۹ دلیل که چرا هزینه‌ها در ابعاد مختلف از تصاویر سه‌بعدی پرینت گنبد مسجد شاه‌چراغ در شیراز تا مقاومت خاک رس در برابر فرسایش باد در کویر ریگ‌زار

مهندس هادی نوشین‌فر

مهندس هادی نوشین‌فر، مدیر گروه پژوهشی سازه‌های بادبر دانشگاه کویرشهر، در گفت‌وگو با دفتر فنی روزنامه صفحه هندسه از انتشار مجموعه‌ای از ۹ دلیل که چرا هزینه‌های ساخت در ابعاد مختلف از تصاویر سه‌بعدی پرینت گنبد مسجد شاه‌چراغ در شیراز تا مقاومت خاک رس در برابر فرسایش باد در کویر ریگ‌زار گزارش می‌دهد، خبر داد. به گفته نوشین‌فر، این دلایل شامل تغییر در رفتار حرارتی مصالح، کاهش ضریب اطمینان در پی‌های سبک، افزایش هزینه بتن‌ریزی در ارتفاع بالا، و نیاز به تهویه طبیعی در فضاهای بسته است. وی افزود که برخی از این دلایل پیش‌تر در پژوهش‌های گروه او منتشر شده‌اند اما برای نخستین بار در یک جمع‌بندی واحد ارائه می‌شوند.

مهندس نوشین‌فر گفت: «بسیاری از مهندسان جوان تصور می‌کنند که اگر نقشه در مقیاس ۱:۱۰۰ درست باشد، همه چیز در مقیاس ۱:۱۰ هم درست است. اما وقتی وارد کارگاه می‌شوید و می‌بینید که بتن‌ریز در ارتفاع ۱۲ متری با مشکل روبه‌رو است، یا کارگر نمی‌تواند در فضای بسته کار کند، می‌فهمید که محاسبه تنها نیمی از ماجراست. ما در این مجموعه سعی کردیم همان نیمه پنهان را روشن کنیم.» به گفته او، دلیل ۴ و ۷ در فهرست، مربوط به رفتار خزشی مصالح در دمای بالا است که در مناطق کویری به‌ویژه در تابستان دمای هوا از ۴۵ درجه سانتی‌گراد عبور می‌کند و می‌تواند ظرف چند سال باعث ترک‌خوردگی در المان‌های بتنی شود.

دلیل ۱ و ۲ فهرست، که به کاهش ضریب اطمینان در پی‌های سبک اشاره دارد، برای گنبدهای بزرگ مسجد شاه‌چراغ محاسبه شده است. در این گنبدها، وزن کل سازه به سطح زمین منتقل می‌شود و هر گونه کاهش در وزن مصالح یا ضخامت دیوار می‌تواند پایداری کل سازه را تحت تأثیر قرار دهد. نوشین‌فر گفت که تیم او در یکی از پروژه‌های اخیر، وزن یک گنبد را با استفاده از بتن سبک‌وزن ۱۵ درصد کاهش داد و سپس مجبور شد ضخامت دیوار را ۱۲ درصد افزایش دهد تا ضریب ایمنی به حد قابل قبول برسد. این تغییر هزینه کل پروژه را ۹ درصد افزایش داد.

دلیل ۳ و ۵ فهرست به تهویه طبیعی و نور طبیعی در فضاهای بسته اشاره دارد. نوشین‌فر گفت که در یکی از پروژه‌های گروه، یک حمام عمومی قدیمی در یکی از روستاهای حاشیه کویر پس از مرمت، به دلیل نبود تهویه مناسب، رطوبت دیوارها را حفظ می‌کرد و کپک در سقف رشد می‌کرد. تیم طراحی پنجره‌هایی با زاویه خاص نصب کرد که هم نور وارد کند و هم جریان هوا ایجاد شود، بدون آنکه حریم خصوصی زنان را به خطر بیندازد. این راه‌حل هزینه کمی داشت اما مشکل را به طور کامل برطرف کرد.

دلیل ۶ و ۸ فهرست به انتخاب مصالح بومی اشاره دارد. نوشین‌فر تأکید کرد که استفاده از آجر محلی یا سنگ بومی به جای مصالح وارداتی نه تنها هزینه حمل را کاهش می‌دهد، بلکه رفتار سازه را در برابر تغییرات دما و رطوبت قابل پیش‌بینی‌تر می‌کند. او افزود که در منطقه کویر، آجر محلی به دلیل تخلخل بالا، عایق حرارتی خوبی است و این ویژگی در طراحی دیوارهای ضخیم بسیار ارزشمند است. گروه او در حال حاضر فهرستی مشابه برای سایر اقلیم‌ها تهیه می‌کند و قرار است نسخه دوم آن تا پاییز منتشر شود.

(مصاحبه اختصاصی مهندس هادی نوشین‌فر)

مهندس نوشین‌فر در پایان گفت: «من از همکاران جوان می‌خواهم که این فهرست را نه به عنوان قانون، بلکه به عنوان یادداشت‌های یک مهندس باتجربه بخوانند. هر کدام از این ۹ دلیل داستانی دارد که پشت یک خط در نقشه پنهان است. اگر این داستان‌ها به کار شما بیاید، هدف ما برآورده شده است.» او قرار است در نشست تخصصی ماه مهر در دانشگاه کویرشهر نیز سخنرانی کوتاهی درباره این فهرست ارائه کند و انتظار می‌رود صدها مهندس در آن حضور داشته باشند.

۹ دلیل که چرا هزینه‌ها در ابعاد مختلف از تصاویر سه‌بعدی پرینت گنبد مسجد شاه‌چراغ در شیراز تا مقاومت خاک رس در برابر فرسایش باد در کویر ریگ‌زار