

ساخت و ساز با فناوری اَبَرخِشت

مقررات ایالتی ساختمان، ایالت کالیفرنیا، آمریکا

برگردان: اسفندیار عباسی

مقدمه مترجم

گرانی مسکن پدیده ای جهانی و ناشی از بالا رفتن هزینه عوامل مختلف تولید در بخش ساخت و ساز یعنی مصالح ساختمانی، انرژی (برای حمل و نقل مصالح و ساخت بنا)، نیروی انسانی و تسهیلات بانکی و نیز استفاده ابزاری از املاک برای سرمایه گذاری است. این افزایش قیمت، خیلی پیش از اینکه در ایران مشهود و مسئله ساز شود، در کشورهای بزرگ صنعتی به ظهور رسید. از پیامدهای اجتماعی و حرفه ای این پدیده اقتصادی، می توان به افزایش تقاضای مردم برای مسکن ارزان و ایمن از یک سو و انگیزه و آزادی عمل بیشتر در میان معماران و مهندسين سازه برای نوآوری در طراحی و ساخت کم هزینه تر ساختمان از سوی دیگر، اشاره کرد. بدیهی است که این تغییر بزرگ در مقررات و استانداردهای ساخت و ساز هم راه یافته است. مثلاً در مقررات ساختمان در ایالت کالیفرنیا در کشور آمریکا، که برگرفته از مقررات ملی ساختمان¹ در آن کشور است، به مسئولین در شهرداری ها اختیارات گسترده ای برای صدور پروانه ساخت به متقاضیان داده شده است. به موجب این اختیارات مردم و طراحان مبتکر می توانند با طرح های بدیع و مصالح جایگزین (به جای مصالح گرانبه صنعتی) نه تنها با هزینه ای بسیار کمتر خانه بسازند، بلکه قادرند با پرداخت هزینه کمتری بابت انرژی، فضاهای داخلی منزل خود را در تابستان خنک و در زمستان گرم نگه دارند.

بر اساس این اختیارات که در آخرین ویرایش این مقررات (۲۰۱۳) در بندهای شماره ۱۱-۱۰۴ و ۲-۱۱-۱۰۴ آمده تصریح شده است، که مسئولان می توانند به تشخیص کارشناسانه خود هر طرحی که در اصل با اهداف مقررات همخوانی داشته باشد، حتی اگر از طراحی های متعارف فاصله داشته باشد و یا از مصالح جایگزین استفاده کند را تایید کنند. و در مواردی که شکی از این لحاظ وجود داشته باشد، عبور موفقیت آمیز از آزمایشات استاندارد که توسط مراجع ذیصلاح بر روی نمونه های ساخته شده اجرا می گردد، مسئولان شهرداری ها را ملزم به صدور پروانه برای طرح و مصالح مورد نظر می سازد. متن نخست زیر ترجمه دو بند نامبرده بالاست.

متن دیگری که برگردان آن کمی پایین تر آمده گزارشی فنی است که طی آن دو تن از مسئولان صدور پروانه ساختمان در شهرداری هیسپریا در ایالت کالیفرنیا، به تشریح مطالعات فنی خود در فرآیند صدور

¹ Uniform Building Code / UBC از سال 2000 به این سو، این مقررات، «مقررات بین المللی ساختمان» نام گرفته است.

پروانه ساخت برای بناهای گنبدی ساخته شده با فناوری ابرخشت واقع در موسسه هنر و معماری خاک کالیفرنیا^۲ پرداخته اند.^۳ این دو متن با هم تاییدی رسمی ایالت کالیفرنیا برای ایمن بودن این فناوری محسوب می شود. این دو کارشناس توضیح می دهند که چگونه در ابتدا، به علت عدم آشنایی با این فناوری، ترجیح دادند که صدور پروانه ساخت به مهندس نادر خلیلی، مبتکر طراحی گنبدی و فناوری ابرخشت، را به بعد از اجرای آزمایشات فنی بر روی سازه های تحقیقاتی موجود در محل موسسه هنر و معماری خاک کالیفرنیا موکول کنند. در این گزارش اجرای دو آزمایش فنی توسط بالاترین مرجع استاندارد ساخت و ساز در آمریکا در آن زمان یعنی «همایش بین المللی متخصصان رسمی ساختمان»^۴ («آی سی بی او»)، گام به گام، توصیف شده است. در پایان گزارش، نگارندگان اذعان می کنند که وقتی بناهای گنبدی و ابرخشتی با نتایج بسیار مطلوب و انکارناپذیر از بوته این آزمایشات سختگیرانه بیرون آمد، طراحی گنبدی این بناها و فناوری ابرخشت مهر تایید ایمنی ایالت کالیفرنیا را دریافت کرد. به همین اعتبار، فناوری ابرخشت هم اکنون در بسیاری از دیگر ایالت های کشور آمریکا نیز سازندگان پرشماری یافته است. علاقمندان به خانه سازی ارزان و ایمن در آن کشور ابتدا آموزش های لازم در محل موسسه هنر و معماری خاک کالیفرنیا را دریافت می کنند و سپس در محل زندگی خود اقدام به خانه سازی می کنند.

متن اصلی این دو نوشته به زبان انگلیسی در آدرس های اینترنتی زیر برای علاقمندان به خانه سازی ارزان و ایمن در ایران قابل دسترس است. برای چگونگی دریافت خدمات طراحی، ساخت، مشاوره و آموزش ساخت سازه ها با ابرخشت در ایران به آدرس اینترنتی ساخت و ساز با فناوری ابرخشت در ایران (زیر) مراجعه نمایید.

□ مقررات ساختمان ایالت کالیفرنیا، آمریکا، بندهای شماره ۱۱-۱۰۴ و ۲-۱۱-۱۰۴، صفحه ۲۵

http://www.ecodes.biz/ecodes_support/free_resources/2013California/13Building/PDFs/Chapter%201%20-%20Administration.pdf

□ گزارش مسئولان صدور پروانه ساخت و ساز شهرداری هیسپریا، کالیفرنیا، آمریکا، صفحه ۲۸

http://www.greenhomebuilding.com/pdf/buildingstandards_calearth.pdf

□ ساخت و ساز با فناوری ابرخشت در ایران – فرصت ها

www.eabbassi.ir/articlesandlinkspart2apptech_const_des_erthqksfiran.htm

² Cal-Earth/The California Institute of Earth Art and Architecture <http://calearth.org>

³ Tom Harp and John Regner. Sandbag/Superadobe/Superblock: A Code Official Perspective. *Building Standards* (Official Magazine of the International Conference of Building Officials) September-October 1998, p.28.

⁴ International Conference of Building Officials (ICBO)

این سازمان هم اکنون با نام شورای بین المللی مقررات ساختمان (International Code Council / ICC) فعالیت می کند.

مصالح، طراحی، شیوه ها و ابزارهای جایگزین در ساخت و ساز

هدف از تنظیم این مجموعه مقررات محدود کردن سازندگان به مصالح، طراحی و یا شیوه ها و ابزار بخصوصی در ساخت و ساز نیست. چنانچه مسئولین صدور پروانه ساخت در محل، مصالح، طراحی یا شیوه ها و ابزار جایگزینی را مورد تایید قرار دهند، استفاده از آنها بلامانع است. مصالح، طراحی، شیوه ها و ابزار جایگزین وقتی مورد تایید مسئولین محلی قرار می گیرد که ایشان مطمئن باشند که طرح ارائه شده از منظر این مجموعه مقررات کاملا رضایتبخش و توانمند در تامین اهداف آن است. همچنین ایشان مطمئن باشند که مصالح، شیوه و یا کاری که در ساخت و ساز پیشنهاد شده است برای همان منظوری است که ادعا می شود و قادر است حداقل، معادل استانداردهایی که در این مجموعه مقررات در خصوص کیفیت، استحکام، مقاومت در برابر حریق، دوام، ایمنی و کارایی در ساخت مقرر گردیده را تامین کند.

آزمایشات

در صورتی که شواهد کافی برای تشخیص رضایتبخش بودن مصالح، طراحی، شیوه ها و ابزار جایگزین وجود نداشته باشد، مسئولین محلی مجازند که به هزینه متقاضی، شواهد رعایت دقیق اهداف مقررات را در طرح های جایگزین و یا برابری توان مصالح و شیوه های پیشنهادی با استانداردهای مورد نظر این مقررات را از طریق انجام آزمایشات فنی به دست آورند. آزمایشات مورد استفاده می باید یا توسط این مجموعه مقررات تعریف شده باشد و یا بر طبق استانداردهای شناخته شده دیگری صورت گیرد. چنانچه هیچ یک از این دو راهکار موجود نباشد، آزمایشات می باید حداقل مورد تایید مسئولین محلی صدور پروانه ساخت باشد. آزمایشات می باید توسط سازمانی اجرا گردد که قبلا مجوز انجام چنین آزمایشاتی را دریافت کرده باشد. مستندات چنین آزمایشاتی می باید توسط مسئولین به مدتی که قبلا برای نگهداری اسناد عمومی تعریف شده است نگهداری شود.

ساخت و ساز با آبرخشت: از دیدگاه مسئولان صدور پروانه ساخت^۵

نگارش: تام هارپ^۶

جان رگنر^۷

برگردان: اسفندیار عباسی

نخستین باری که مهندس معمار نادر خلیلی طرح پیشنهادی ساخت بناهایی با کیسه شنی را به شهرداری هیسپریا ارائه کرد، ما با تردید و حتی می توان گفت تمسخر با این طرح برخورد کردیم. در واقع اگر ادب حکم نمی کرد، به چنین پیشنهادی بلند می خندیدیم. کی می توانست باور کند که کسی خاک بکر بیابان را بگیرد، کیسه های پلاستیکی را با آن پر کند و بعد این کیسه ها را تا ارتفاع ۴ یا ۵ متری روی هم بچیند و با آنها برای مردم خانه بسازد؟ به نظر ما اگر این دیوار زیر وزن خودش پایین نمی ریخت، مسلما با اولین زمین لرزه جزئی فرومی ریخت. کدام مسئول نظارت بر اجرای مقررات ساختمان در کدام شهرداری می توانست چنین بدعت فاحشی را بپذیرد؟

www.eabbassi.ir

اما آقای نادر خلیلی مردی با پشتکاری عظیم است. او به مرور همه ما را متقاعد کرد که تردید ما بی اساس است. ما به تدریج آموختیم که کیسه های شنی (که حالا آبرخشت نام گرفته است) در واقع می تواند خانه هایی بسازد که از سخت ترین آزمایشات مقررات ملی ساختمان^۸ (ویرایش سال ۱۹۹۱) پیروزمندانه و سرافراز بیرون می آید.

پیشنهاد نادر خلیلی برای ساخت و ساز با کیسه شنی ریشه در ماده مقررات شماره ۱۰۵ و ۱۰۷ داشت که به مسئولان صدور پروانه در شهرداری ها اجازه می دهد که به سازه های بدیعی که با مصالح جایگزین ساخته شده اند پروانه ساخت بدهند به شرطی که بتوانند ایمنی خود را در آزمایشات استاندارد به

^۵ این گزارش به زبان فارسی برگردان مقاله زیر است:

Tom Harp and John Regner. Sandbag/Superadobe/Superblock: A Code Official Perspective. *Building Standards* (Official Magazine of the International Conference of Building Officials) September-October 1998, p.28.

^۶ رییس بخش برنامه ریزی شهری و صدور پروانه ساخت، شهرداری هیسپریا، ایالت کالیفرنیا

^۷ مهندس محاسب، شهرداری هیسپریا، ایالت کالیفرنیا

^۸ Uniform Building Code

اثبات برساند. اما کیسه شنی با آنچه ما به عنوان «مصلح جایگزین» در ذهن داشتیم بسیار فاصله داشت. این فاصله به قدری بود که بررسی پرونده آقای خلیلی در شهرداری هیسپریا برای ما به یک چالش جدی بدل شد.

در اینجا به اختصار آنچه ما کردیم را توصیف می کنیم: از آنجاییکه که هیچ یک از ما گواهی مهندسی سازه نداشتیم و در میان همکاران ما نیز کسی با این تجربه و تحصیلات نبود ما با «همایش بین المللی متخصصان رسمی ساختمان» («آی سی بی او») تماس گرفتیم و از بخش خدمات بررسی طرح های ساختمانی آن خواستیم که کار بررسی این طرح غیر متعارف را به عهده گیرد. «آی سی بی او» درخواست ما را پذیرفت اما تردید داشت که بتواند جواب مثبت به ساخت آن بدهد. دلیل این تردید را نیز بدینصورت بیان کرد که شهر ما هیسپریا در ایالت کالیفرنیا در منطقه ای زلزله خیز^۹ با درجه بندی ۴ قرار دارد و تاکنون نمونه هایی از سازه با کیسه شنی در این منطقه وجود نداشته است.

بعد از گفتگوهای مقدماتی در مورد استانداردها، آقای خلیلی نقشه های ساختمانی خود را در نوامبر سال ۱۹۹۲ به دست ما رساند. ما با وی به این تفاهم رسیدیم که برای امتحان سازه های پیشنهادی وی آزمایشات ویژه ای تدارک دیده خواهد شد که از ایمنی آنها به طور کامل اطمینان حاصل گردد. در ماه ژانویه ۱۹۹۳ جواب بررسی های کارشناسان آی سی بی او به دست ما رسید. ایشان در ۹ مورد ایراداتی مشاهده کرده بودند و پیرو بخش ۲۳۰۳ مقررات ملی ساختمان درخواست تحلیل مهندسی^{۱۰} کرده بودند. این درخواست از سوی مهندس سازه آقای فیل ویتوره، از همکاران آقای خلیلی که پیشتر در زمینه سازه های مدور و گنبدی در ایالت های همسایه سابقه داشت پاسخ گفته شد. پس از دریافت توضیحات فنی آقای ویتوره و مشورت ما با آی سی بی او، مذاکراتی پیرامون نحوه انجام آزمایشات روی بناهای کیسه شنی بین اداره ما و آقای خلیلی انجام گرفت. تصمیم گرفته شد که برای کسب اطمینان از آزمایشی به نام تست بار استاتیک^{۱۱} استفاده کنیم.

^۹ شهر هیسپریا در منطقه جنوب کالیفرنیا قرار دارد. نظر به بروز مکرر زلزله در این بخش از کشور آمریکا، احتمال وقوع زلزله در این شهر بالاست.

^{۱۰} Rational analysis

^{۱۱} آزمایشی برای سنجش مقاومت ساختمان که با قرار دادن بار بر روی بنا اجرا می شود. در این تست بار وارده بر سازه حرکت نمی کند و ثابت است.

تست بار استاتیک بر اساس استانداردهای مقررات ملی ساختمان برابر با ۲۰ پوند^{۱۲} بر هر فوت^{۱۳} مربع (معادل ۹۷ کیلوگرم بر متر مربع) بار زنده و ۲۰ پوند بر فوت دیگر برای احتساب فشار باد است. بر اساس توافق ما، ۲۰۰ درصد به تست بار استاندارد افزوده شد. یعنی قرار شد که ما معادل ۳۸۰ کیلوگرم بر متر مربع به این رقم اضافه کنیم. قرار شد که مادامی که این بار بر یک سوم سطح خارجی بنا قرار می گیرد، حرکت یا خمیدگی سطوح در دیگر جاهای ساختمان به دقت رصد شود. دو بنای گنبدی، یکی ساخته شده از کیسه های شنی و دیگری ساخته شده با آجر با این روش آزموده شد. بررسی ویژه از سوی یک شرکت مهندسی محلی، به دقت انجام شد. نتیجه تست نشان داد که در هر دو مورد کوچکترین حرکت یا تغییر شکل در سطوح مختلف این بناها دیده نشد. یعنی این دو بنا نخستین آزمایش خود را با موفقیت پشت سر گذاشتند.

پس از بررسی نتیجه این آزمایش، آی سی بی او بر این عقیده بود که به رغم موفقیت این بناها در آزمایش، به منظور رعایت احتیاط، قطر گنبدها نباید از چهار و نیم متر تجاوز کند و تنها برای کاربری های محدودی، مشخصاً گروه «م»^{۱۴} بخش یک و گروه «ب»، بخش ۲، پروانه بگیرند. اما آقای خلیلی در نظر داشت که این بناها را برای کاربری گروه «ر» بسازد ضمن اینکه در یکی از پروژه های محلی، یعنی در بنای موزه و مرکز طبیعت در هیسپریا وی می خواست گنبدی با قطر تقریبی ۱۵ متر بسازد. مسلماً این پاسخ آی سی بی او برای وی قانع کننده نبود. مهندس خلیلی در تماسی با اداره ما مخالفت خود را ابراز داشت و اعلام نمود که آمادگی کامل دارد که آزمایشات سخت تری را برای رفع هر گونه محدودیت کاربری از بناهای گنبدی شکل بپذیرد.

پس از مذاکرات پی در پی که یک سال به طول انجامید و شامل یک سفر برای ملاقات حضوری با مسئولان دفتر مرکزی آی سی بی او نیز بود تصمیم گرفته شد که برای نتیجه ای قطعی که رضایت

¹² هر پوند برابر با ۴۵۳ گرم است.

¹³ هر فوت برابر با ۳۰ سانتی متر است.

¹⁴ در مقررات ملی ساختمان، دسته بندی انواع بناها بسته به نوع کاربری و مدت زمانی که کاربران در آن توقف دارند مشخص می شود. گروه «م» یعنی ساختمان هایی که استفاده از آنها به خرید و فروش چیزها محدود می شود، مثل مغازه ها، جایگاه های سوخت و غیره. گروه «ب» یعنی ساختمان هایی که در آنها خدمات ارائه می شود مثل بانک ها، ادارات، مطب پزشکان و غیره، گروه «ر» یعنی ساختمان هایی که مردم در آنها زندگی می کنند، مثل خانه ها، هتل ها، ساختمان های آپارتمانی و غیره.

طرفین را تامین کند، به جای تست بار استاتیک از تست بار دینامیک^{۱۵} استفاده شود. تست بار دینامیک شامل اعمال فشار پی در پی و فزاینده بر بنا در مدت زمان های کوتاه است. درجه زلزله خیزی شهر هیسپریا و حومه برابر با ۴ مشخص شده است. در این مذاکرات توافق شد که مجریان آزمایش، اعمال فشار بر بناهای مورد نظر را تا حد تعیین شده برای مناطق زلزله خیز با درجه بندی ۴ ادامه دهند. در طی چند ماه بعد، جزییات اجرای آزمایش و توافقات لازم پیرامون «نمرات قبولی» در این تست صورت گرفت. همچنین موافقت شد که تست بر روی سه بنا اجرا گردد: بنای گنبدی آجری و بنای گنبدی کیسه شنی و ساختمان سومی که سقف آن گنبدی نبود بلکه یک طاق بود، ساختمانی با طاقی بلند که بر روی دیوارهایی با ارتفاع یک متر و نیم بنا شده بود.

آزمایشات مورد توافق در سال ۱۹۹۵ توسط شرکتی که مورد تایید آی سی بی او بود انجام گرفت. جهت اطمینان بیشتر، در بسیاری از موارد، دستگاه ها در اعمال فشار حتی از حدودی که قبلا مشخص شده بود فراتر رفتند ولی بناها کماکان از خود مقاومت نشان دادند. اعمال فشار بر بناها توسط مجریان آزمایشات تا حدی پیش رفت که ساختاری که خود برای اجرای تست ساخته بودند شروع به خم شدن کرد ولی سازه های آقای خلیلی هیچگونه ضعفی از خود نشان ندادند. وقت آن بود که همه ما پذیریم که این بناها واقعا مقاوم اند و تهدیدی برای ساکنین آنها، حتی در مناطق زلزله خیزی چون هیسپریا، محسوب نمی شوند.

با این نتایج، نقشه های پیشنهادی آقای خلیلی مجددا به آی سی بی او عودت داده شد. پس از بررسی مجدد این سازمان، در ماه فوریه سال ۱۹۹۶، مقاوم بودن بناها مورد تایید قرار گرفت. برای ما در شهرداری هیسپریا که شاهد تمامی مراحل بررسی فنی و آزمایشات عملی مقاومت این بناها بودیم، خیلی پیشتر تردیدمان مبدل به یقین شده بود. این بناها از همه لحاظ از بناهای معمولی مستحکم تر و مقاوم ترند. آقای خلیلی موفق شده بود که با پشتکار و مدارا به شهرداری هیسپریا ثابت کند که ساخت و ساز با کیسه شنی نه تنها عملی است بلکه مقاوم است. ناگفته نماند که باید این پیروزی را همچنین مرهون انعطاف پذیری مقررات ملی ساختمان خود بدانیم که به ما اجازه داد که ساخت و ساز با مصالح جایگزین را تا این حد مورد بررسی و آزمایش قرار بدهیم و ایده های نو را صرفا چون به نظر ما عجیب و نا آشنا می آیند رد نکنیم.

¹⁵ در این نوع تست، فشار وارده بر بنا از نظر شدت و مدت تغییر می یابد.