

تحقیقی در خصوص خطاهای دیده شده در

سیستم‌های نمای شیشه‌ای در بلندمدت و بررسی دلایل آنها

می‌بایست شناسایی شده و نسبت به رفع آنها یا به حداقل رسانیدن آنها اقدام گردد. در این مطالعه و تحقیق عوامل موثر مطرح شده از مرحله طراحی این سیستم‌ها تا اجرای آنها و حتی پس از بهره‌برداری مورد بررسی قرار گرفته است. البته کارایی سیستم‌های نمای شیشه‌ای در ابتدا توسط مراجع ذی صلاح تست و کنترل می‌گردد. ولی این بدین معنی نیست که این تست‌ها در شرایط زمانی و مکانی پروژه و بهره‌برداری نامناسب و عدم نظارت متناوب نیز در درازمدت نیز قابل استناد باشند.

لذا به این دلیل برای تولیدکننده‌ها و مجریان این نوع سیستم‌ها، دانستن عوامل موثری که در طول زمان تأثیرات منفی در کاربری سیستم خواهند داشت بسیار مهم است. در این تحقیق نماهای اجرا شده مابین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۲ در ۲۹ ساختمان که توسط شرکت‌های مختلف اجرا شده است به‌عنوان نمونه آماری مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

نتایج به دست آمده بر اساس عوامل تأثیرگذار، دلایل عوامل تأثیرگذار و کارایی نماها دسته‌بندی شده‌اند. این نتایج بر اساس عواملی از جمله نفوذ آب، نفوذ هوا و تغییرات استاتیکی اسکلت این گونه نماها به دست آمده است. البته باید توجه داشت که این مطالعه آماری در بازه زمانی محدود و در منطقه جغرافیایی محدود انجام شده است.

نحوه مطالعه

نحوه انجام این مطالعه بر اساس آنالیز عوامل موثر و استانداردهای پایه‌ای سیستم نماهای شیشه‌ای است. نماهای شیشه‌ای ۲۹ ساختمان در شهر استانبول کشور ترکیه مورد بررسی دقیق قرار گرفته‌اند، نام این ساختمان‌ها بیان نشده ولی نوع نما، سال ساخت و نحوه نگهداری بنا در حین بهره‌برداری در سال‌های بعد از اجرا مورد بررسی بوده است. فاکتورهای مهم موثر در نماهای شیشه‌ای بر روی این ساختمان‌ها مورد توجه قرار گرفته و نتایج این مطالعات مشخص گردیده است.

۱- تقسیم‌بندی ایرادات بر اساس فاکتورهای مختلف

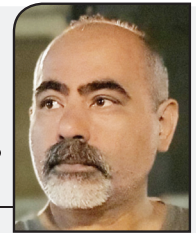
ایرادات قابل مشاهده در نماهای شیشه‌ای بر اساس طراحی سیستم - تولید پروفیل - مونتاژ و نصب سیستم و نگهداری در حال بهره‌برداری از نمای شیشه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند، در این بین در بررسی این موارد فاکتور کنترل و نظارت در هنگام تولید پروفیل، مونتاژ، نصب و نگهداری از نمای شیشه‌ای در حال بهره‌برداری نیز بسیار بااهمیت است. همچنین عوامل محیطی محل اجرای نماهای شیشه‌ای نیز می‌بایست در بررسی‌ها لحاظ گردد.

۱-۱- خطاهای ناشی از طراحی نمای شیشه‌ای

این بخش نیز به دو قسمت طراحی سیستم نما بر اساس مبانی از منظر معماری و طراحی بر اساس مبانی از منظر محاسبات استاتیکی (مهندسی) قابل تقسیم است. در قسمت مربوط به ایرادات طراحی (معماری) می‌توان به فرم نمای شیشه‌ای، طراحی جزئیات و اتصالات نما به بنای اصلی - طراحی جزئیات نمای شیشه‌ای و عدم هم‌پوشانی موارد فوق با سازه اصلی اشاره کرد.

در قسمت مربوط به ایرادات محاسبات استاتیکی (مهندسی) می‌توان به نحوه محاسبه و انتخاب المان‌های اصلی و باربر سازه نما و نحوه انتقال صحیح بارهای وارده، نحوه امکان حرکت صحیح و مناسب سازه نما می‌توان اشاره کرد.

در این خصوص بررسی و محاسبه صحیح سازه اصلی نما بر اساس نیروهای وارده و اعمال ضرایب احتیاطی بر اساس موقعیت جغرافیایی و محیطی بنا نیز بسیار قابل توجه است.



●●● مهندس شهرام علیزاده
مدیر عامل شرکت آلوکد

مجری شرکت آلوکد



از زمان رونق معماری در ساختمان‌ها از اوایل قرن بیستم، مصالح ساختمانی نیز با تحول‌های فراوانی روبه‌رو بوده‌اند. در این بین جداکننده‌های فضاهای بیرونی از فضاهای داخلی (دیوارهای پیرامونی بناها) به‌خصوص در ساختمان‌های بلند از پیشرفت زیادی برخوردار بوده‌اند. دیوارهای آجری و بلوک‌های سیمانی به‌مرور جای خود را با مصالح سبک، ظریف، مقاوم و با طراحی‌های دینامیکی و استاتیکی، عوض کرده است. از جمله این مصالح نما از ترکیب شیشه و آلومینیوم است که امروزه در بیشتر بناهای در حال ساخت از این مصالح در احجام زیاد استفاده می‌گردد. پوسته خارجی بناها از لحاظ کیفیت و کمیت باید از دوام طولانی همراه با عمر بنا برخوردار باشند. لیکن مطابق جدول شماره ۱ عواملی باعث کاهش عمر مفید این گونه بناهاست که با شناخت درست این ایرادات و رفع آنها کیفیت و طول عمر بیشتری در نماهای شیشه‌ای را شاهد خواهیم بود.

تأثیرات	عوامل موثر	مثال
اثرات مکانیکی	جاذبه زمین - مقاومت پیچی - انرژي جنبشی - لرزش و صوت	باد، برف و باران - یخزدگی - انقباض و انقباض - ضربه و لرزش‌های ناشی از ترافیک سنگین
اثرات الکترومغناطیسی	تشعاعات الکتریسیته - مغناطیس	آفتاب یا اشعه‌های حاصل از تابش آفتاب (UV) - پرتوهای رادیواکتیو - رعدوبرق - فضاهای مغناطیسی
اثرات حرارتی	تغییرات دمایی شدید	در گرما و سرما - حرارت - آتش‌سوزی
اثرات شیمیایی	آب و حلال‌ها - اکسیدشدن - اسیدها - مواد قلیایی - نمک مواد شیمیایی	رطوبت هوا - آب‌های سطحی - مواد شوینده شیمیایی - سفیدکننده‌ها - مدفوع پرندگان - نیترات - فسفات - کلراید روغن‌ها - جرم گرفتگی (شوره)
اثرات بیولوژیکی	گیاهان - میکروب‌ها - حیوانات	باکتری‌ها - قارچ‌ها - ریشه‌های گیاهان - حیوانات چونده - کرم‌ها - پرندگان

کیفیت نماهای شیشه‌ای فقط تأثیر بر روی بهره‌برداران نداشته، بلکه تأثیر مهمی نیز بر روی کیفیت کلی و عمر بنا خواهد داشت. بنابراین در سیستم‌های نمای شیشه‌ای عواملی که تأثیرات نامطلوبی بر کاربری درازمدت این نوع سیستم‌ها دارند

محیط به‌عنوان مثال: تابش نور خورشید و حرارت ناشی از این تابش یا سرمای شدید و یخزدگی نمای شیشه‌ای در درازمدت تأثیرات بسیار عمیقی بر نما دارند. البته تأثیرات UV (اشعه‌های مضر) نور خورشید نیز به تغییر رنگ پروفیل‌ها و به وجود آمدن ایراداتی در واشرها منجر می‌گردد. همچنین زلزله‌خیزی منطقه و لرزش‌های متناوب در طی سالیان طولانی نیز از عوامل قابل توجه هستند.

۲- مطالعه اثرات موارد فوق بر روی بناهای نمونه (بررسی شده) در این تحقیق

این بررسی بر روی ۲۹ ساختمان که مابین سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۹۲ بهره‌برداری شده‌اند انجام شده است. این ۲۹ ساختمان به ترتیب زیر هستند:

۱۲ ساختمان اداری، ۵ هتل، ۴ مرکز تجاری، ۳ برج مسکونی، ۲ ساختمان آموزشی و ۳ ساختمان مرکز هنری.

از این ۲۹ ساختمان نمای ۸ ساختمان به‌صورت یونیتایز و ۱۵ ساختمان به‌صورت استیک و ۲ ساختمان تولید در کارگاه اجرا گردیده و در ۴ ساختمان سیستم اسکای لایت اجرا شده است. در تمامی این ساختمان‌ها، تاریخ‌های بهره‌برداری و نگهداری از بنا در ادوار مختلف تثبیت شده است و نتایج به دست آمده در این خصوص بسیار حائز اهمیت هستند. تعمیم نتایج به دست آمده و رفع ایرادات احتمالی در این خصوص برای تمامی تولیدکننده‌ها و مجری‌ها و استفاده‌کننده‌ها از این ساختمان‌ها قابل اتکاست.

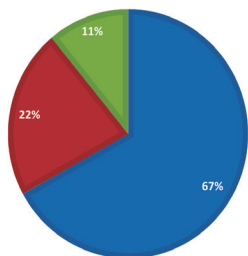
توضیحات کلی در خصوص این مطالعه

همان‌گونه که توضیح داده شد این مطالعه علاوه بر بررسی موارد مطروحه فوق از سه جهت مهم و حائز اهمیت است. همراه با این درجه‌بندی، در سیستم‌های نماهای شیشه‌مختلف (یونیتایز - استیک) هم مقایسه‌هایی صورت گرفته است و نتایج حاصل از ایرادات و خطاهای ناشی از هر کدام مطرح شده است.

۱-۲- در بررسی عوامل چندگانه (طراحی، تولید، اجرا و بهره‌برداری نگهداری و نظارت مداوم) نتایج حاصله به شرح زیر است.

عوامل چندگانه

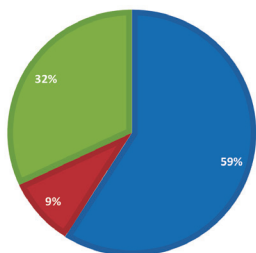
خطای تولید و اجرا ■ خطای بهره‌برداری ■ خطای طراحی



۲-۲- نتایج حاصل در بخش خطاهای طراحی و محاسباتی

خطاهای ناشی از طراحی

خطای مشترک ■ خطای مهندسی ■ خطای معماری



۳-۲- نتایج خطاهای ناشی از اجرا

۸۷ درصد خطاها مربوط به اجرای سازه نما و ۱۳ درصد مربوط به سازه اصلی است. البته خطاهای ناشی از سازه اصلی تأثیر بسیاری بر روی خطاهای اجرایی دارند. به‌عنوان مثال: محاسبات ضعیف لرزه‌ای ساختمان تأثیر مستقیم بر محاسبات

۱-۲- خطاهای ناشی از تولید پروفیل و قطعات و اتصالات

سیستم‌های نمای شیشه‌ای

پروفیل‌ها قطعا باید بر اساس استانداردهای رایج و توصیه‌شده تولید شوند و می‌بایست نظارت بسیار دقیقی در این خصوص انجام شود. دقت در تدارکات تهیه پروفیل‌ها (تامین بیلته‌های آلومینیومی) در این بین بسیار مهم است. تولید محصول در شرایط استاندارد و نحوه صحیح جابه‌جایی و محل نگهداری محصول نیز از فاکتورهای قابل توجه است.

همچنین در هنگام تولید شیشه‌های دوجداره در کارخانه تولید شیشه دوجداره - عدم رعایت استانداردهای این صنعت از جمله چسب مناسب و نحوه انجام پروسه دوجداره کردن شیشه یکی از نمونه‌های بارز در به وجود آمدن ایرادات منتهی به سازه اصلی و کلیت نمای شیشه‌ای است.

۱-۳- خطاهای ناشی از اجرای نماهای شیشه‌ای

روش اجرای نماهای شیشه‌ای اهمیت بسیار بالایی در کارایی مراحل قبل دارد. هرچند طراحی درست و محاسبات مهندسی صحیح و پروفیل و قطعات و اتصالات متناسب فراهم گردند، ولی عدم دقت و مهارت کافی در اجرا و مونتاژ موارد فوق، کارایی مراحل قبلی را کم اثر خواهد کرد.

مونتاژ و اجرای ناصحیح صدمات غیرقابل جبرانی را بعضا در این‌گونه سازه‌ها ایجاد می‌کند. عدم اجرای درزهای انقباض و انبساط متناسب با طراحی سازه نیز از جمله خطاهای رایج در این‌گونه سازه‌ها هستند.

استفاده از نیروهای ماهر و حرفه‌ای در به دست آمدن نتایج مطلوب در درازمدت از اهمیت خاصی برخوردار است. در اجرای نماهای شیشه‌ای با سیستم استیک که مونتاژ قطعات و اتصالات در محل پروژه انجام می‌شوند، در صورت عدم استفاده از گروه اجرایی و نظارتی ماهر ممکن است در درازمدت ایراداتی به وجود آید.

۱-۴- خطاهای ناشی از عدم نگهداری نمای شیشه‌ای در حین بهره‌برداری

عدم نگهداری صحیح از نمای شیشه‌ای اجرا شده در حین بهره‌برداری، در درازمدت می‌تواند باعث به وجود آمدن خطاهایی گردد. به‌عنوان مثال: بازماندن بازشوه‌های نمای شیشه‌ای به مدت طولانی و مداوم باعث از رگلاژ خارج شدن لولها و در نتیجه نفوذ آب‌وهوا خواهد شد.

برای افزایش عمر و بهره‌وری بدون ایراد از نماهای شیشه‌ای می‌بایست سیستم رسیدگی به نما هم‌زمان با اتمام نصب وارد عمل گردد. این مراقبت می‌بایست توسط افراد ذی‌صلاح و ماهر در امر نگهداری نما انجام شود و با انجام بازرسی‌های دوره‌ای مداوم نسبت به رفع ایرادات به وجود آمده اقدام گردد.

البته در حین انجام بازرسی و رفع ایرادات احتمالی موجود باید دقت کرد تا به ایجاد ایرادات جدید منجر نگردد.

همان‌گونه که ذکر گردید بازرسی یکی از فاکتورهای مهم است. بازرسی و نظارت از زمان طراحی سیستم شروع و تا پس از بهره‌برداری ادامه پیدا می‌کند.

۱-۵- خطاهای ناشی از نقاط اتصالات سازه نما با سازه اصلی بنا

نحوه اتصال سازه نما با سازه اصلی بنا بر اساس نوع سیستم اجرایی، نوع سازه اصلی بنا و بررسی رفتار سازه‌های بنا بسیار مهم است و در صورت عدم همپوشانی موارد فوق ایراداتی را در درازمدت و پس از بهره‌برداری شاهد خواهیم بود. نحوه اتصال سازه‌های باربر نمای شیشه‌ای به سازه اصلی بنا و اتصالات افقی که نقش نگهداری شیشه و آب‌بندی و هوابندی را نیز به عهده دارند در این قسمت بسیار مهم هستند. در این تحقیق خطاهای حاصل از ترکیب سه‌گانه شامل: اتصالات اصلی سازه نما، آب‌بندی و محاسبات صحیح سازه باربر دیده شده است.

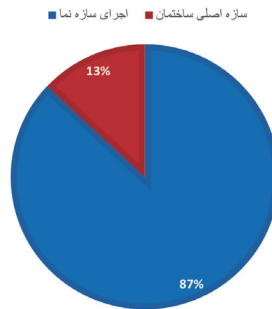
همچنین خطاهایی در درازمدت می‌تواند به دلیل ضعف‌های اجرایی در تولید شیشه دوجداره، انبساط و انقباض‌های حرارتی سازه و شکست شیشه‌ها به دلایل سازه‌ای و بادهای با سرعت بالا به وجود بیایند. واشرهای آب‌بندی و هوابندی نیز در درازمدت و در عمر مفید و طولانی نماهای شیشه‌ای نقش موثر دارند.

۱-۶- خطاهای ناشی از عوامل محیطی

وجود رطوبت بالای محیط از این‌گونه عوامل هستند، همچنین حرارت بالای

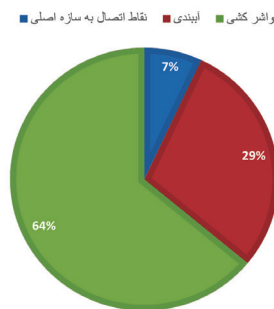
لرزه‌ای نمای شیشه‌ای دارد هرچند محاسبات مربوط به نمای شیشه‌ای دقیق و کامل باشند.

خطاهای ناشی از اجرا



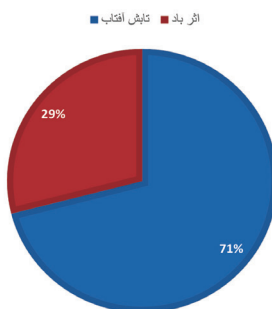
۲-۴- نتایج خطاهای ناشی از نقاط اتصالات سازه نما با سازه اصلی بنا و آب‌بندی

خطای ناشی از اتصالات



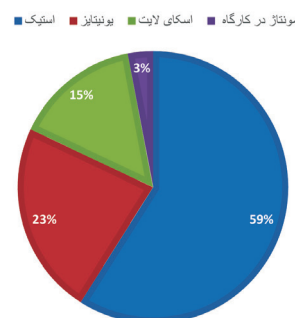
۲-۵- نتایج خطاهای ناشی از عوامل محیطی

عوامل محیطی



۲-۶- درصد بروز خطا در سیستم‌های مورد بررسی

نسبت خطا در سیستم‌ها



نتیجه‌گیری:

در بررسی ساختمان‌ها و درجه‌بندی سیستم‌های اجرایی آنها خطاهای حاصل از زمان اجرا و عمر نماها به‌صورت زیر است (این موارد در ۲۹ ساختمان انتخابی در تحقیق بررسی شده است):

نفوذ هوا، شکست شیشه، نفوذ آب، خرابی پراک‌آلات، خطاهای ناشی از اجرای سازه آلومینیومی، خرابی بازشوها، خطاهای ناشی از خمیدگی و یا پیچش المان‌های افقی و یا عمودی سازه آلومینیومی از جمله موارد بارز بوده است.

۳۲ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای قابل مشاهده در سازه نما بوده‌اند.

۱۸ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای ناشی از نفوذ آب‌وهوا بوده‌اند.

۱۸ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای ناشی از استفاده ناصحیح از محصول بوده‌اند.

۱۶ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای ناشی از باز و بسته شدن مداوم بازشوها بوده‌اند.

۷ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای ناشی از سازه آلومینیومی بوده‌اند.

۵ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای ناشی از پیچش و خمیدگی بوده‌اند.

۲ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای ناشی از بار باد بوده‌اند.

۲ درصد موارد بررسی شده تأثیرات خطاهای ناشی از حفاظت و نگهداری بوده‌اند.

آنچه قابل توجه در این تحقیق است بیشترین خطاهای دیده شده مربوط به نفوذ هوا و آب و مجموعه عوامل تأثیرگذار در سازه نگهدارنده نمای شیشه‌ای هستند.

در نماهای شیشه‌ای که دارای بازشوها هستند خطاهای قابل توجه مشاهده شده است و همچنین خطاهای موجود در سیستم اجرایی استیک از سیستم اجرایی یونیتایزر بیشتر است. البته تابش مستقیم آفتاب و بار ناشی از فشار باد به بیشترین خطاها در این نوع سازه‌ها منجر می‌شوند.

تابش آفتاب شدید مستقیم به نما باعث خطاهایی در سیستم و آب‌بندی سازه و شکست شیشه‌هاست. وزش بادهای شدید و مداوم باعث خطاهایی در سازه اصلی (آلومینیومی) نمای شیشه‌ای می‌گردد. آنچه مسلم است توجه به نتایج مذکور موجب استفاده مطلوب و طولانی‌مدت از این نوع نماها در بناها خواهد بود.

و البته مهم‌ترین موضوع نگهداری و نظارت متناوب این نوع نماها پس از بهره‌برداری است.

بهره‌برداری است.

منابع:

1- PROF.DR.ASLihantavil - 2016

2- PROF. DR.OGvzcmcelik - 2016

3- elif tugba yalaz - 2016

۴- (نماهای شیشه‌ای - ۲۰۱۲) - تکنولوژی ساختمان - وزارت علوم ترکیه

