کاربرد دقت و اندازه‌گیری در معماری

● سکینه بمانیان

بشر از گذشته تا امروز، طی تمام ساعات شبانه‌روز، تحت تأثیر دست‌ساخته‌های خود و پیش‌ساخته‌های طبیعت بوده است. آثار معماری برخلاف سایر آثار هنری، زندگی انسان را تا آخرین لحظات، تحت سیطره‌ی خود قرار می‌دهد. تأثیر معماری بر زندگی انسان، تمامی جنبه‌های آن را، از طرح اولیه تا اندازه‌ها و تناسب این اندازه‌ها با یکدیگر، شامل می‌شود. به نظر شما از چه زمانی دقت در اندازه‌گیری در معماری اهمیت پیدا کرد؟

از زمانی که بشر زندگی‌اش را روی کره‌ی خاک آغاز کرد تا امروز و پس از آن، مهم بوده است و خواهد بود که هر جزء از محل زندگی خود را در چه ابعادی، کجا و با چه اندازه‌ای نسبت به سایر اجزای آن بسازد یا مکانی را که به عنوان محل زندگی اختیار می‌کند، چه ویژگی‌هایی از نظر اندازه و تناسب اندازه‌ها داشته باشد.

استفاده از اندازه‌ی خاص در معماری به چه زمانی باز می‌گردد و از چه دوره‌ای بشر برای ساخت‌وساز، به نقش اندازه‌ها در آن پی برد؟ از زمانی که بشر برای زندگی بر زمین به دنبال سرپناه بوده است. یعنی از دوره‌ی غارنشینی تا امروز، اندازه‌ها نقش مهمی در معماری داشته‌اند. در آن زمان، معماری تنها در حد انتخاب فضای مناسب برای زندگی بود، اما در همان دوره نیز توجه به تناسبات، به دلیل توجه به انسان به عنوان موجودی چندبُعدی، اهمیت داشته است. طی این دوره و دوره‌های بعد، معماری و تناسبات به کار رفته در آن که جزء جدایی‌ناپذیر معماری محسوب می‌شوند، تمام خواسته‌های جسمی و روحی بشر را در نظر می‌گرفته‌اند.

نگاهی به غارهای کشف شده به عنوان اولین زیستگاه‌های بشر نیز نشان می‌دهد، ارتفاع سقف تا کف غار، محل قرارگیری آن در

---

۲. گزینه‌ی ج درست است.

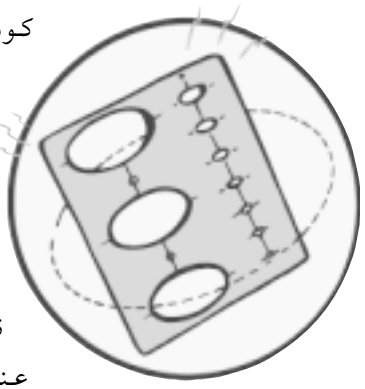
$$\frac{۲}{۳\times۵}+\frac{۲}{۵\times۷}+\frac{۲}{۷\times۹}+\cdots+\frac{۲}{۱۹\times۲۱}$$

قرینه شده‌اند

$$=\frac{۱}{۳}-\frac{۱}{۵}+\frac{۱}{۵}-\frac{۱}{۷}+\frac{۱}{۷}-\frac{۱}{۹}+\cdots+\frac{۱}{۱۹}-\frac{۱}{۲۱}$$

$$=\frac{۱}{۳}-\frac{۱}{۲۱}=\frac{۶}{۲۱}=\frac{۲}{۷}$$

۳. گزینه‌ی د درست است. همان‌طور که می‌بینید، صورت کسرها از اعداد صحیح ۱۰۰- شروع شده‌اند و به ۱۰۰+ می‌رسند. در این بین، عدد صحیح° هم وجود دارد که در هر عددی ضرب شود، حاصل را صفر می‌کند. پس حاصل ضرب همه‌ی کسرها صفر می‌شود.



کوه، عمق آن، منظر غار و چگونگی استفاده‌ی آن از نور طبیعی (نور ماه و خورشید) مورد توجه ساکنان آن قرار داشته است و غالباً غارها با نسبت‌های مشخصی، به عنوان زیستگاه بشر اولیه انتخاب می‌شده‌اند. در دوره‌های بعد از غارنشینی نیز که بشر قصد ساختن مکانی را برای زندگی خود دارد، باز هم این موضوع را مدنظر قرار می‌دهد. نمی‌توان تصور کرد که دیوار و چینه‌های تپه زاغه‌ی قزوین، به عنوان یکی از اولین نمونه‌های ساختمان‌های ساخته شده توسط انسان در ایران، بدون هیچ محاسبه و درنظر گرفتن تناسبات خاص، کنار هم قرار داده شده باشند.

چه چیز باعث شده است تا خانه‌ها و دست‌ساخته‌های بشر در اندازه‌ها و نسبت‌های معین به‌وجود آیند؟ آنچه باعث این امر شده، تأثیراتی است که بر روح انسان باقی می‌گذارند. در گذشته، متناسب با نوع زندگی که قرار بوده است در یک فضا جریان داشته باشد، نسبتی بین اندازه‌ی اجزای آن برقرار کرده‌اند. نسبت اندازه‌های یک انباری، یک خانه‌ی مسکونی و یک بنای مذهبی، کاملاً با یکدیگر متفاوت بوده‌اند.

هم‌چنین در گذشته، نسبت بین اندازه‌ها، چه در معماری و چه در سایر هنرهای تجسمی، از طبیعت گرفته می‌شد. در کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین ذره از طبیعت، نسبت ویژه‌ای از اندازه‌ها رعایت شده، چنان‌که در قرآن هم آمده است: «وَ قَدَّرهُ تقدیرا»؛ یعنی: عالم براساس اندازه‌ی ویژه و خاص بنا شده است. از فاصله‌ی اصوات گرفته تا فاصله‌ی کهکشان‌ها با یکدیگر، در همه‌ی موارد نسبت‌های خاصی رعایت شده‌اند. ولی امروزه به علت افزایش جمعیت و فشارهای اقتصادی، مخصوصاً در شهرهای بزرگ، توجه به چنین نسبت‌های روحانی کمرنگ شده است. با این همه، در تمام دوران از گذشته تا حال و آینده، در ساختمان‌سازی، رعایت دقت در اندازه‌گیری امری ضروری است. برای مثال، از همان ابتدا که نقشه‌کشی ساختمان شروع می‌شود و ساختمان را با مقیاس کوچک‌تر روی کاغذهایی با اندازه‌های استاندارد رسم می‌کنند، دقت در اندازه‌گیری کاربرد دارد تا پایان کار و محاسبه‌ی کارمزد معماری.

مقیاس را به دو شکل نشان می‌دهند:

۱. مقیاس عددی یا کسری

$$\text{مقیاس عددی} = \frac{\text{فاصله‌ی دو نقطه روی نقشه}}{\text{فاصله‌ی افقی همان دو نقطه روی زمین}}$$

برای مثال، مقیاس $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ میلی‌متر روی نقشه نشان‌دهنده‌ی ۵ متر در روی زمین است. حال اگر مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ میلی‌متر را روی نقشه‌ای ببینیم، اندازه‌ی آن روی زمین چند متر است؟

۲. مقیاس خطی یا ترسیمی

رسم این مقیاس‌ها روی کاغذ و پیاده کردن نقشه روی زمین، مستلزم دقت در اندازه‌گیری است. به عنوان نمونه، به ترسیم نقشه‌ی تیرریزی که در ادامه می‌آید، دقت کنید. برای تیرریزی هر ساختمانی باید نقشه‌ی جداگانه تهیه شود. به این منظور، در پلان ساختمان دیوارها را با خط نازک می‌کشند و از اندازه‌ها و سایر مشخصات مندرج در پلان صرف‌نظر می‌کنند. فقط تیرآهن‌ها را با خط نقطه‌ی قوی نشان می‌دهند.

در هر پلان تیرریزی نکات زیر کاملاً روشن و دقیق مشخص

---

۴. گزینه‌ی الف درست است.

$$x = ۳ \text{ و } y = -۲$$

$$x^۳ + y = ۳^۳ - ۲ = ۲۷ - ۲ = ۲۵$$

$$(x - y)^۲ = (۳ - (-۲))^۲ = ۵^۲ = ۲۵$$

$$(x + y)^۲ - ۴xy = (۳ - ۲)^۲ - (۴ \times ۳ \times (-۲))$$

$$= ۱^۲ - (-۲۴) = ۱ + ۲۴ = ۲۵$$

۵. گزینه‌ی ج درست است.

$$P = \frac{۱۰ + ۶ + ۸}{۲} = ۱۲$$

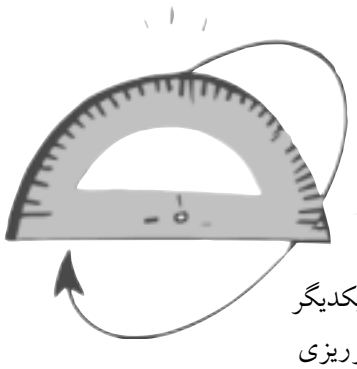
$$\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = \sqrt{۱۲(۱۲-۱۰)(۱۲-۶)(۱۲-۸)}$$

$$= \sqrt{۱۲ \times ۲ \times ۶ \times ۴} = \sqrt{۱۲ \times ۱۲ \times ۴}$$

$$= \sqrt{۱۲^۲ \times ۴} = ۱۲ \times ۲ = ۲۴$$

می‌شوند:

۱. نمره‌ی تیرآهن
۲. طول تیرآهن
۳. فرم تیرریزی
۴. فاصله‌ی تیرها از یکدیگر
۵. جدول فهرست تیرریزی



برای ترسیم پلان تیرریزی با مقیاس ۱۰۰ : ۱، دیوارها را با خط ۰/۲، تیر و تیرچه‌ها را با خط ۰/۴، پل‌ها را با خط ۰/۶، و آرماتورهای رانش را با خط ۰/۲ ترسیم می‌کنند. برای ترسیم پلان تیرریزی با مقیاس ۵۰ : ۱، همان ضخامت‌ها رعایت می‌شوند، جز این‌که تیرها و تیرچه‌ها را با خط ۰/۶ و پل‌ها را با خط ۰/۸ رسم می‌کنند.

مهندس نقشه‌کش، تمام ویژگی‌ها و اجزای ساختمان از نمای کلی ساختمان تا نقشه‌ی اتاق‌ها، راهروها، ... اندازه‌ی شیب پشت‌بام برای شست‌وشو و عبور آب باران و برف، اندازه‌ی دودکشی که کشش متراژ بنا را داشته باشد، و... همه و همه را با دقت در اندازه‌گیری و با ظرافت ترسیم می‌کند. معمار نیز با دقت بیشتر باید اندازه‌های نقشه را روی زمین پیاده کند.

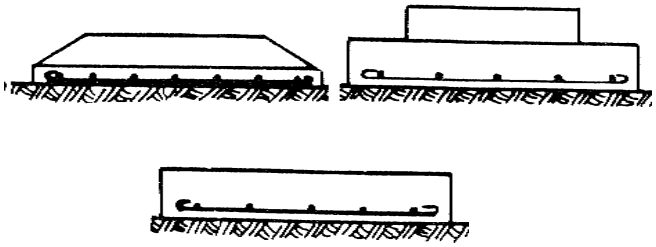
فکر می‌کنید در پی‌سازی، اندازه‌گیری تا چه حد کاربرد دارد؟ پی حدفاصل بین زمین و ساختمان است. به بیان دیگر، ساختمان به‌وسیله‌ی پی به زمین متصل می‌شود و بارهای وارده را از بنا (ستون‌ها و دیوارها) می‌گیرد و به یک نسبت پخش و به زمین منتقل می‌کند. ابعاد پی بستگی کامل به وزن بنا، نیروهای وارده بر آن، نوع خاک و مقاومت زمین دارد. پی‌ها را نسبت به نوع مصالح و سیستم ساخت آن می‌توان به دو گروه تقسیم کرد:

۱. انواع پی از نظر مصالح آن، مانند: پی‌های سنگی، آجری، شفته‌ای، بتونی، بتن مسلح (بتن + فولاد).

۲. انواع پی از نظر سیستم ساخت آن، مثل: پی‌های تکی، نواری و صفحه‌ای، پی مشترک، و پی‌های کلاف شده.

در این‌جا به عنوان نمونه، پی بتونی را شرح می‌دهیم. بتون را می‌توان یکی از مقاوم‌ترین و مستحکم‌ترین سنگ‌های مصنوعی دانست. پی‌هایی که با بتون ساخته می‌شوند، بهترین پی در کارهای ساختمانی به‌شمار می‌آیند. امروزه توصیه می‌شود، پی کلیه‌ی ساختمان‌ها را با بتون مسلح بسازند؛ به‌خصوص در مناطق زلزله‌خیزی نظیر شهرهای جنوب خراسان، دامنه‌های کوه البرز، و قزوین. حتی برای ساختمان‌های سبک و یک طبقه نیز پی‌های بتونی از نوع نواری آن بسیار مناسب خواهد بود.

زاویه‌ی پخش بار در پی‌های بتونی، بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است. در پی‌سازی با بتون، ابتدا کف پی به اندازه‌ی تقریبی ۱۰ سانتی‌متر، بتون کم‌سیمان به نام «مگر» می‌ریزند و سطح پی را برای بتون‌ریزی اصلی تراز می‌کنند. بعد از قالب‌بندی با تخته، بتون ساخته شده را داخل قالب می‌ریزند و می‌کوبند تا متراکم شود. بارگذاری روی پی‌های بتونی باید حداقل هفت روز پس از پی‌ریزی انجام گیرد.



از موارد دیگری که به محاسبه و اندازه‌گیری دقیق نیاز دارد، محاسبه‌ی پله‌هاست. قبل از طراحی و ترسیم هر پله، مهندس نقشه‌کش باید محاسبه‌ی پله‌ها را انجام دهد. یعنی باید معلوم کند که برای هر ارتفاع مشخص، (حدفاصل عمودی دو اختلاف سطح)، چند عدد پله لازم است و ارتفاع و کف هر کدام از تک‌پله‌ها چند سانتی‌متر باشد.

---

۶. گزینه‌ی د درست است. ابتدا مقدار کل آب موجود و ذخیره شده را حساب می‌کنیم. و بعد مصرف روزانه‌ی جدید را برحسب ۹۰ روز به‌دست می‌آوریم:

کل آب ذخیره شده $۷۸\times۹/۲=۷۱۷/۶$

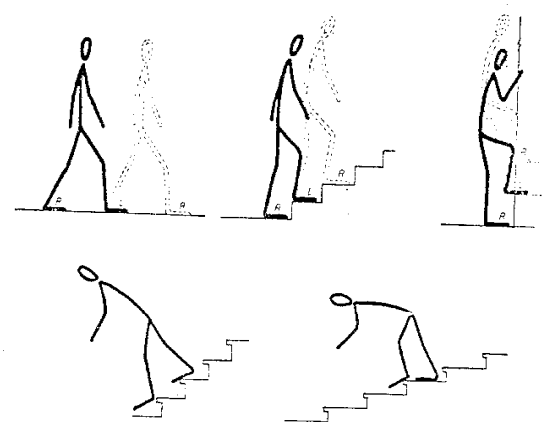
مقدار آب مصرفی در ۹۰ روز $\frac{۷۱۷/۶}{۹۰}\simeq۷/۹۷$

حالا با کمک جدول یا معادله‌ی زیر، درصد صرفه‌جویی را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۹/۲-۷/۹۷}{۹/۷}=\frac{x}{۱۰۰}\Rightarrow$$

مقدار صرفه‌جویی روزانه / مصرف روزانه‌ی اولیه

$$x=\frac{۱/۲۳\times۱۰۰}{۹/۷}\simeq۱۳/۳۶\simeq۱۳$$



به نظر شما در مورد دودکش که وظیفه‌اش هدایت دود به خارج ساختمان است، دقت در محاسبه لازم است؟ همان‌طور که گفته شد، وظیفه‌ی دودکش در ساختمان آن است که دود و گازهایی را که در اثر آتش ایجاد می‌شوند، به طور مستقیم از سقف ساختمان به هوای آزاد هدایت کند.

اجزای قابل احتراق یک سوخت عبارت‌اند از: کربن، هیدروژن و گوگرد. هنگام احتراق، مواد نامبرده با اکسیژن هوا ترکیب می‌شوند و در همین زمان حرارت نیز به‌وجود می‌آید. این حرارت باید به اتاق‌ها و سایر فضاها برسد و دود حاصل از این سوخت، توسط دودکش‌ها به فضای آزاد هدایت شود. به ازای هر هزار کیلوکالری حرارت در ساعت، دود یا سوخت‌های متفاوت، به اندازه‌های زیر به‌دست می‌آید:

- از سوخت چوب، ۴/۳ مترمکعب در ساعت
- از سوخت زغال‌سنگ، ۳/۳ مترمکعب در ساعت
- از سوخت نفت، ۲/۱ مترمکعب در ساعت

بنابراین در یک فضای معمولی، در حالی که سوخت نفت به کار رود، در زمستان تقریباً ۵ مترمکعب در ساعت دود باید به فضای خارج هدایت شود. بنابراین، مقطع دودکش باید به اندازه‌ای باشد که بتواند این مقدار دود را به هوای آزاد هدایت کند. اندازه‌ی مقطع دودکش به **مقدار دود و سرعت آن** بستگی دارد. نیرویی که دود را به هوای آزاد می‌کشد و هم‌چنین سرعت آن، به اختلاف وزن دود بستگی دارد، نسبت به همان مقدار وزن هوا که در دودکش وجود دارد، گرما دود را منبسط می‌کند. هرچه مقدار گرمای دود زیادتر باشد، وزن آن نیز کمتر خواهد بود و به همان نسبت کشش دودکش زیادتر می‌شود.

ارتفاع دودکش نیز در کشش دودکش مؤثر است. هرچه دودکش بلندتر باشد، به همان مقدار تفاوت وزن دود نسبت به هوای آزاد بیشتر است. چنانچه دودکش ۵ متر ارتفاع داشته باشد، نیروی کشش ۱۰۰ گرم خواهد بود. به این معنی که تفاوت بین دود و هوای آزاد مساوی است با ۱۰۰ گرم. حال اگر دودکش ۲۰ متر ارتفاع داشته باشد، کشش آن چند گرم خواهد بود؟

منابع

۱. جرجانی، عبیداله. نقشه‌کشی ساختمان، مهارت فنی درجه۲.

۲. میراث خبر، ۲۶ اردیبهشت ۱۳۸۴.

۷. گزینه‌ی الف درست است. پول اولیه مرد را x تومان می‌گیریم:

پول مرد پس از یک‌بار عبور از پل: $2x-24$

$2(2x-24)-24=4x-48-24=4x-72$

پول مرد پس از دوبار عبور از پل

$2(4x-72)-24=0\Rightarrow 8x-144-24=0$

$\Rightarrow 8x-168=0\Rightarrow 8x=168\Rightarrow x=21$

۸. گزینه‌ی ب درست است.

تعداد سؤالاتی که به آن‌ها درست پاسخ داده است: x

تعداد سؤالاتی که به آن‌ها غلط پاسخ داده است: $100-x$

$3x+(100-x)\times(-1)=256\Rightarrow 3x-100+x=256$

$\Rightarrow 4x=256+100$

$\Rightarrow 4x=356\Rightarrow x=89$ درست

$100-89=11$ غلط