹۵، حفاظت از اموال فرهنگی - تعیین جذب آب با استفاده از روش موئینگی - روش‌های آزمون
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۰: سال ۱۳۹۵، حفاظت از اموال فرهنگی - تعیین زاویه تماس استاتیکی - روش‌های آزمون
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۱: سال ۱۳۹۵، حفاظت از اموال فرهنگی - اندازه‌گیری رنگ سطوح - روش‌های آزمون
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۲: سال ۱۳۹۵، حفاظت از اموال فرهنگی - اصطلاحات و تعاریف عمومی اصلی
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران ۲۰۰۳۴: سال ۱۳۹۵، حفاظت از اموال فرهنگی - نمونه‌برداری از مصالح اموال فرهنگی - روش‌شناسی - مقررات عمومی
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۷: سال ۱۳۹۵، حفاظت از میراث فرهنگی - اندازه‌گیری جذب آب با استفاده از روش لوله - روش‌های آزمون

۸-۲ استاندارد ملی ایران ۲۰۰۳۸: سال ۱۳۹۵، حفاظت از میراث فرهنگی - تعیین ویژگی‌های خشک-شوندگی - روش‌های آزمون

2-9 EN 15803, Conservation of cultural property - Test methods - Determination of water vapour permeability (δp)

۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و کوتاه‌واژگان

۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۱-۳

آب‌گریزی

Water-repellency

به توانایی ماده پایه برای مقاومت در برابر جذب آب، گفته می‌شود.

۲-۱-۳

ماده آب‌گریز

Water repellent product

فرآورده‌ای است که قدرت دافع آب بودن سطح مواد غیرآلی متخلخل را افزایش می‌دهد.

۳-۱-۳

آب‌گریز کردن

Water repellent treatment

به کاربرد ماده آب‌گریز بر روی سطح ماده، با استفاده از روش‌شناسی تعیین شده، گفته می‌شود.

۴-۱-۳

میزان حفاظت از طریق مویبندی

Protection degree by capillarity

به کاهش مقدار جذب آب به وسیله خاصیت مویبندی، قبل و بعد از درمان دافع آب، گفته می‌شود.

۵-۱-۳

میزان حفاظت با روش لوله

Protection degree by pipe

به کاهش مقدار جذب آب با استفاده از روش لوله، قبل و بعد از درمان مواد دافع آب، گفته می‌شود.

براقیت آینه‌ای

Specular gloss

به نسبت شار نوری منعکس شده از یک شیء در راستای آینه برای یک منبع و زاویه گیرنده معین به شار نوری منعکس شده از شیشه با شاخص انکسار ۱٫۵۶۷ در راستای آینه، گفته می‌شود.

۳-۲ نمادها و کوتاه‌واژگان

در این استاندارد، نمادها و کوتاه‌واژگان زیر به کار می‌رود.

m_{0B}	جرم خشک پس از آزمون‌های مشخصات و قبل از درمان، بر حسب کیلوگرم (kg)؛
m_{0A}	جرم خشک پس از درمان، بر حسب کیلوگرم (kg)؛
t_i	زمان سپری شده از آغاز آزمون، بر حسب ثانیه (s)؛
Q_i	آب جذب شده در واحد سطح بر مبنای خاصیت موینگی، بر حسب کیلوگرم بر مترمربع (kg/m^2)؛
AC	ضریب موینگی جذب آب، بر حسب کیلوگرم بر متر مربع. مجذور ثانیه ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{1/2})$)؛
Q_p	ماده دافع آب جذب شده، بر حسب درصد جرمی؛
PD_{Ci}	میزان حفاظت بر اساس خاصیت موینگی در زمان t_i ، بر حسب درصد جرمی؛
Q_{Bi}	مقدار آب جذب شده بر اساس آزمون درمان نشده در زمان t_i ، بر حسب کیلوگرم بر مترمربع (kg/m^2)؛
Q_{Ai}	مقدار آب جذب شده آزمون درمان شده در زمان t_i ، بر حسب کیلوگرم بر مترمربع (kg/m^2)؛
δ_p	نفوذپذیری بخار آب، بر حسب کیلوگرم بر متر. ثانیه. پاسکال ($\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$)؛
δ_{pB}	نفوذپذیری بخار آب قبل از درمان، بر حسب کیلوگرم بر متر. ثانیه. پاسکال ($\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$)؛
δ_{pA}	نفوذپذیری بخار آب پس از درمان، بر حسب کیلوگرم بر متر. ثانیه. پاسکال ($\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$)؛
$\delta_{p\text{red}}$	کاهش نفوذپذیری بخار آب، بر حسب درصد (/.)؛
L^*	مختصات نوری، مقیاس L^* دامنه از صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) درجه‌بندی می‌شود؛
a^*	مختصات نوری قرمز/سبز، $+a^*$ نشان دهنده قرمزی و $-a^*$ نشان دهنده سبزی؛
b^*	مختصات نوری زرد/آبی، $+b^*$ نشان دهنده زردی و $-b^*$ نشان دهنده آبی بودن؛
L^*_B	مختصات نوری قبل از درمان؛
L^*_A	مختصات نوری بعد از درمان؛
a^*_B	مختصات نوری قرمز/سبز قبل از درمان؛
a^*_A	مختصات نوری قرمز/سبز بعد از درمان؛
b^*_B	مختصات نوری زرد/آبی قبل از درمان؛
b^*_A	مختصات نوری زرد/آبی بعد از درمان؛
ΔE^*	تفاوت رنگ کل؛
PD_{LP}	میزان حفاظت بر اساس روش لوله، بر حسب درصد (/.)؛

مقدار آب جذب شده توسط روش لوله در پایان آزمون قبل از درمان، بر حسب میلی‌لیتر بر سانتی‌متر مربع (ml/cm ²)؛	(W _f) _B
مقدار آب جذب شده بر اساس روش لوله در پایان آزمون پس از درمان، بر حسب میلی‌لیتر بر سانتی‌متر مربع (ml/cm ²)؛	(W _f) _A
نرخ خشکی متناظر با اولین مرحله خشک کردن قبل از درمان، بر حسب کیلوگرم بر مترمربع.ساعت (kg/m ² .h)؛	D _{1B}
نرخ خشکی متناظر با اولین مرحله خشک کردن پس از درمان، بر حسب کیلوگرم بر مترمربع.ساعت (kg/m ² .h)؛	D _{1A}
کاهش نرخ خشک شدن، درصد (/.)؛	D _{1 red}
زاویه تماس، بر حسب درجه (°).	θ

۴ اصول آزمون

اساس این روش بر پایه اندازه‌گیری چندین پارامتر است، که قبل و بعد از پیرشدگی، عملکرد فرآورده را با استفاده از روش‌های آزمون استاندارد ارزیابی می‌کند.

۵ روش‌های آزمون ارزیابی

روش‌های فهرست شده زیر برای ارزیابی ماده آب‌گریز در رابطه با تغییرات احتمالی مشخصات مواد غیرآلی متخلخل استفاده می‌شود.

- ۱- تعیین آب جذب شده بر اساس (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۲۹ مراجعه شود)؛
- ۲- تعیین زاویه تماس استاتیکی (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۰ مراجعه شود)؛
- ۳- تعیین نفوذپذیری بخار آب (به استاندارد EN 15803 مراجعه شود)؛
- ۴- اندازه‌گیری رنگ سطوح (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۱ مراجعه شود)؛
- ۵- تعیین جذب آب بر اساس روش لوله (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۷ مراجعه شود)؛
- ۶- تعیین خواص خشک‌شوندگی (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۸ مراجعه شود)؛
- ۷- اندازه‌گیری براقیت (به استاندارد ملی ایران شماره ۶۴۵۵ مراجعه شود)؛

۶ ارزیابی عملکردهای بلندمدت

انتظار می‌رود، مواد دافع آب در معرض هوازدگی طبیعی یا آزمون‌های آزمایشگاهی (مانند تابش نور، یخ‌زدگی و یخ‌گشایی، تر و خشک شدن، چرخه‌های گرمایی، تبلور نمک، شبیه‌سازی آلودگی‌ها، رشد بیولوژیکی و غیره)، که معرف و نماینده شرایط محیطی محل قرارگیری شیء است، پایداری مناسبی داشته باشند. در صورت استانداردسازی روش‌شناسی ویژه برای ارزیابی فرسایش محیطی در زمینه حفاظت آثار تاریخی-فرهنگی، باید این ارزیابی مورد استفاده قرار گیرد. در صورت عدم وجود این روش‌شناسی، بهتر است یک روش ارزیابی مناسب برای آثار تاریخی-فرهنگی استفاده شود و در گزارش آزمون نیز بیان شود.

پایش عملکردهای فرآورده‌های دافع آب پس از پیرشدگی و تکرار کردن آزمون‌های فهرست شده در بند ۴ مهم است و در نظر گرفتن مقایسه‌های مختلف از نتایج (یعنی پس از پیرشدگی - قبل از درمان یا پس از پیرشدگی - قبل از پیرشدگی و ...)، امکان‌پذیر هستند. مقایسه نتایج باعث ارزیابی دوام و پایداری فرآورده‌ها می‌شود.

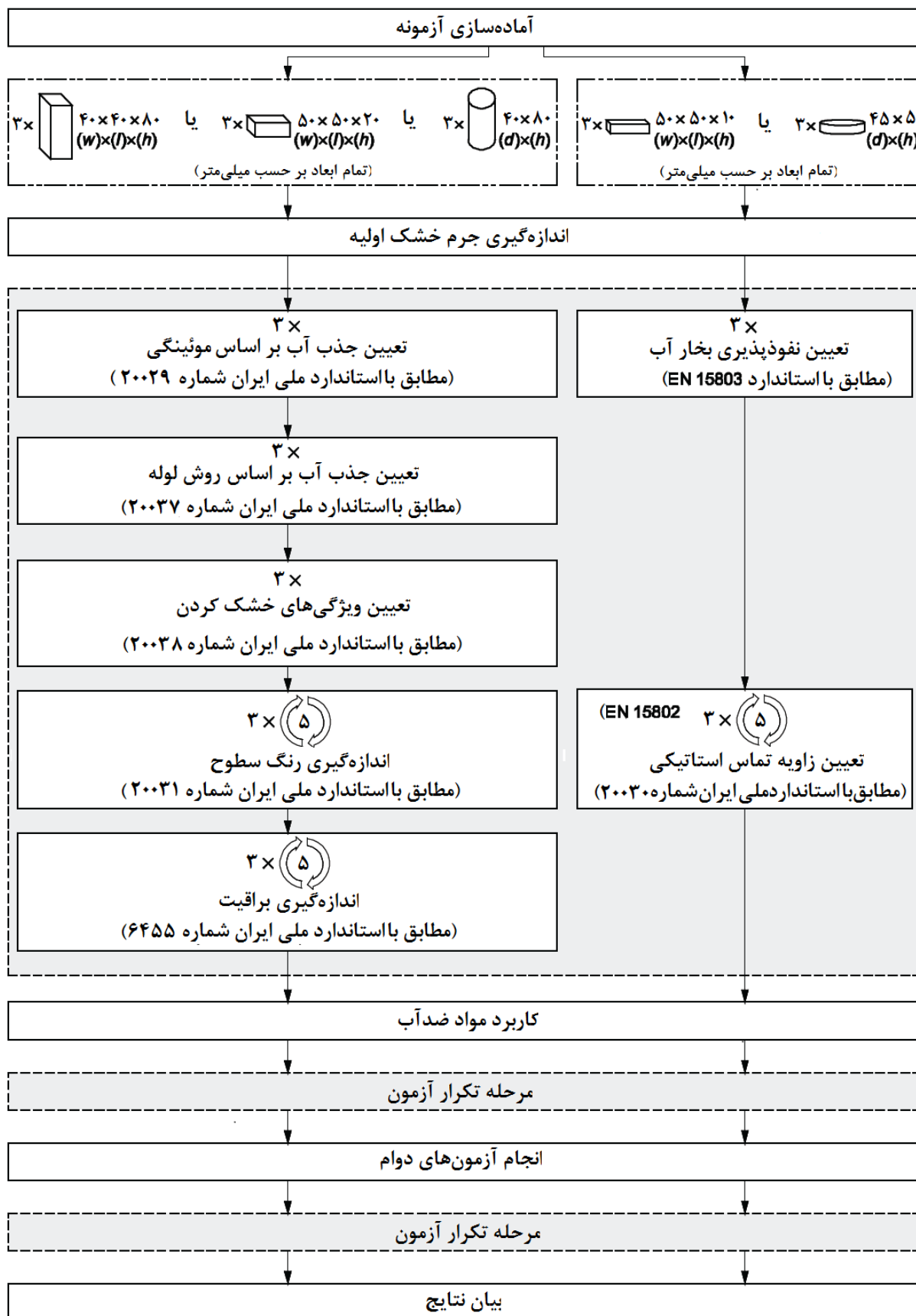
۷ تجهیزات آزمون برای درمان (وسایل و شناساگرها)

- ۱-۷ لوله تبلور
- ۲-۷ لایه بستر، مانند کاغذ فیلتر، فوم یا پنبه.
- ۳-۷ زمان سنج، با دقت ۱s.
- ۴-۷ گرم‌خانه تهویه‌دار^۱، با توانایی نگهداری دمای $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$.
- ۵-۷ ترازوی تجزیه، با درستی حداقل ۰٫۰۱g.
- ۶-۷ وسیله اندازه‌گیری خطی، (کولیس^۲)، با دقت ۰٫۱mm.
- ۷-۷ محفظه، با توانایی نگهداری دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.
- ۸-۷ کاغذ سنباده^۳، با زبری $82\mu\text{m}$ (متناظر با شماره زبری P180 مطابق با طبقه‌بندی فدراسیون مواد ساینده اروپا^۴ FEPA).
- ۹-۷ خشکانه^۵، پر شده با مواد شیمیایی خشک‌کننده مانند ژل سیلیکا^۶ یا سایر عوامل خشک‌کننده.
- ۱۰-۷ آب یون‌زدایی شده، (با حداکثر قابلیت هدایت $6\mu\text{S}/\text{cm}$).
- ۱۱-۷ برس نرم با موهای کوتاه.
- ۱۲-۷ محلول اشباع آمونیوم کلرید، یا محفظه اقلیمی با توانایی نگهداری رطوبت نسبی $(80 \pm 5)\%$.
- ۱۳-۷ محلول اشباع منیزیم نیترات، یا محفظه اقلیمی با توانایی نگهداری رطوبت نسبی $(53 \pm 5)\%$.
- ۱۴-۷ کره‌ها یا میله‌های شیشه‌ای، (مثلاً با قطر ۳mm تا ۴mm).

۸ روش انجام آزمون

- ۱-۸ مراحل ارزیابی مواد آب‌گریز
بهبتر است، ارزیابی ماده آب‌گریز به کار برده شده بر روی مواد غیرآلی متخلخل، مطابق با مراحل زیر انجام شود (به شکل ۱ مراجعه شود).

1 - Ventilated oven
2 - Calliper
3 - Sand paper
4 - Federation of European Producers of Abrasives (FEPA)
5 - Desiccator
6 - Silica gel











شکل ۱- نمودار توصیه شده برای روش انجام آزمون

۸-۲ آماده‌سازی آزمون و تعیین جرم خشک

۸-۲-۱ تعداد و ابعاد نمونه‌های آزمون

آزمونه‌ها باید دارای شکل‌های منظم مانند مکعب، متوازی‌السطوح یا استوانه باشند (به جدول ۱ مراجعه شود).

جدول ۱- تعداد و ابعاد آزمونه‌ها

مشخصات آزمونه‌ها			روش آزمون
ابعاد (میلی متر)	شکل	آزمونه‌های آزمون (تعداد) اندازه‌گیری‌ها برای هر آزمونه	
۵۰×۵۰×۲۰ یا ۴۰×۴۰×۸۰ یا ۴۰×۸۰	 یا 	۳	تعیین جذب آب با استفاده از خاصیت موینگی
-	سطح مسطح	۳ (۵ اندازه‌گیری برای هر آزمونه)	تعیین زاویه تماس استاتیکی
۵۰×۵۰×۱۰		۳	تعیین نفوذپذیری بخار آب
۴۵×۵			
-	سطح مسطح	۳ (۵ اندازه‌گیری برای هر آزمونه)	اندازه‌گیری رنگ سطوح
۵۰×۵۰×۲۰ یا ۴۰×۴۰×۸۰ یا ۴۰×۸۰	 یا 	۳	تعیین جذب آب بر اساس روش لوله یادآوری - ابعاد مربوط به لوله عمودی استفاده شده است.
۵۰×۵۰×۲۰ یا ۴۰×۴۰×۸۰ یا ۴۰×۸۰	 یا 	۳	تعیین خصوصیات خشک شدن
-	سطح مسطح	۳ (۵ اندازه‌گیری برای هر آزمونه)	اندازه‌گیری براقیت

در مورد مواد ناهمگن مانند ملات‌های حاوی سنگدانه‌های درشت، ابعاد آزمونه باید حداقل سه برابر (و ترجیحاً پنج برابر) اندازه بزرگ‌ترین دانه باشد.

تعداد آزمونه‌ها، به همگنی مواد بستگی دارد. در موارد ناهمسان‌گرد^۱، آزمونه‌ها باید همیشه در یک راستا آزمون شوند. تمام ابعاد باید دارای رواداری $\pm 0.5\text{mm}$ باشند.

محدودیت‌های مواد نمونه‌برداری از آثار تاریخی - فرهنگی می‌تواند اندازه‌ها و تعداد نمونه‌ها را محدود کند. اگرچه بهتر است، نمونه‌برداری تا حد امکان به الزامات بالا نزدیک باشد.

هنگام ارزیابی مواد غیرآلی متخلخل آثار تاریخی - فرهنگی، نمونه‌برداری باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۴ انجام شود.

۸-۲-۲ آماده‌سازی سطح

سطح انتخاب شده برای اجرای درمان و ارزیابی عملکرد آن، باید مسطح بوده و در حالت تر و یا خشک با کاغذ سنباده صیقل داده شده باشد. پس از صیقل دادن، آزمون‌ها باید با آب شسته شوند، به آرامی با یک برس نرم تمیز شوند و سپس به مدت ۳۰ min در آب یون‌زدایی شده غوطه‌ور شوند. در مورد مواد حساس به آب مانند سنگ گچ، باید فقط از صیقل‌زنی خشک و هوای فشرده استفاده شود.

۸-۲-۳ مشخصات اولیه قبل از درمان

اندازه‌گیری‌های مشخصات اولیه، مطابق با استانداردهای فهرست شده در بند ۴ و قبل از درمان انجام می‌شوند. هنگامی که استانداردهای فهرست شده، انتخاب یکی از وسایل را ممکن سازند، از آن وسیله انتخابی باید هم قبل و هم بعد از درمان استفاده شود.

۸-۲-۴ اندازه‌گیری جرم خشک پس از آزمون‌های مشخصات و قبل از درمان (m_{0B})

پس از اتمام کلیه آزمون‌های طبقه‌بندی، نمونه‌ها باید تا رسیدن به جرم ثابت خشک شوند. این عمل در گرم‌خانه تهویه‌دار در دمای $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ انجام می‌شود. در صورت حساس بودن مواد نسبت به دما، بهتر است پیش‌آمایش^۱ در خشکانه پر شده با مواد خشک‌کننده یا گرم‌خانه تهویه‌دار با دمای $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ انجام شود. جرم ثابت (m_{0B}) زمانی به دست می‌آید که اختلاف میان دو توزین متوالی با فاصله زمانی ۲۴h، بیش‌تر از ۰٫۱٪ جرم نمونه نباشد.

در مورد مواد دارای تخلخل کم‌تر از ۵٪، جرم ثابت زمانی به دست می‌آید که اختلاف بین دو توزین متوالی با فاصله زمانی ۲۴h، بیش‌تر از ۰٫۱۰٪ جرم آزمون باشد.

۸-۳ روش‌شناسی کاربرد درمان

۸-۳-۱ کلیات

باید از روش کاربرد توصیف شده در بندهای زیر استفاده شود، مگر این‌که به‌علت ناسازگاری مواد، این روش به‌طور ویژه منع شده باشد یا روش درمان دیگری توسط سازنده تعیین شده باشد. روش به کار رفته باید گزارش شود و هر گونه انحراف از این استاندارد، توصیف شده و در گزارش آزمون تنظیم شود.

۸-۳-۲ آماده‌سازی آزمون‌ها

قبل از درمان با استفاده از ماده آب‌گریز، آزمون‌ها باید با استفاده از یک محفظه یا خشکانه حاوی محلول اشباع منیزیم نیترات $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ با دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ، به مدت ۲۴h در دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی $(53 \pm 5)\%$ ، نگهداری شده تا آماده شوند.

۳-۳-۸ مدت درمان مواد دافع آب

مدت درمان توسط مواد دافع آب، به ترکیب شیمیایی و غلظت فرآورده/عامل شیمیایی، نوع حلال و سرعت تبخیر و تخلخل مواد بستگی دارد. بنابراین مدت درمان باید از طریق آزمون‌های اولیه بر روی نمونه‌ها محاسبه شود و در صورت وجود توصیه‌ای از جانب سازنده (برگ‌داده‌های فنی)، این توصیه‌ها مدنظر قرار گیرند.

در جایی که توصیه‌های خاصی وجود ندارد، آزمون‌های اولیه برای تعیین مدت زمان درمان باید بر مبنای فواصل زمانی ۱min، ۵min، ۱۰min، ۳۰min، ۱h، ۲h انجام شوند و میزان حفاظت بر اساس موینگی (PDC) برای هر فاصله زمانی مدل درمان محاسبه شوند (به بند ۸-۲ مراجعه شود).

۴-۳-۸ کاربرد ماده آب‌گریز بر اساس موینگی و اندازه‌گیری جرم ثابت پس از درمان (m_{0A})

الف- یک لایه بستر خشک (بند ۵-۲) با ضخامت ۱cm و قطر حداقل ۱cm بزرگ‌تر از حداکثر اندازه نمونه، بر روی کف لوله تبلور (بند ۵-۱) گذاشته می‌شود.

ب- باید ضخامت چند میلی‌متری بالایی لایه بستر با محلول دافع آب اشباع شود. بهتر است، سطح محلول بالاتر از سطح بالایی لایه بستر نباشد و در حین آزمون، در صورت نیاز با اضافه کردن محلول، سطح آن در ارتفاع ثابتی نگهداری شود.

پ- لوله تبلور، در خشکانه حاوی محلول اشباع منیزیم نیترات $Mg(NO_3)_2$ گذاشته می‌شود و به مدت یک ساعت در شرایط دمایی $(23 \pm 2)^\circ C$ آماده‌سازی می‌شود، یا به وسیله یک محفظه اقلیمی، به مدت یک ساعت در دمای $(23 \pm 2)^\circ C$ و رطوبت نسبی $(53 \pm 5)\%$ گذاشته می‌شود.

ت- آزمون‌ها در تماس با لایه بستر و به صورت رو به پایین در تماس با محلول دافع آب، به مدت از قبل تعیین شده، گذاشته می‌شوند (به بند ۸-۳-۳ مراجعه شود).

ث- در پایان درمان، آزمون‌ها برگردانده می‌شوند (به صورت رو به بالا) و روی گلوله‌ها یا میله‌های شیشه‌ای قرار داده شده و در دمای $(20 \pm 2)^\circ C$ و رطوبت نسبی $(80 \pm 5)\%$ نگهداری می‌شوند. این شرایط محیطی را می‌توان با استفاده از محفظه دارای رطوبت نسبی $(80 \pm 5)\%$ یا در خشکانه حاوی محلول اشباع آمونیوم کلرید (NH_4Cl) به‌دست آورد.

ج- آزمون‌ها باید در حین پایدارسازی، به صورت توصیه شده در زیربند ث، پس از ۱۵ روز در هر ۷ روز متوالی توزین شوند تا زمانی که به جرم ثابت برسند (m_{0A}). جرم ثابت زمانی به دست می‌آید که اختلاف بین دو توزین متوالی با فاصله زمانی ۲۴h، بیش‌تر از 0.1% جرم نمونه نباشد (m_{0A}). بهتر است، ارزیابی جرم ثابت، در شرایط یکسان با شرایط توزین قبل از درمان، انجام شود؛ زیرا در غیر این صورت، محاسبه مقدار فرآورده صحیح نخواهد بود (به یادآوری مراجعه شود).

چ- پس از پایدارسازی درمان، آزمون‌ها باید در گرم‌خانه تهویه‌دار در دمای $(60 \pm 2)^\circ C$ خشک شوند. اگر ماده نسبت به دما حساس باشد، خشک کردن باید در خشکانه پر شده با مواد خشک‌کننده در یک گرم‌خانه تهویه‌دار در دمای $(40 \pm 2)^\circ C$ قرار داده شوند، تا جرم ثابت به‌دست آید.

پایدارسازی درمان، به معنی اتمام تبخیر کامل حلال‌ها و/یا واکنش‌های مراقبتی است، با این حال بهتر است، راهنمای سازنده مورد توجه قرار گیرد. جرم ثابت نشان‌دهنده نیل به پایدارسازی است. توصیه می‌شود آزمون‌های مشخص‌سازی فقط هنگامی انجام شوند که جرم ثابت به دست آمده باشد. بهتر است، در حین کاربرد و پایدارسازی آزمون‌ها، برای جلوگیری از آلودگی، ملاحظاتی در نظر گرفته شود، به خصوص زمانی که از ملکول‌های ناپایدار به‌عنوان عامل‌های فعال استفاده شود.

۹ تعیین مقدار مواد دافع آب به کار برده شده

آزمون قبل و بعد از درمان توزین می‌شوند تا مطابق با بند چ قسمت ۸-۲-۳، از تبخیر کامل حلال اطمینان حاصل شود.

مقدار ماده آب‌گریز جذب شده (Q_p) توسط آزمون، به وسیله معادله زیر، به‌صورت اختلاف بین توزین‌های خشک قبل و بعد از درمان، تعیین می‌شود:

$$Q_p = \frac{(m_{0A} - m_{0B})}{m_{0B}} \cdot 100 \quad (1)$$

که در آن:

Q_p مقدار فرآورده درمان شده، برحسب درصد (کسر جرمی)؛

m_{0B} جرم ثابت قبل از درمان، برحسب کیلوگرم (kg)؛

m_{0A} جرم ثابت پس از درمان، برحسب کیلوگرم (kg).

۱۰ اندازه‌گیری‌ها و روش‌های ارزیابی درمان

۱-۱۰ تعیین جذب آب بر اساس

بررسی جذب آب، اطلاعاتی درباره ویژگی‌های انتقال مواد برای آب ارائه می‌کند.

استاندارد ملی ایران شماره ۲۹۰۲۰، بر مبنای روند افزایش موپینگی آب برای محاسبه ضریب جذب آب (AC) و برای تعیین مقدار آب جذب شده (Q_i) در زمان‌های مختلف، است. اندازه‌گیری‌های موپینگی، بر روی آزمون‌های درمان نشده انجام می‌شوند و پس از درمان و/یا پیرشدگی مواد درمان شده بر روی همان آزمون تکرار می‌شوند و اندازه‌گیری مقدار آب جذب شده، با همان فواصل زمانی انجام می‌شود.

قبل از درمان با استفاده از ماده آب‌گریز، آزمون‌ها باید با استفاده از یک محفظه یا خشکانه حاوی محلول اشباع منیزیم نیترات $Mg(NO_3)_2$ با دمای $(23 \pm 2)^\circ C$ ، به مدت ۲۴h در دمای $(23 \pm 2)^\circ C$ و رطوبت نسبی $(53 \pm 5)\%$ ، نگهداری شده تا آماده شوند.

شکل منحنی و شیب قسمت خطی آن، شاخصی از عملکردهای درمان‌های حفاظتی انجام شده بر روی آزمون و مشخصات مواد، ارائه می‌دهد.

نمونه‌های درمان نشده، در ابتدا نرخ بالای جذب آب را نشان می‌دهند که به دنبال آن با کاهش سریع نرخ جذب، به یک مقدار مجانب دنبال می‌شود.

این مقدار، حداکثر مقدار آب جذب شده به وسیله یک ماده در فشار اتمسفر است و به تخلخل قابل دسترس برای آب وابسته است.

شیب متفاوت قسمت خطی اولیه منحنی پس از درمان، نشان‌دهنده کاهش نرخ جذب است، در حالی که قسمت دوم منحنی، اطلاعاتی درباره توزیع فرآورده، روی سطح یا داخل ماده، ارائه می‌دهد. ارزیابی کارایی ماده دافع آب، نه فقط بر مبنای ضریب جذب آب (AC)، بلکه بر مبنای شکل منحنی جذب است. در اغلب موارد، فرآورده‌های متفاوت، ضرایب جذب آب مشابه دارند اما منحنی‌های آن‌ها پس از زمان-های آزمون بلند مدت، اشکال متفاوتی را نشان می‌دهند. کاهش شدیدتر ضریب جذب آب و Q_i برای یک آزمون درمان شده در مقایسه با آزمون درمان نشده، نشان-دهنده ظرفیت بالای درمانی آن در افزایش ویژگی دافع آب آزمون است. این ظرفیت با محاسبه میزان حفاظت (به بند ۹-۲ مراجعه شود) محاسبه می‌شود.

۲-۱۰ میزان حفاظت بر اساس موئینگی PD_C

تاثیر درمان بر جذب آب در یک زمان مشخص، به‌عنوان میزان حفاظت تعریف شده و بر مبنای معادله ۲ محاسبه می‌شود:

$$PD_{Ci}(\%) = \frac{(Q_{Bi} - Q_{Ai})}{Q_{Bi}} \cdot 100 \quad (2)$$

که در آن:

Q_{Bi} مقدار آب جذب شده در آزمون درمان نشده در زمان t_i ؛

Q_{Ai} مقدار آب جذب شده در آزمون درمان شده در زمان t_i ؛

میزان حفاظت بر اساس موئینگی (PD_C) باید در زمان‌های سپری شده ۱h، ۴h، ۸h، ۲۴h و در پایان آزمون اندازه‌گیری شود.

PD_{Ct} ارزیابی شده طی کل زمان، نشان‌دهنده مقاومت نسبت به جذب آب است که این مقاومت توسط مواد دافع آب ایجاد شده است.

مقادیر PD_{Ct} نزدیک به ۱۰۰٪ نشان می‌دهد که ماده دافع آب استفاده شده برای درمان، به‌صورت موثر جذب آب درون بستر را کاهش داده است.

۳-۱۰ تعیین نفوذپذیری بخار آب (δp)

استاندارد EN15803، روش اندازه‌گیری مقدار بخار آب عبوری از آزمون‌ها در حین زمان در شرایط استاتیکی را تعیین می‌کند. جریان یافتن بخار آب در آزمون‌ها زمانی ظاهر می‌شود که فشار نسبی بخار آب بین دو صفحه مقابل هم آزمون، متفاوت باشد.

از آنجا که دمای هوا به شدت بر تفاوت فشار نسبی بخار آب میان سطوح آزمون تاثیرگذار است، دمای هوا باید به خوبی کنترل شود. زمانی که شرایط تعادل به‌دست آمد، تراکم نرخ جریان بخار آب (بر حسب kg/m^2 به مدت ۲۴h) با اندازه‌گیری افت وزن جعبه در هر ۲۴h، محاسبه می‌شود. به طور کلی شرایط تعادل، پس از چند روز به‌دست می‌آید. آزمون‌ها باید در جام قرار داده شوند، یعنی به صورتی که وجه آن‌ها به سمت بالا باشد تا عمود بر راستای جریان بخار آب باشند.

اندازه‌گیری‌های δp ، بر روی آزمون‌های درمان نشده انجام می‌شود و پس از درمان و/یا پیرشدگی مواد درمان شده، بر روی همان آزمون‌ها و با همان سامانه انجام می‌شوند. (در استاندارد EN 15803 دو سامانه متفاوت توصیف شده است). هنگام مقایسه مواد متفاوتِ دافع آب، ضخامت و شکل آزمون‌ها باید مشابه باشد.

۴-۱۰ کاهش نفوذپذیری بخار آب (δp قرمز)

ارزیابی کاهش نفوذپذیری بخار آب (δp)، با مقایسه نفوذپذیری بخار آب قبل (δp_{bt}) و بعد (δp_{at}) از درمان در حالت تعادل، با استفاده از معادله ۳ محاسبه می‌شود:

$$\delta_{p,red} (\%) = \frac{(\delta_{pB}) - (\delta_{pA})}{(\delta_{pB})} \cdot 100 \quad (3)$$

که در آن:

$\delta_{p,red}$ کاهش نفوذپذیری بخار آب بر حسب درصد (/.)؛

δ_{pB} نفوذپذیری بخار آب قبل از درمان؛

δ_{pA} نفوذپذیری بخار آب بعد از درمان.

مقادیر $\delta_{p,red}$ نزدیک به صفر تاثیر غیرقابل چشم‌پوشی ماده آب‌گریز بر جریان یافتن بخار آب در آزمون را نشان می‌دهد.

۵-۱۰ تعیین زاویه تماس ثابت

استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۰، برای ارزیابی درجه مقاومت سطح برای دفع آب استفاده شده است. تعیین زاویه تماس استاتیکی، بر روی آزمون‌های درمان نشده انجام می‌شود و پس از درمان/یا پیرشدگی مواد درمان شده، بر روی همان آزمون‌ها انجام می‌شود.

زاویه تماس θ یک مایع بر روی یک سطح، برای تخمین خواص رطوبتی مواد، با محاسبه کشش سطحی جامد-مایع-گاز، استفاده می‌شود.

افزایش زاویه تماس، نشان‌دهنده افزایش قابلیت دفع آب سطح است.

اندازه‌گیری‌های زاویه تماس با تناوب زیاد، به دلیل جذب خیلی سریع آب توسط سطح آزمون، نمی‌توانند بر روی سطوح درمان نشده انجام شوند. همان آزمون‌های یکبار درمان شده، قابلیت اندازه‌گیری زاویه تماس را نشان می‌دهند و بنابراین این موضوع می‌تواند به‌عنوان افزایش مقدار زاویه تماس، تفسیر شود.

مقادیر کمتر از 90° ، مقاومت دفع آب را کمتر نشان می‌دهند، در حالی که مقادیر بیش‌تر از 90° ، نشان‌دهنده مقادیر خوب مقاومت دافعی جذب سطوح هستند. بالا بودن این مقدار، بیش‌تر نشان‌دهنده درمان موثرتر است.

۶-۱۰ اندازه‌گیری رنگ سطوح

اندازه‌گیری رنگ سطوح مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۱، بر روی آزمون‌های درمان نشده انجام می‌شود و پس از درمان/یا پیرشدگی مواد درمان شده، روی همان آزمون‌ها تکرار می‌شود. زمانی که تعداد خوانش‌ها تعیین شده است، نقاط اندازه‌گیری رنگ پس از درمان، باید با ارجاع به مختصات تعیین شود تا تکرار دقیق اندازه‌گیری آن تضمین شود. بسته به ابعاد آزمون، یک شبکه مرزبندی مشبک ناحیه اندازه‌گیری برای این هدف، می‌تواند مفید باشد.

محاسبه تفاوت رنگ کل (ΔE^*) بین دو اندازه‌گیری ($L^*_A a^*_A b^*_A$ و $L^*_B a^*_B b^*_B$)، فاصله هندسی میان موقعیت‌های آن‌ها در فضای رنگی CIELAB است. این عدد بر مبنای معادله ۴، گزارش شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۱، محاسبه می‌شود:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4)$$

مقادیر ΔE^* نزدیک به صفر به این معناست که هیچ تغییر رنگی رخ نداده است. مقادیر ΔE^* کم‌تر از ۲ متناظر با تغییرات قابل قبول است، زیرا این تغییرات به سختی با چشم غیرمسلح تشخیص داده می‌شوند. به علاوه ضروری است، تفاوت مختصات رنگ‌سنجی متفاوت به صورت ذیل گزارش شود:

$$\begin{aligned} \Delta L^* &= L^*_A - L^*_B \\ \Delta a^* &= a^*_A - a^*_B \\ \Delta b^* &= b^*_A - b^*_B \end{aligned}$$

۷-۱۰ تعیین جذب آب با روش لوله

اندازه‌گیری‌ها، بر روی آزمون‌های درمان نشده انجام می‌شود و پس از اعمال درمان/یا پیرشدگی مجدداً بر روی همان آزمون‌ها و با استفاده از همان سامانه، تکرار می‌شوند.

این روش آزمون برای اندازه‌گیری نرخ عبور آب از درون مواد متخلخل، مفید است. این آزمون، با اندازه‌گیری حجم آب جذب شده از طریق یک سطح تعیین شده تحت فشار کم و در یک زمان مشخص، انجام می‌شود. این آزمون را می‌توان در آزمایشگاه یا به صورت برجا یا میدانی انجام داد و می‌توان برای اندازه‌گیری انتقال عمودی و افقی آب به کار برد. نفوذ آب باران به سطوح دیوار ناشی از انتقال افقی آب است. نرخ نفوذ آب در شرایط واقعی، به شرایط باد غالب و همچنین ترکیب و موقعیت سطوح در معرض آن، بستگی دارد.

۸-۱۰ میزان حفاظت از جذب آب بر اساس روش لوله (PD_{LP})

میزان حفاظت در فشار پایین، با استفاده از معادله ۵ ارزیابی می‌شود:

$$PD_{LP}(\%) = \frac{(W_f)_B - (W_f)_A}{(W_f)_B} \cdot 100 \quad (5)$$

که در آن:

PD_{LP} میزان حفاظت در فشار پایین؛

$(W_f)_B$ مقدار آب جذب شده در پایان آزمون قبل از درمان؛

$(W_f)_A$ مقدار آب جذب شده در پایان آزمون بعد از درمان.

تعیین میزان حفاظت در آزمایشگاه و همچنین به صورت برجا یا میدانی، قبل و بعد از درمان، امکان‌پذیر است.

مقادیر $PDLP$ نزدیک به ۱۰۰٪ نشان‌دهنده موثر بودن مواد دافع آب در کاهش نفوذپذیری آب به درون زیرلایه (بستر) است.

۹-۱۰ تعیین ویژگی‌های خشک‌شوندگی

آزمون خشک‌شوندگی، اطلاعات مفیدی درباره ویژگی‌های رطوبتی و هیدروژنی مواد متخلخل ارائه می‌کنند و تعیین خاصیت تاثیر آب و پدیده انتقال بخار را از طریق آن‌ها، امکان‌پذیر می‌کند (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۳۸ مراجعه شود).

رفتار خشک‌کنندگی مواد متخلخل به موارد زیر بستگی دارد:

- خصوصیات مصالح؛

- شرایط مرزی (دما، رطوبت نسبی، سرعت هوا).

ویژگی‌های مصالح، بر نرخ و حجم انتقال رطوبت درون مصالح تاثیرگذار است.

ترکیب شرایط اقلیم و انتقال، یعنی شرایط مرزی، سرعت انتقال رطوبت به اتمسفر را بیان می‌کنند.

تبخیر زمانی رخ می‌دهد که شیب رطوبتی میان محیط بیرونی و ماده وجود داشته باشد.

افت وزن وابسته به زمان را می‌توان به دو مرحله تقسیم کرد:

- اولین مرحله خشک‌شوندگی (که در آن سطح مرطوب است) به طور عموده با انتقال آب به سطح، که در

ادامه تبخیر رخ می‌دهد، مشخص می‌شود. فرآیند خشک‌شوندگی در شرایط مرزی محدود می‌شود.

- دومین مرحله تبخیر (که در آن سطح خشک است) با کاهش انتقال مایع مشخص می‌شود. افزایش انتشار

بخار آب، در اثر ویژگی‌های ماده محدود می‌شود.

دوره زمانی انتقال میان مرحله خشک‌شوندگی اول و دوم، نقطه شکنج^۱ (یا نقطه تغییر شیب) نامیده می‌شود.

نقطه شکنج زمانی رخ می‌دهد که انتقال آب به سطح، دیگر امکان‌پذیر نیست و تنها مکانیزم انتشار کم اثری

در دسترس باقی می‌ماند.

ارزیابی کاهش نرخ خشک‌شوندگی (D_{1Bred})، با مقایسه سرعت خشک‌شوندگی قبل از درمان (D_{1B}) و بعد از

درمان (D_{1A})، با استفاده از معادله ۶ به دست می‌آید:

$$D_{1red}(\%) = \frac{D_{1B} - D_{1A}}{D_{1B}} \cdot 100 \quad (6)$$

که در آن:

D_{1B} سرعت خشک‌شوندگی متناظر اولین مرحله قبل از درمان؛

D_{1A} سرعت خشک‌شوندگی متناظر با اولین مرحله بعد از درمان؛

D_{1red} کاهش سرعت خشک‌شوندگی، برحسب درصد (٪).

مقادیر کم D_{1red} نشان می‌دهد که ماده آب‌گریز تداخل کم‌تری در رفتار خشک‌شوندگی دارند.

1 - Knick-point

هنگام مقایسه دو فرآورده دارای میزان حفاظت یکسان، مقدار $D_{1\text{red}}$ کم‌تر، نشان‌دهنده تغییرات تعیین‌کننده کم‌تری است.

۱۱ گزارش آزمون

۱-۱۱ اطلاعات کلی

الف- ارجاع به این استاندارد؛

ب- نام و نشانی آزمایشگاه انجام دهنده آزمون؛

پ- نام و نشانی محل انجام درمان و آزمون‌ها، اگر متفاوت با زیربند ب باشد؛

ت- نوع، نام، منشاء، توصیف ماده غیرآلی متخلخل شامل مواد شیمیایی، مشخصات سنگ‌شناسی، کانی-شناسی و فیزیکی (در صورت وجود)، مطابق با استانداردهای موجود؛

ث- تعداد، شکل، ابعاد هر مجموعه از نمونه‌های استفاده شده برای انجام آزمون‌های مختلف: در صورت وجود هر گونه راستای ناهمسان‌گردی در سطح درمان شده، آن را مشخص کنید. در صورت وجود بیش‌تر از یک عملیات درمان، تعداد آزمون‌ها برای درمان را مشخص کنید؛

ج- شناسه مواد دافع آب، توصیف معادله‌های شیمیایی ماده فعال و غلظت‌ها، نام‌ها و نسبت‌های حلال‌ها، در صورت وجود از برگ‌داده‌های فنی و شیمیایی استخراج شوند؛

چ- توصیف روش دافع آب به‌کار رفته، شامل تعداد دفعات کاربرد و دفعات پایدارسازی؛

ح- جرم خشک پس از آزمون‌های مشخصات و قبل از درمان؛

خ- جرم خشک پس از درمان؛

د- مقدار ماده آب‌گریز باقی‌مانده پس از پایدارسازی (یعنی تبخیر حلال و یا فرآوری)؛

ذ- تاریخ انجام درمان و آزمون (روز/ماه/سال)؛

۱۱-۲ تعیین جذب آب بر اثر خاصیت مویینگی

الف- تاریخ انجام آزمون (روز/ماه/سال)؛

ب- ضریب جذب آب مویینگی (AC) قبل و بعد از درمان؛

پ- مقادیر Q_i و فواصل زمانی (t_i) قبل و بعد از درمان یا نمودارهای مقادیر Q_i به‌صورت تابعی از مجذور فواصل فواصل زمانی $t_i^{1/2}$ ؛

ت- Q_{Bi} ، مقدار آب جذب شده در آزمون‌ها درمان نشده در زمان‌های t_i ؛

ث- Q_{Ai} ، مقدار آب جذب شده در آزمون‌ها درمان شده در زمان‌های t_i ؛

ج- میزان حفاظت PD_{Ci} بر اساس مویینگی در زمان‌های t_i .

۱۱-۳ تعیین نفوذپذیری بخار آب

الف- تاریخ انجام آزمون (روز/ماه/سال)؛

ب- شرایط محیطی آزمون (دما و رطوبت نسبی) و سامانه انتخاب شده؛

پ- δ_{PB} ، نفوذپذیری بخار آب قبل از درمان؛

ت- δ_{PA} ، نفوذپذیری بخار آب بعد از درمان؛

ث- $\delta_{P\text{red}}$ ، کاهش نفوذپذیری بخار آب.

۴-۱۱ اندازه‌گیری رنگ سطوح

الف- تاریخ انجام آزمون (روز/ماه/سال) مشخصات فنی هندسی، روشنایی مشاهده‌گر استاندارد و اینکه آیا مولفه آینه کنار گذاشته شده است یا نه، مجموعه داده‌های رنگی (L^*_A, a^*_A, b^*_A و L^*_B, a^*_B, b^*_B) قبل و بعد از فرآیند درمان؛

ب- تفاوت رنگ کل ΔE^* ؛

پ- تفاوت برای یک مختصات رنگ‌سنجی منفرد ΔL^* ، Δa^* ، Δb^* ؛

۵-۱۱ اندازه‌گیری جذب آب بر اساس روش لوله

الف- تاریخ انجام آزمون (روز/ماه/سال)، نوع لوله استفاده شده و قطر ناحیه اندازه‌گیری؛

ب- مدت زمان انجام آزمون؛

پ- W_{fB} ، مقدار آب جذب شده قبل از درمان و پس از پایان آزمون؛

ت- W_{fA} ، مقدار آب جذب شده پس از درمان و پس از پایان آزمون.

۶-۱۱ تعیین خصوصیات خشک‌شوندگی

الف- تاریخ انجام آزمون (روز/ماه/سال)؛

ب- D_{1B} ، سرعت خشک‌شوندگی متناظر با اولین مرحله خشک کردن قبل از درمان؛

پ- D_{1A} ، سرعت خشک‌شوندگی متناظر با اولین مرحله خشک کردن بعد از درمان؛

ت- $D_{1\text{red}}$ ، کاهش سرعت خشک‌شوندگی.

۷-۱۱ تعیین زاویه ثابت

الف- تاریخ انجام آزمون (روز/ماه/سال)؛

ب- نوع ابزار دقیق و نوع میکروپی‌پت (ماده و حجم قطره کوچک)؛

پ- θ_B ، مجموعه داده‌های زاویه تماس استاتیکی قبل از درمان؛

ت- θ_A ، زاویه تماس استاتیکی بعد از درمان.

۸-۱۱ اندازه‌گیری براقیت

الف- تاریخ انجام آزمون (روز/ماه/سال)؛

ب- زاویه تابش؛

پ- نتایج آزمون، مطابق با بند ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۶۴۵۵؛

ت- هر گونه انحراف از روش آزمون تعیین شده.

۹-۱۱ عملکردهای بلندمدت پس از آزمون‌های پیرشدگی

در مورد ارزیابی عملکردهای بلندمدت از طریق آزمون پیرشدگی، داده‌های به‌دست آمده طی اولین مرحله از این آزمون باید گزارش شوند. در رابطه با روش‌شناسی پیرشدگی، در صورتی که روش منتخب استاندارد نشده باشد، باید توصیفی از روش‌شناسی به‌کار رفته گزارش شود.

- [1] ALESSANDRINI G., LAURENZI TABASSO M. The protection of stone: the current situation in Italy and the Mediterranean countries. *Science and Technology for Cultural Heritage*. 1993, **2** pp. 191–199
- [2] ALESSANDRINI G., FASSINA V., MATTEOLI U. Round table: The protection of stone materials. The state of art. *Science and Technology for Cultural Heritage*. 1993, **2** pp. 213–220
- [3] APPOLONIA L., FASSINA V., MATTEOLI U., MECCHI A.M., NUGARI M.P., PINNA D. et al. (1995). Methodology for the evaluation of protective products for stone materials. Part II: Experimental tests on treated samples, in *International Colloquium Methods for evaluating products for the conservation of porous building materials in monuments*, Rome 19-21 June 1995, pp. 301-316
- [4] BRUCHERTSEIFER C., BRUGGERHOFF S., GROBE J., STOPPEK-LANGNER K. (1995). Long term exposure of treated natural stone. Development and first results of a testing concept, in Wittmann, F.H., Siemes, A.J.M. and Verhoef, L.G.W., eds., *Proceedings of the First International Symposium on Surface Treatment of Building Materials with Water Repellent Agents*, Delft, University of Technology, Faculty of Architecture, Delft, pp. 27/1-27/11
- [5] CHAROLA A.E. (1995). Water repellent treatments for building stones: A practical overview. In: *APT Bulletin*, 24, (2-3), pp. 10-17
- [6] CHAROLA A.E. Water repellents and other protective treatments: a critical review. *International Journal for Restoration of Buildings and Monuments*. 2003, **9** (1) pp. 3–22
- [7] DE CLERCQ, H. & DE WITTE, E., (2002). Effectiveness of commercial silicon based water repellents applied under different conditions, in *International Journal for Restoration of Buildings and Monuments*, 8, 2002, n. 2-3, pp.149-164
- [8] DELGADO RODRIGUES J., CHAROLA A.E. General report on water repellents. *Science and Technology for Cultural Heritage*. 1996, **5** pp. 93–103
- [9] DE WITTE E., VERHEYEN A., DE BRUYN R., PIEN A. Surface protectants for stone materials: the current situation in Northern Europe. *Science and Technology for Cultural Heritage*. 1993, **2** pp. 173–181
- [10] DE WITTE E., DE CLERQ H., DE BRUYN R., PIEN A. (1 995). Systematic testing of water repellent agents, in Wittmann, F.H. Siemes, A.J.M. and Verhoef, L.G.W., eds., *Proceedings of the First International Symposium on surface treatment of building materials with water repellent agents*, Delft, University of Technology, Faculty of Architecture, Delft, pp. 501-510
- [11] DE WITTE E., FLORQUIN S., TERFVE A. (1983), The efficiency of water repellents for historic buildings, Wittmann, F.H. ed., *Materials Science and Restoration*, Filderstadt, pp. 131-135
- [12] FASSINA V., BORSELLA S., NACCARI A., FAVARO M. Water repellent treatment on the brick wall of the external facade of the Scrovegni Chapel in Padua. In: *Conservation of Historic brick structure*, (BAER N.S., FITZ S., LIVINGSTONE E.A., eds.). Donhead Publishing Ltd, 1998, pp. 294–310.
- [13] FASSINA V. Il comitato europeo di normativa CEN/TC 346 Conservazione dei Beni Culturali, in *La normativa per i Beni Culturali*, a cura di G. Alessandrini e V. Fassina, Kermes, Luglio-settembre. 2008, XXI pp. 14–30
- [14] FASSINA V. (2010). Surface protection of porous inorganic materials, in *Basic Environmental Mechanisms affecting cultural heritage - Understanding deterioration*

- mechanisms for conservation purposes, (eds.) D. Camuffo, V. Fassina, J. Havermans, Nardini editore, Firenze, 2010, p. 178
- [15] GEICH H. (2004). Recent development in protecting facades with silicones, Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and conservation of Stone, Stockholm June 27-July 2, 2004, 363-369
- [16] KNÖFEL, D.K., HOFFMANN, D. & SNETHLAGE, R., (1982). Physico-chemical weathering reactions as a formulary for time-lapsing ageing tests, TC 58-VPM Rilem Committee
- [17] LAURENZI TABASSO, M. & SIMON, S. (2006). Testing methods and criteria for the selection/evaluation of products for the conservation of porous building materials, Review in Conservation, N. 7, 2006, 67-82
- [18] MATTEOLI U. Methodology for the evaluation of stone treatments. Science and Technology for Cultural Heritage. 1993, 2 pp. 205–211
- [19] PIEN A., VANHELLEMONT Y. A comparison of European test procedures for water-repellent products. International Journal for Restoration of Buildings and Monuments. 2003, 9 (1) pp. 79–96
- [20] SASSE H.R., SNETHLAGE R. In: Methods for the Evaluation of Stone Conservation Treatments, Saving Our Architectural Heritage: The Conservation of Historic Stone Structures, N. (BAER S., SNETHLAGE R., eds.). 1997, pp. 223–43.
- [21] VAN HEES, R.P.J. (1996). Evaluation of the performance of surface treatments for the conservation of historic brick masonry, in Protection and Conservation of the European Cultural Heritage, Research report n. 7, pp. 205
- [22] VON PLEWE-LEISE E., WARSCHEID T., LEISEN H. (1996) Studies of Long term behavior of conservation agents and microbial contamination on twenty years exposed treated sandstone cubes, in Riederer, J., ed., Proceedings of the 8th International Congress on deterioration and Conservation of Stone, Berlin, pp. 1029-1037
- [23] WENDLER E., KLEMM D.D., SNETHLAGE R. Consolidation and hydrophobic treatment of natural stone. In: Durability of Building Materials and Components, (BAKER J.M., NIXON P.J., MAJUMBAR A.J., DAVIES H., eds.). London, 1991, pp. 201–13.
- [24] WENDLER E. New materials and approaches for the Conservation of Stone. In: Saving Our Cultural Heritage. The Conservation of Historic Stone Structures, (BAER N.S., SNETHLAGE R., eds.). Chichester, 1997, pp. 181–96.
- [25] WENDLER E. (1995). Treatment of porous building material with water repellent agents-Ristoration or Protection? Case studies on efficiency and durability, Wittmann, F.H. Siemes, A.J.M. and Verhoef, L.G.W. eds., Proceedings of the 1st International Symposium on Surface Treatment of Building materials with water repellent agents, Delft University of Technology, Delft, pp. 25/1-25/11
- [26] KIK-IRPA. In: LRMH, TNO Bouw, PDM-DIS, Salt Compatibility of Surface Treatments (SCOST), final report contract N. ENV4-CT98-0710, 1998-2000. (DE WITTE E., VERGÈS BELMIN V., DE CLERCQ H., VAN HEES R., MIQUEL A., BROMBLET P. et al., eds.).
- [27] WTA-Merkblatt 3-17-10 Hydrophobierende Imprägnierung von mineralischen Baustoffen (WTA Guideline 3-17-10 Water-repelling impregnation of mineral building materials