

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز مطالعات ملی و محیط



جمهوری اسلامی ایران
وزارت مسکن و شهرسازی

بررسی برخی اندوذهای نمای بیرونی

محمد حسین ماجدی اردکانی

فاطمه جعفرپور - فهمیه فیروزیار

مشاور: مهندس محمد تقی فرقدانی

گزارش تحقیقاتی

نشریه شماره: گ - ۴۸۴

چاپ اول: ۱۳۸۷

سرشناسه	: ماجدی اردکانی، محمدحسین، ۱۳۴۴ -
عنوان و نام پدیدآور	: بررسی برخی اندودهای نمای بیرونی / محمدحسین ماجدی اردکانی، فاطمه جعفرپور، فهیمه فیروزیار؛ مشاور محمدتقی فرقانی.
مشخصات نشر	: تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری	: م. ۶۱ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن: ۴۸۴.
شابک	: 978-964-9903-59-0
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان به انگلیسی: M.H. Majedi Ardakani, F. Jafarpour, F. Firouzyar. An investigation on some conventional rendering mortar
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۵۹] - ۶۱
موضوع	: اندودکاری.
موضوع	: بنائی.
موضوع	: ساختمان‌سازی.
شناسه افزوده	: جعفرپور، فاطمه
شناسه افزوده	: فیروزیار، فهیمه، ۱۳۴۷ -
شناسه افزوده	: فرقانی، محمدتقی
شناسه افزوده	: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۸۷ ب۲ م/۱۳۱۳ THA
رده‌بندی دیویی	: ۶۹۳/۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۱۹۱۶۵۹

مصوبه شماره ۸۷/۵۵۹ چاپ کتاب، شورای علمی انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

بررسی برخی اندودهای نمای بیرونی

محمدحسین ماجدی اردکانی، فاطمه جعفرپور، فهیمه فیروزیار / مشاور: مهندس محمدتقی فرقانی

نشریه شماره: گ - ۴۸۴، چاپ اول: ۱۳۸۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۷۰۰۰ ریال

تنظیم برای چاپ: نسرین مقدس

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ناشر: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر به ناشر تعلق دارد.

نشانی: تهران، بزرگراه فضل ا... نوری، خیابان پاس فرهنگیان، خیابان ارشاد، خیابان سوم،

صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۱۴۵

تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ / دورنگار: ۸۸۲۵۵۹۴۱

پست الکترونیکی: president@bhrc.ac.ir / صفحه الکترونیکی: http://www.bhrc.ac.ir

دفتر فروش: تهران، خیابان ولی عصر، میدان ولی عصر، مجتمع اطری - تجاری ولی عصر، واحد ۸۲ / تلفن: ۸۸۴۴۰۳۶۰

ISBN: 978-964-9903-59-0

شماره شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۹۹۰۳-۵۹-۰۰

پیشگفتار

اندودکاری یکی از شیوه‌های متداول نماسازی است که با فرهنگ معماری ایران آمیخته شده است و استفاده از آن، قدمت دیرینه دارد. ساختمان‌های تاریخی فراوانی وجود دارند، که با اندودهایی، مانند کاهگل و ساروج نماسازی شده‌اند. مشاهده‌ی نمای این ساختمان‌ها، حکایت از دوام خوب آن‌ها در طول سالیان متمادی دارد.

به مرور زمان و با رشد فناوری در جامعه و رواج مصالح و فراورده‌های ساختمانی نوین، انواع جدیدی از اندودهای نما که بیش‌تر بر پایه‌ی پلیمرها هستند، ساخته شده‌اند و مصرف آن‌ها به ویژه در نماسازی ساختمان‌های بلند، گسترش روزافزون دارد. مشاهده‌ی نمونه‌های اجرا شده‌ی این نماها نشان می‌دهد که دوام خوبی ندارند و پس از مدت کوتاهی نقایص زیادی پیدا می‌کنند.

پایین بودن کیفیت این دسته از نماها را باید در ناسازگاری با شرایط اقلیمی و محیطی، کمبود استانداردهای تعیین کیفیت، نبود تعریف دقیقی از ویژگی‌ها و ناکارایی شیوه‌های اجرا جستجو کرد. توجه به این مسائل، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن را بر آن داشته است که با تحقیق پیرامون این موضوع، وضعیت کیفی اندودهای متداول را بسنجد.

مطالعات و بررسی‌های آزمایشگاهی انجام شده، نشان می‌دهد که در ایران قابلیت تولید ملات‌های اندود مطابق ویژگی‌های استاندارد وجود دارد، ولی دست‌اندرکاران ساخت و ساز توجه کافی به موضوع کیفیت ندارند و هر آن‌چه تولید می‌شود مورد استفاده قرار می‌دهند. از این راه هر سال مبالغ هنگفتی از سرمایه‌های ملی ضرف تولید و مصرف فراورده‌های بدون کیفیت می‌شود.

براساس مطالعات صورت‌گرفته در این تحقیق، که در قالب گزارش تحقیقاتی «بررسی برخی اندودهای نمای بیرونی» به چاپ می‌رسد، الگوی تعیین کیفیت اندودهای نما ارائه شده است و کاربران و تولیدکنندگان می‌توانند بر مبنای آن، انواع اندودهای نما را تعیین کنند.

سید محمود فاطمی عقدا

رئیس مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ج	پیشگفتار.....
ک	چکیده.....
۱	فصل اول: کلیات.....
۱-۱	۱-۱ پیشینه استفاده از اندودها.....
۴	۲-۱ تعاریف.....
۵	۳-۱ هدف از اندودکاری.....
۵	۴-۱ تقسیم‌بندی ملات‌های اندود بر حسب ماده چسباننده آن‌ها.....
۵	۵-۱ ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی ملات‌ها.....
۶	۶-۱ دستگاه اندازه‌گیری میزان چسبندگی ملات اندود به سطح زیر کار.....
۹	فصل دوم: ملات‌های اندود معدنی.....
۹	۱-۲ ملات‌های اندود با مواد چسباننده معدنی.....
۱۰	۲-۲ انواع ملات‌های اندود با مواد چسباننده معدنی.....
۱۳	۳-۲ ویژگی‌های مصالح.....
۱۳	۱-۳-۲ سیمان.....
۱۳	۲-۳-۲ آهک.....
۱۳	۳-۳-۲ گچ.....
۱۳	۴-۳-۲ ماسه.....
۱۴	۵-۳-۲ پودر رنگ (رنگ‌دانه).....
۱۴	۶-۳-۲ مواد افزودنی.....
۱۵	۷-۳-۲ شبکه فلزی، تور سیمی.....
۱۵	۴-۲ تجربه‌های آزمایشگاهی برای بررسی خواص اندودهای معدنی.....

۱۵	۱-۴-۲ اندود ماسه - سیمان
۱۶	۲-۴-۲ اندود گچ
۱۶	۳-۴-۲ اندود گچ و آهک
۱۸	۵-۲ پوشش‌های ضد حریق
۲۰	۱-۵-۲ رنگ‌های خنثی در برابر آتش
۲۰	۲-۵-۲ پوشش‌های کندسوز شده
۲۰	۳-۵-۲ پوشش‌های مقاوم در برابر آتش
۲۱	فصل سوم: ملات‌های اندود پلیمری
۲۱	۱-۳ ملات‌های اندود با مواد چسباننده پلیمری (پوشش‌های آلی)
۲۲	۲-۳ خصوصیات اندودهای پلیمری
۲۵	۳-۳ معایب پوشش‌های پلیمری
۲۷	۴-۳ فرمول‌بندی یک ملات رزینی امولسیون
۲۸	۵-۳ انواع رزین‌ها
۲۸	۱-۵-۳ رزین‌های آلکیدی
۲۸	۲-۵-۳ رزین‌های پلی استر
۲۹	۳-۵-۳ پلی وینیل استات و کوپلیمرهای وینیل استات و اتیلن
۳۰	۴-۵-۳ اکریلیک
۳۰	۵-۵-۳ پلی اورتان
۳۱	۶-۵-۳ رزین‌های سیلیکونی
۳۶	۶-۳ نوعی از اندودهای پلیمری سپر حرارتی
۳۶	۷-۳ نمای عایق خارجی
۳۷	۸-۳ سامانه نمای عایق خارجی
۳۸	۹-۳ نکات کلی پیرامون نصب نمای عایق خارجی
۴۱	فصل چهارم: مشکلات متداول اندودهای نما
۴۱	۱-۴ خرابی‌های اندود نما
۴۱	۲-۴ خرابی‌های ناشی از مشکلات اجرایی و طراحی
۴۴	۳-۴ خرابی‌های ناشی از میعان
۴۵	۱-۳-۴ عوامل ایجادکننده میعان
۴۶	۲-۳-۴ اثرها و مخاطرات میعان در پوسته ساختمان



۴-۴	خرابی ناشی از یخ‌بندان	۴۷
۴-۵	آلودگی اندوهای نما	۴۷
۴-۵-۱	آلودگی‌های محیطی	۴۸
۴-۵-۲	آلودگی‌های ساختاری	۵۰
۴-۵-۳	آلودگی‌های تصویری و نوشتاری	۵۰
فصل پنجم: نتایج آزمایش‌های تعیین کیفیت چند نمونه اندود در ایران		
۵۳	مقدمه	۵۳
۵۳	۱-۵ نتایج آزمایش‌های ملات اندود با چسباننده معدنی	۵۳
۵۶	۲-۵ روش و نتایج آزمایش‌های ملات اندود با چسباننده پلیمری	۵۶
۵۸	۳-۵ نتیجه‌گیری	۵۸
۶۱	مراجع	۶۱

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان جدول

۶	جدول ۱-۱ ویژگی‌های فیزیکی ملات‌های مختلف براساس استاندارد ASTM C270
۷	جدول ۲-۱ نسبت‌های حجمی و مقاومت فشاری نمونه‌های مکعبی ملات‌ها
۱۷	جدول ۱-۲ نتایج آزمایش‌های به عمل آمده بر روی گچ آمیخته و نمونه شاهد
۱۸	جدول ۲-۲ نتایج آزمایش‌های به عمل آمده بر روی گچ آمیخته و آهک
۲۷	جدول ۲-۳ فرمول‌بندی یک ملات اندود پلیمری تجاری
۳۵	جدول ۳-۳ تراوایی پوشش‌های سیلیکاتی
۳۵	جدول ۴-۳ فرمول ساخت نمونه‌ای از ملات‌های اندود سیلیکونی
۵۴	جدول ۱-۵ نسبت‌های اختلاط (حجمی) ملات‌های اندود ساخته شده
۵۴	جدول ۲-۵ مشخصات مکانیکی نمونه‌های ملات ساخته شده (MPa)
۵۴	جدول ۳-۵ نتایج تجزیه شیمیایی پودر سنگ مصرفی
۵۴	جدول ۴-۵ نتایج تجزیه شیمیایی آهک مصرفی
۵۴	جدول ۵-۵ نتایج تجزیه شیمیایی تراس مصرفی
۵۵	جدول ۶-۵ نتایج تجزیه شیمیایی سیمان مصرفی (نوع ۲ تهران)
۵۵	جدول ۷-۵ مشخصات فیزیکی سیمان مصرفی (نوع ۲ تهران)
۵۵	جدول ۸-۵ مشخصات مکانیکی سیمان مصرفی (نوع ۲ تهران)
۵۵	جدول ۹-۵ نتایج دانه‌بندی ماسه مورد مصرف در ساخت ملات
۵۶	جدول ۱۰-۵ نتایج دانه‌بندی پودر سنگ مورد مصرف در ساخت ملات

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان شکل
۴۲	شکل ۴-۱ نمونه‌ای از مشکلات اجرایی در اندودکاری
۴۲	شکل ۴-۲ عدم تعبیه پیشانی در ساختمان برای محافظت از سطح اندودکاری شده
۴۳	شکل ۴-۳ نمونه‌ای از خرابی اندود در زیر ناودان‌ها
۴۳	شکل ۴-۴ نمونه‌ای از خرابی اندود در زیر پیش‌آمدگی
۴۴	شکل ۴-۵ نمونه‌ای از ترک‌های ایجاد شده در اندود روی کلاف قائم بتنی
۴۴	شکل ۴-۶ خرابی اندود بر اثر پدیده میعان در دیوار خارجی یک استخر سرپوشیده
۴۵	شکل ۴-۷ رشد خزه روی دیوار به علت وجود رطوبت در آن
۴۹	شکل ۴-۸ آلودگی‌های ناشی از نشستن دوده بر روی اندود نمای خارجی
۵۰	شکل ۴-۹ شوره زدگی بر روی اندود نما
۵۶	شکل ۵-۱ منحنی دانه‌بندی ماسه مورد مصرف
۵۶	شکل ۵-۲ منحنی دانه‌بندی پودر سنگ مورد مصرف

چکیده

در این تحقیق، علاوه بر شناسایی و معرفی برخی از انواع اندودهای نمای متداول در ایران؛ چه با چسباننده‌های معدنی و چه پلیمری؛ بر روی ۱۰ نمونه از اندودهای نمای بیرونی متداول، آزمایش‌های لازم مطابق با استانداردهای ملی یا بین‌المللی به عمل آمده است.

در مطالعات آزمایشگاهی به عمل آمده، مواد اولیه و نمونه‌های ملات اندود با چسباننده‌های معدنی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، و خواص آن‌ها ارائه شده است. همچنین، ۶ نمونه از اندود نمای بیرونی با چسباننده‌های پلیمری، از بازار تهیه و مطابق استانداردهای معتبر مورد آزمایش‌های مقاومت در برابر عوامل جوی و پاشش نمک، سختی، جذب آب، مقاومت کششی، چسبندگی به سطح زیرکار، چسبندگی به سطح زیرکار بعد از غوطه‌وری در آب، و مقاومت در برابر چرخه‌های گرما و سرما قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که از میان ۶ نمونه، ملات با چسباننده پلیمری، تنها دو نمونه با ویژگی‌های استاندارد مطابقت داشته‌اند.

مقدمه

در ایران، استفاده از اندودکاری برای نماسازی، قدمت دیرینه دارد و ساختمان‌های تاریخی فراوانی وجود دارند، که با اندودهایی مانند کاهگل و ساروج نماسازی شده‌اند. مشاهده‌ی نمای این ساختمان‌ها، حکایت از دوام خوب آن‌ها در طول سالیان متمادی استفاده دارد. فردوسی در شاهنامه آورده است:

زکندن چو گشتند مردان ستوه دید آمد از خاک جایی چو کوه
یکی خانه‌ای کرده از پخته خشت به ساروج کرده بسان بهشت

امروزه نیز اندودها با مزایایی مانند سبکی، آسانی اجرا، و قیمت کمتر نسبت به سایر نماها، مصرفی روزافزون دارند. همچنین، گوناگونی آن‌ها از نظر جنس و ویژگی‌ها، موجب گسترش دامنه‌ی مصرف آن‌ها شده است.

در صنعت ساختمان، اندودهای نما، با ترکیبات مختلف و نام‌های گوناگون متداول شده‌اند. گرچه هنوز در ایران، اجرای آن‌ها به صورت سنتی و با ابزار ساده انجام می‌شود، ولی در برخی کشورها، پیشرفت‌های خوبی در اجرا حاصل شده است.

شاید بتوان گفت: سیمای امروزی شهرها، تا حدود زیادی متأثر از این نماهاست. کمتر ساختمان بلندی وجود دارد که نمای آن اندود نشده باشد. برای نماسازی خانه‌های ارزان قیمت نیز بیشتر از اندودها استفاده می‌شود. نگاهی گذرا به این اندودها در سطح شهر، معایب مشخصی را پدیدار می‌سازد. برای مثال، بیشتر آن‌ها بعد از مدت کوتاهی ترک خورده و یا این‌که طبله شده‌اند. شوره‌زدگی، پوسته شدن، و تغییر رنگ از معایب مهم آن‌هاست. تجربه نشان داده است، این معایب به دلیل عدم توجه به کیفیت مصالح متشکل، سطح زیرکار، ضخامت، تعداد لایه‌ها، نسبت‌های اختلاط، عمل‌آوری، و شرایط محیطی ایجاد می‌شوند، تا جایی که می‌توان گفت: آن‌ها در گروه نماهای کم‌دوام جای دارند. اما واقعیت این



است که توجه به مسائل فوق، و رعایت نکته‌های فنی، می‌تواند از میزان معایب آن‌ها بکاهد و بر دوام آن‌ها بیفزاید. برای رسیدن به این سطح، لازم است ضمن شناخت انواع اندودهای نما، استانداردهایی برای تعیین کیفیت و ویژگی آن‌ها تدوین شود.

این موضوع، هدف این پژوهش است و گزارشی که در پیش رو دارید، دربرگیرنده مطالبی برای رسیدن به این هدف است. در این گزارش تلاش شده است، انواع اندودهای نما نیز معرفی شود. البته روشن است در گام‌های بعدی باید شیوه انتخاب، طراحی، و آیین اجرای این نماها با توجه به دانش فنی موجود در کشور تدوین شود.