

مرمت، از معنا تا شکل

مهندس سید بهشید حسینی*

چکیده:

بررسی روند تحول یک عنصر معماری بدون بررسی تحول جزئیات آن عنصر امکان پذیر نیست و بازگشت به زمان و مکان تولید اثر زمینه کافی را در درک اثر بدست می‌دهد. در این متن تلاش بر آن است مراحل شکل‌گیری گنبد و معناهای دیروزین عین دیروز درک شوند.

نگرش بر عنصری چون گنبد در چارچوب دانش معماری به طور عام و دانش مرمت به گونه خاص با زمینه و ابعاد مختلف روبرو می‌گردد، در بعد معماری فهم سویه‌های شکل و معنای این عنصر برحسب زمان و مکان و در قلمرو دانش مرمت چگونگی برخورد با این عنصر از پیچیدگی برخوردار است، این پیچیدگی بستری را به منظور پژوهش در موضوع رویاروی پژوهنده قرار می‌دهد. طرح موضوع از آنجا ناشی می‌شود که عنصر گنبد از بُعد شکل نسبت به نوع دیروزین خود دارای تفاوت چندانی نیست و در بُعد معنایی نیز در موقعیت‌ها و مقیاس‌های متفاوت در بنا مرکز ثقل فضاهای معماری حکومتی و عمومی بوده است، برای مثال اگر عبادت در هر فضای عبادی را غیر واحد ندانیم موقعیت گنبد در مقیاس بزرگتر در بنا، نقطه عطف و قطب و محراب و قبله در معابد بوده است.

در تعریف هندسی، گنبد مکان هندسی نقطاتی است که از دوران چغدی مشخص حول یک محور قائم وجود می‌آید، در زبان معماری گنبد پوششی است که بر روی زمینه‌ای گرد برپا شود از نقطه نظر فنی سیستم‌هایی هستند که در آنها انتقال نیروی وزن و سایر نیروها با مکانیزم فشاری و کمی نیروی خمشی توسط عناصر گوه‌ای شکل آجری یا خشتی یا سنگی انجام می‌گیرد.

در این نوشتار نگارنده ضمن عبور از مراحل شناخت عنصر مورد بررسی به دنبال تدوین مبانی نظری مرمتی در رابطه با خلق فضا و نحوه استفاده مجدد از شکل عنصر معماری می‌باشد.

کلید واژه:

گنبد، جنبذ، فیلیپوش، سکنج، بشن، چپیره، کمبیره، افزیر.

* دانشجوی دکترای معماری، دانشکده هنرهای زیبا - دانشگاه تهران.

۱. مقدمات (۱)

هر عنصر معماری قابلیت تقسیم به دو نظام را داراست: نظام شکل و نظام معنا. هر شکلی می‌باید بر مبنای معنایی (۲) موجودیت یابد و نیز فهم هر معنا از طریق نظام شکل (۳) صورت می‌پذیرد از این رو در رابطه با هر عنصر معماری چه عنصر کالبدی (۴) و چه عنصر ساختاری (۵) معنا مقدمه لازم برای تولید شکل است. نظام معنایی از دو طریق قابل تفسیر است:

الف - کشف معنا: بازگشت به زمان و مکان تولید اثر، زمینه کافی را در درک معنا از شکل به دست می‌دهد به عبارت دیگر تلاش بر آن است تا معناهای دیروزین عین دیروز درک شوند. در این قاعده پژوهنده در راستای کشف گام برمی‌دارد و سایر لایه‌های معنایی را در زمانهای دیگر کنار می‌زند.

ب - آفریدن معنا: افزودن لایه‌های معنایی دیگر بر اثر، پس از تکوین آن. این شیوه علاوه بر آنکه دربرگیرنده معناهای اولیه می‌باشد، معناهای دیگر را به ازاء زمانها دربر می‌گیرد که در دو شکل قابل طرح است:

- ممکن است شکل امروز عین دیروز باشد اما بار معنایی آن در زمانهای دگرگون شده باشد.
- ممکن است شکل دیروز از الحاقاتی در زمانهای مختلف تا به امروز برخوردار باشد از این‌رو به ازاء لایه‌های زمانی، لایه‌های معنایی نیز به وجود خواهد آمد.

بررسی هر عنصر معماری در نظام شکل و معنا برحسب اجزاء از ویژگی و قانون‌مندیهای زیر برخوردار است:

۱. موقعیت: بر موقع ریاضی نظام شکل در ربط با کل اثر دلالت دارد. به عبارت دیگر هر عنصر واحد با شکل معین و مقیاسی مشخص برحسب استقرارهای متفاوت از دلالت‌های معنایی مشابه برخوردار نخواهد شد.

۲. مقیاس: این ویژگی معرف تفاوت‌های معنایی ناشی از تغییر در مقیاس (اندازه) یک عنصر است. به عبارت دیگر یک عنصر با فرم مشخص در مقیاسهای متفاوت حتی با موقعیت استقرار واحد از دلالت‌های معنایی

متفاوت برخوردار است.

۳. روابط: این ویژگی بر دگرگونی

معنایی و شکلی یک عنصر در شکل ترکیبی اشارت دارد. به بیان دیگر وجوه معنایی و شکلی یک عنصر در دو بُعد تفهیم و ترکیب با سایر عناصر متفاوت از یکدیگر می‌گردد به گونه‌ای که معنا و شکل ترکیبی متفاوت از معنا و شکل در وضعیت تفهیمی است. (۶)

۴. مکان (۷): مکان بستر تولید معنا و شکل است. از این‌رو درک و فهم معنای هر شکل الزاماً متکی به بازشناسی دو زمینه است: انسان مکان و مکان انسانی.

به عبارت دیگر تفاوت در شرایط مکانها، انسان مکانها را رقم می‌زند و از آن ره مکانهای انسانی متفاوتی از طریق این تفاوت‌ها خود را در نظام شکل و معنا می‌نمایانند. در چنین وضعیتی یک پدیده واحد به ازاء مکانهای مختلف از نتایج متفاوتی برخوردار می‌گردد. مهمترین ویژگی حاصل از رابطه شکل و معنا با مکان، هویت است. مکانهای انسانی و انسان مکان در روند تحولی خود تحت تاثیر عوامل درونی و بیرونی قرار می‌گیرند، که از ابعاد متفاوتی برخوردار می‌گردد. (۸)

۵. زمان: تحولاتی که شکل و معنا در هر عنصر معماری دربردار زمان می‌پذیرد به چهار وضعیت رخساره می‌نماید:

نخست: شکل در زمان متناسب با تحول در معنا تولید می‌شود و هم‌سویی و وحدت بین دو بُعد وجود دارد.

دوم: شکل در زمان بازمانده و معنا هم دچار دگرگونی نشده است که در این حالت شکل به علت دربرداشتن بار معنایی مجدد مورد تاکید قرار می‌گیرد.

سوم: شکل در زمان بازمانده اما معنای آن از دگرگونی برخوردار شده است به عبارتی جایگزینی معنایی رخ داده است. **چهارم:** شکل به علت‌های مختلف خارج از تداوم مکان خود دچار تحول گردیده و معنا در زمان بازمانده است، به عبارتی قطع تاریخ رخ داده‌است و هویت آن دستخوش دگرگونی شده است.

در اشکال دوم و سوم شکل بیان نمادین می‌یابد و لازمان می‌گردد.

۲. شناخت گنبد

۱-۲. گنبد (نظام معنایی):

با مدعی مگوئید اسرار عشق و مستی تا بی‌خبر بمیرد در درد خودپرستی ... اینک صدای گنبدسازی است که به گوش جان می‌شنوی، نقطه پیرگار است و رگه‌هایی است که دور این نقطه به چرخش است. چرخش اساس حیات است، چرخش چرخه زندگی است. چرخه شب و روز، چرخه فصل‌ها از بهار تا بهار این چرخش را می‌بینی، چرخش به گرد مطلوب، چرخش به دور روشنی، چرخش پروانه به گرد شمع. چرخش الکترون به دور نوترون، چرخش حاجی به دور کعبه، چرخش منظومه‌های کیهانی، چرخش کهکشانها همه و همه قلت به کثرت رسیدن، کثرت به وحدت رسیدن و چرخ و دور نظم چرخش‌ها ... چرخش وحدت و نظم است. نظام است. منظم است. دنیای ریاضی و منطق و عدد است. دنیای هندسه است ... دنیای هندسه را بنگر ... به نظم هندسی بیندیش هندسه و نظم‌مش همه آنچه را که دارد از پیرگار دارد. آرامش، سکون، وحدت و ارتباط با خودت همه در زیر گنبد خالص تراست. گنبدی از خشت‌ها یا گنبد مینا، گر نیک بنگری هر دو یکی است. عشق زمینی که باشد، انجامش به تنهایی می‌رسد، چه به وصال ماده می‌اندیشد نه به وصال معنی، عشق آسمانی و عالی و پاک که باشد، نه که خود از تنهایی برمی‌خیزد به واحد می‌اندیشد به معنا می‌اندیشد به وحدت می‌اندیشد، اگر چه تا آنجا که پیش می‌رود که به جمع عشقان می‌رسد، تنه‌است ولی به تن‌ها می‌رسد. سی مرغ، سیم‌رغ می‌شود. معماری که اثری را به یادگار می‌گذارد از خود چیزی ندارد خودی ندارد خود را خالق آن گنبد نمی‌بیند حتی خشت را او نمی‌گذارد، ریسمان و بناغول و پیرگار را هم از خود نمی‌داند ... خود به اقرار می‌گوید: «اثر فقیر بی چیز محتاج» ... (۹)

۲-۲. گنبد (نظام شکل): بررسی روند

تحول یک عنصر معماری بدون بررسی تحول جزئیات آن عنصر امکان‌پذیر نیست و بازگشت به زمان و مکان تولید اثر زمینه

کافی را در درک از اثر به دست می‌دهد. در این راستا تلاش بر آن است معنای دیروزین عین دیروز درک شوند. قابل ذکر است در این مبحث نقطه نظر نگارنده بیشتر بر شناخت اجزاء در نظام شکل استوار است که با برخی نقطه نظرات متخصص ایران‌شناس پیرامون گنبد مبحث را آغاز می‌کنیم:

پیش از آنکه وارد بحث پیچیده توسعه تاریخی طاقهای ایرانی که در نمونه‌های حفظ شده و به جای مانده شویم آشنایی با بعضی از تعاریف ابتدایی و اساسی، سودمند خواهد بود. سه نوع طاق عمده وجود دارد و از نظر تئوری همه از یک عنصر ترکیب‌دهنده اصلی که عبارت از قوس است ناشی می‌گردد. هنگامی که یک قوس در عمق ادامه یابد یک طاق ضربی یا کوره پوش به وجود می‌آید. هنگامی که دو طاق ضربی یکدیگر را قطع کنند طاقهای اریب تشکیل می‌شود که آنها را طاقهای چهار بخش می‌نامند و اگر قوس بر روی خود به گونه‌ای بچرخد که طاق نیمکره مانندی را تشکیل بدهد آنچه بوجود آید گنبد است.^(۱۰)

همانند ایوان، گنبد بارزترین عنصر معماری ایرانی است، گرچه در مورد پیدایش ایوان هنوز مسئله مورد بحث وجود دارد ولی در مورد تکامل بناهای گنبددار ایرانی از آغاز دوره ساسانی تا عصر حاضر کمتر تردیدی به چشم می‌خورد، البته بین ساختمانهای گنبددار ایرانی و بنای گنبددار رومی تفاوت‌هایی دیده می‌شود. بطور کلی بناهای گنبددار مغرب زمین کاملاً شناخته شده است. مثلاً بنای پانتئون رم نشان می‌دهد که بر روی اطاقهای استوانه‌ای شکل مهم گنبد به کار می‌رفت اما تفاوت جالب توجه شیوه انتقال گنبد از بنای مدور به بنای مربع شکل می‌باشد. بدین ترتیب که در اطاقهای مربع شکل (لچکی) از برش یک نیمکره مثلث ساده بوجود می‌آید در حالی که در ایران بدون استثناء این لچکی بصورت سه کنج یا فیلیپوش بوده که بتدریج بصورت یک عنصر منظم ساختمانی و تزئینی در می‌آید.^(۱۱)

معماران رومی مشکل قرار دادن سقفی مدور روی اتاق چهارگوش را با قرار دادن

گنبد روی لاشه سنگهایی در گوشه‌ها با جلو آوردن تدریجی سنگها یا آجرها به شکلی که پیوسته مدورتر می‌شد، حل کرده بودند. معماران ساسانی همین مشکل را به شیوه دیگری حل کردند. همان شیوه‌ای که امروز نیز در معماری ایران متداول است. احتمالاً قدیمیترین نمونه این شیوه گنبد قلعه دختر است. گنبد با استفاده از سکنج‌های مخروطی که از هر کنج بالا آورده می‌شد تا دایره‌ای تشکیل گردد و از آن پس خود دایره به تدریج بسته می‌شد روی اتاق چهارگوش قرار می‌گرفت.^(۱۲)

سه کنج یکی از کشفیات مهمی بود که معماری ایران به خاطر آن اعتبار پیدا کرد... گنبد مدت‌ها پیش ساخته شده بود و کلبه‌های گنبدداری در نقش برجسته‌های قصر سنخریب (۶۸۱-۷۰۵ ق.م) در نینوا توسط لایارد کشف شده است. به هر حال استفاده آن بسیار محدود بوده تا اینکه راهی پیدا شد و توانسته آن را روی اتاق چهارگوش قرار دهند... سه کنج توسط ایرانیان کشف گردید و منجر به تکامل ساختمان گنبد گردید.^(۱۳)

الف) کالبد و ساختار و پیشینه گنبد در ایران: در ابتدا کالبد از نقطه نظر شکلی و ساخت در گنبد ایرانی مورد بررسی واقع می‌گردد و در انتهای موضوع به ساختار و استراکچر یا افزیر در گنبد پرداخته می‌شود. **گنبد:** اسم - (گ. ب) - (پهه gonbat) سقف یا ساختمان بیضی شکل که غالباً با آجر بر فراز معابد و مساجد و یا قبور و آرامگاهها می‌سازند. گنبد و جنب و شنب نیز گفته شده. گنبد کبود - گنبد لاجوردی: کنایه از آسمان.^(۱۴)

جرعه جام برین تخت روان افشانم
غلغل چنگ در این گنبد مینا فکنم

(حافظ)
پوشش گنبد در ایران پیشینه‌ای دیرینه دارد. کمبود چوبهای استوار و کشیده که در حقیقت عنصر اصلی پوششی تخت است، سبب شده است که پوشش سغ Sagh و گنبد رواج پیدا کند و بخصوص در دهانه‌های وسیع تر جای پوشش تخت را بگیرد.

قدیمیترین شکلهای منحنی در پوشش

زیرین چغازنبیل متعلق به هزاره دوم دیده شده است. با وقفه طولانی در دوران هخامنشی معماری درخشانی با پوشش مرتفع و مسطح در اوج قدرت و کارائی جلوه دارد ولی چه قبل و چه بعد از آن به علت فراهم نبودن شرایط خاص اقتصادی در این دوران آوردن چوب سدر از جبل عامل و ساج از گنداره همیشه میسر نبوده و در جنگل‌ها و جلگه‌های این سرزمین هم چوب مناسب پوشش پرورش نمی‌یافته است. لذا طاقهای منحنی و گنبد جای اصلی خود را به عنوان یک پدیده ساختاری و اقلیمی در معماری ایران به آسانی پیدا می‌کنند.

در متون موجود، دیرینه‌ترین گنبدی که بدان اشاره می‌شود مربوط به دوران اشکانی و اوایل ساسانی است. این گنبد در شهر فیروزآباد و به قطر ۱۶/۱۰ متر بنا شده است. چنانچه ابن‌البلخی در توصیف شهر فیروزآباد و گنبدی که در میانه شهر برپا شده می‌گوید: «اردشیر قصر فیروزآباد، که اکنون هست بنا کرد و شکل آن مدور است چنانکه دایره پرگار باشد و در میان شهر آنجا که مثلاً نقطه پرگار باشد دکه انباشته برآورده است و نام آن ایوان کرده و عرب آن را طربال گویند و برسر آن دکه سایه‌بانها ساخته و در میان‌گاه آن گنبدی عظیم برآورده و آن را گنبد کیرمان گویند و طول چهار دیوار این گنبد تا زیر قبه آن هفتاد و پنج گز است و این دیوارها از سنگ خارا برآورده است و پس از قبه عظیم از آجر برسر آن نهاده و آب از یک فرسنگ از سرکوه رانده و به فواره براین سر بالا آورده و دو غدیر است که یکی بوم پیر گویند و دیگر بوم جوان و بر هر غدیری آتشگاهی کرده است.»

در دوران ساسانی گنبدسازی آن چنان رواج می‌گیرد و تکامل می‌یابد که از آن پس تا امروز پوشش گنبدی از نظر ساخت و افزیر به صورت الگو و دستورالعمل کلی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. روش گنبدسازی چه در دوران ساسانی چه در دوره اسلامی آن چنان با استفاده از نظم دقیق ریاضی در شکل‌بندی و ساختمان و یا کاربست شیوه‌های صحیح صورت می‌گیرد که در همه انواع، گنبدها بدون احتیاج به گاه بست

به خوبی مقاومت می‌کنند، گرچه در گوشه‌سازیه‌ها از اوایل دوران اسلامی تاکنون تحولاتی چند صورت گرفته است اما روش گنبدسازی در ایران همواره ویژه اجرائی و فرهنگی خاص خود را دنبال کرده است.

آنچه قابل ذکر است آن‌که این ویژگی چه در شکل چه در اجرا (نداشتن قالب) آن را با گنبدهای باختر زمین همواره تفاوت می‌کند. **ب) تعریف هندسی گنبد:** در تعریف هندسی، گنبد مکان هندسی نقطای است که از دَوَران چفدی مشخص حول یک محور قائم بوجود می‌آید. اما در زبان معماری: گنبد پوششی است که بر روی زمینه‌ای گرد برپا شود.

گنبد از سه قسمت تشکیل شده است:

۱. گنبدخانه: یعنی زمینه گنبد.
۲. بشن = هیكل: یعنی قسمتی که روی زمینه ته رنگ به صورت مکعب بالا می‌آید و یک یا دو طرف آن باز است (در گنبدهای قبل از اسلام هر چهار طرف منتهی به دهانه‌های باز می‌شد).

۳. چپیره: جمع شده از آنجائی که در معماری ایرانی به ندرت به ته رنگ گرد برمی‌خوریم و معمولاً قسمت انتهائی بشن به شکل مربع و گاهی مستطیل است با چپیره کردن آن را تبدیل به دایره می‌کنند بعد گنبد روی آن سوار می‌شود. به همین دلیل مرحله چپیره شدن در گنبدسازی شایان توجه است زیرا امکان داشتن زمینه گرد است که اجرای نهایی پوشش گنبد را میسر می‌سازد.

معمولاً در نقشه‌ایی که پوشش به صورت گنبد طراحی می‌شود زمینه را به شکل مربع در نظر می‌گیرند تا به سادگی بتوان آن را تبدیل به ۸ و ۱۶ و ۳۲ و بالاخره دایره کرد. گنبدسازی در ایران به ندرت روی زمینه مستطیل تبدیل به مربع هم اجرا شده است در این صورت مستطیل تبدیل به ۶ و ۱۲ و سپس بیضی نزدیک به دایره می‌شود و گنبد روی بیضی قرار می‌گیرد. به این نوع گنبد که مقطع افقی آن به جای دایره، بیضی است کمیژه گفته‌اند. از نمونه‌های این نوع گنبد با ته رنگ بیضی مسجد حاج رجعی تهران و امامزاده زید بن علی در ورامین قابل

ذکرند. (۱۵)

پوششی به صورت طاق نیم کره: از جمله عناصری است که در معماری ایرانی از وجهه خاصی برخوردار است، در بین این پوششها سه نوع بیشترین رواج را داشته‌اند:

۱. گنبد یک پوش از عصر ساسانی

معمول بوده

۲. گنبد دو پوش

۳. سقف مخروطی شکل یا گنبد خیمه‌ای شکل کثیرالاشکل بر یک گنبد درونی.

این پوششها می‌بایست فضایی به شکل مربع دایره یا هشت گوش را مسقف نماید یعنی مسئله مهم این بوده که چگونه مربع به دایره تبدیل شود تا گنبد را بر خود بقبولاند.

این مسئله با ایجاد منطقه ثالثی موسوم به منطقه انتقالی بین چهار دیواری و گنبد حل شد. عامل عمده طاس و نیم‌طاسهایی بود که در گوشه‌ها ساخته شد به طوری که مربع رفته رفته به چند ضلعیهای پیاپی تبدیل شد به طوری که نصب گنبد میسر گشت.

البته هنر تزئینات در روند گنبدها با ایجاد خطوط اسلیمی و هنر خطاطی و کاشیکاری به اوج خود رسید و از داخل هم به وسیله مقرنسها توانستند زیبایی گنبد را از داخل دو چندان کنند. (۱۶)(۱۷)(۱۸)

از صدای سخن عشق ندیدم خوشتر یادگاری که در این گنبد دوار بماند (حافظ)

۳. افزیر (۱۹) در گنبد

در معماری ایران تا قبل از ورود مصالح جدید در کل دو نوع سیستم ایستایی مشخص را می‌توان تفکیک کرد. (۲۰)

این دو سیستم عبارتند از:

● سیستم ایستایی تیرپوش (سنگین):

از نظر فنی سیستم‌هایی هستند که نیروی وارده (معمولاً نیروی وزن) را به کمک عنصری (بصورت تیر چوبی یا سنگی) با مکانیسم خمشی به عنصر دیگر (بصورت ستون یا نظیر آن) منتقل کرده و این نیرو با وزن عنصر دوم جمع گشته و به تکیه‌گاه منتقل می‌شود. در این نوع سیستم تغییر شکل وارده بر تیر به دلیل وجود نداشتن اتصال کامل با ستون به این عنصر انتقال پیدا نمی‌کند.

● سیستم ایستایی فشاری (طاقی):

از نقطه نظر فنی سیستم‌هایی هستند که در آنها انتقال نیروی وزن و سایر نیروها با مکانیسم فشاری و کمی نیروی خمشی توسط عناصر گوه‌ای شکل آجری یا خشتی یا سنگی انجام می‌گیرد. (۲۱)

پوشش‌های قوسی شکل یکی از ابتدایی‌ترین نوع پوشش برای دهانه‌های نسبتاً بزرگ می‌باشد. پوشش‌های قوسی شکل دارای سابقه قدیمی بوده و امروز عقیده بر این است که پیدایش و رواج این نوع پوشش با منطقه فلات ایران مرتبط می‌باشد و یکی از دلایل پیشرفت این نوع پوشش، کمبود چوب در این منطقه بوده است.

فرمهای قوسی شکل را می‌توان به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم نمود. فرمهای طبیعی مانند جمجمه، شکل لاک لاک پشت، استخوانهای قفسه سینه، پوست تخم‌مرغ و فرمهای مصنوعی عبارتند از انواع ساخته‌های بشری از قبیل استخوان بندی و آنچه که برپایی بنا را میسر می‌سازد.

پوشش ساختمانی (طاقها و گنبدها) مخازن آب، سدهای قوسی، بدنه هواپیما و ... در طاقها به علت زیاد شدن نیروی عمودی از بالای طاق تا پای آن، ضخامت طاق از بالا تا پای آن اضافه شده و همواره سعی باید بشود که محل عبور منتج نیروها از هسته مرکزی عبور نماید تا در صاقهایی که با مصالح غیرقابل تحمل کششی اجرا می‌شود کششی بوجود نیامده باعث ایجاد ترک‌های افقی در طاق نشود.

گنبدها بر اثر بار عمودی وارد بر آن که در امتداد قوس به پایه‌ها منتقل می‌شود در جهت دوایر افقی نیز نیروهای حلقه‌ای بوجود خواهد آمد (نیروی مداری)، بطوری که در گنبدها تمام گنبد با هم بصورت یکپارچه کار می‌کند و چنانچه بخواهیم گنبد را گسترش داده و بصورت مسطح در آوریم بصورت قارچه‌هایی مجزا از یکدیگر درمی‌آید و همین نیروی حلقه‌ای است که این قارچه‌ها را به هم متصل می‌نماید.

۳-۱. مقایسه گنبد‌های پوسته‌ای و جداره نازک با گنبد‌های آجری: هرچند تفاوت این دو نوع گنبد زیاد می‌باشد ولی تفاوت‌های عمده آن به شرح زیر می‌باشد:

الف - وزن سربار در گنبد‌های آجری نسبت به وزن خود گنبد ناچیز بوده و قابل صرف نظر نمودن است در صورتی که از وزن سربار در گنبد‌های جدار نازک نمی‌توان صرف نظر نمود. برای مثال برای پوشش دهانه ۲۰ متری با خیز حدود ۵ متر می‌توان با بتن آرمه گنبدی ساخت به قطر جدار حدود ۸ تا ۱۵ سانتیمتر (حدود ۲۵۰ کیلوگرم در متر مربع وزن پوشش) در صورتی که در گنبد آجری با همین دهانه که حداقل ۱۰ متر خیز داشته باشد و ضخامت متوسط جدار آن نیز حداقل ۹۰ سانتیمتر باشد (حدود ۱۷۰۰ کیلوگرم در متر مربع وزن پوشش).

ب - وزن بکار رفته در گنبد‌های جدار نازک مقاوم در مقابل نیروی کششی بوده ولی در مصالح بکار رفته در گنبد‌های آجری کشش تحمل نمی‌نمایند.

ج - فرم گنبد‌های پوسته‌ای معمولاً نیم کره یا قسمتی از کره می‌باشند. در صورتی که منحنی گنبد‌های آجری اغلب از پیوستن چند منحنی و یا از منحنی سهمی شکل بدست آمده است. ولی با وجود این اختلاف می‌توان از روش محاسبات برای گنبد‌های جدار نازک برای تعیین نیروهای داخلی گنبد‌های آجری و روشن شدن علت بعضی از ترک‌های موجود در این گنبد‌ها استفاده نمود.

نیروهای در امتداد مدار (نیروی حلقه‌ای) نیز براساس فرم گنبد تغییر محل نیروی فشاری به کششی در زوایای متفاوتی که حدود آن بین زاویه ۴۰ تا ۶۰ درجه می‌باشد از این محل تا پای کار در بعضی از گنبد‌ها که نتوانند مقدار کشش ایجاد شده را تحمل نمایند ترک‌هایی به موازات نصف النهار در گنبد‌ها ایجاد می‌شود که هرچه پائین تر برویم ترک‌ها بازتر می‌شوند. با بررسی تعداد زیادی از گنبد‌ها مشاهده می‌گردد که معماران و سازندگان این آثار در همان زمان قدیم براساس تجربه،

کاملاً به انواع نیروهای مؤثر در ساختمان گنبد‌ها از راس تا شکن‌گاه و پا کار و اثر آن بر قسمت‌هایی که گنبد بر روی آن قرار گرفته واقف بوده و قوای کششی را اکثراً بوسیله چوب و الوار (قرار دادن چوب و الوار در پدنه و جدار گنبد) جذب می‌نمودند. ضمناً با اضافه نمودن ضخامت جدار گنبد مقدار اثر فاصله از نیروهای کششی بر مصالح بکار رفته را تقلیل داده‌اند. با توجه و دقت در مصالح و طرز اجرای کار مشاهده می‌شود مقداری تنش کششی توسط خود مصالح تحمل می‌شود.^(۲۲)

هرچند که ما پوست تخم مرغ را نازک و شکننده می‌دانیم، پوسته‌های بتن مسلح نیز به دهانه‌شان حتی از پوست تخم مرغ نیز نازک تر می‌باشند. برای مثال نسبت دهانه به ضخامت سالن نمایشگاهی که در سال ۱۹۵۸ در پاریس با دهانه ۲۱۶ متر ساخته شد برابر ۱۸۰۰ می‌باشد در حالی که نسبت دهانه به ضخامت پوست تخم مرغ بطور متوسط در حدود ۱۰۰ است. نازکی پوسته‌ای که خوب طرح شده باشد مقدار زیادی مصالح و در نتیجه وزن صرفه جویی می‌کند. چون بیشتر بار سازه را پوسته دارد زیرا پوسته در مقابل هیچیک از این دو نمی‌تواند بدون ضخامت کافی مقاومت کند. یک پوسته نازک در مقابل کشش، فشار و برش در درون سطح غشاء (موسوم به نیروها یا تنش‌های غشایی) می‌تواند مقاومت نماید. البته به شرط آنکه تکیه گاهها نیز به طور صحیح طرح شده باشند.

انواع زیادی از فرم‌های پوسته‌ای وجود دارند که قابل ساختن و عملی می‌باشند. در این متن فقط به تقسیم‌بندی‌های اصلی توجه می‌کنیم. ساده‌ترین فرم پوسته طاق استوانه‌ای می‌باشد ... پوسته استوانه‌ای فقط در یک جهت انحناء دارد اگر انحناء باعث بهتر شدن رفتار سازه‌ای می‌گردد در این صورت انحناء در دو جهت باید تأثیر خیلی بهتری داشته باشد. متداولترین این نوع پوسته‌ها گنبد می‌باشد که تاریخ شایسته‌ای در معماری دارد. گنبد از لحاظ تکنولوژی مدرن یک اشکال دارد: آن را نمی‌توان بوسیله یک سری خطوط مستقیم

تشکیل داد و تقریباً اکثر پوسته‌های متداول امروز معماری از بتن می‌باشند و قالب‌های بتنی بصورت قطعات مستقیم از چوب و گاهی اوقات از فولاد ساخته می‌شوند. ساختن قالب‌های منحنی گران تمام می‌شود. روش جدیدی برای قالب‌بندی پوسته‌های گنبدی ابداع شده و آن استفاده از بالن‌های باد شده می‌باشد.

پوسته‌های گنبدی نوعی از سطوح دوار می‌باشند. سطوح دوار از دوران یک منحنی صفحه‌ای حول یک محور مستقیم ایجاد می‌شوند. مخازن فلزی برای مواد شیمیایی مایع اغلب بصورت کره‌های کامل ساخته می‌شوند. مخازن ذخیره مایعات بصورت سطوح دوار و به شکل قطره آب نیز ساخته می‌شوند. چون یک قطره آب بوسیله کشش مؤثرین ثابت سطحش نگهداشته می‌شود، این مخازن طوری طرح می‌شوند که در آنها کشش ثابت ایجاد شود و برای ذخیره کردن مایعات پر بازده‌ترین سازه می‌باشند.^(۲۳)

۳-۲. رفتار سازه‌ای طاق‌ها و گنبد‌ها:

گنبد را می‌توان نمونه عنصری در نظر گرفت که به طور ایده‌آل در آن خمش و بنابراین نوسان تنش در هیچ یک از مقاطع آن ایجاد نمی‌گردد، بلکه در آن تنش‌های اصلی به طور پیوسته بر روی سطح توزیع شده‌اند. تحت اثر بارگذاری، متقارن نظیر وزن خود گنبد خطوط تنش یک گنبد نیمکره‌ای می‌باشد. یک سری از تنش‌های اصلی به طور شعاعی از راس گنبد تا پایانه آن عمل می‌کنند. این تنش‌ها فشاری هستند و متناسب با تنش‌هایی می‌باشند که اگر گنبد را با قوسهای متعدد تقسیم کنیم، ایجاد می‌شوند. اگر چنین قوسهایی وجود داشتند که دارای بلوک مرکزی مشترک بودند اما از هر نظر مستقل عمل می‌کردند. تنها در صورتی پایدار باقی می‌ماندند که دارای ضخامت بیشتری نسبت به گنبد می‌شدند. در غیر این صورت مفصلی عمل کرده و راس آنها به طرف داخل و انتهای آن به طرف خارج حرکت می‌کرد. با اتصال قوسها به هم یک مقاومت افقی پیرامونی یا حلقوی ایجاد می‌شود که مانع از این تغییر شکلها می‌شود.

تفاوت گنبد و قوس نیز در اینجا مشخص می‌شود. نیروهای حلقوی فشاری در گنبد این امکان را فراهم می‌کند که سوراخ یا روزنی در بالای گنبد ایجاد شود اما اگر در قوس تیزه آن (بلوک مرکزی) را حذف کنیم، فرومی‌ریزد. ایجاد روزن در بالای گنبد صرف‌نظر از جنبه‌های نورگیری و تهویه‌ها (بخصوص در بازارهای سنتی ایرانی) برای کاهش وزن گنبد نیز مفید است (نظیر بنای پانتئون در روم).

تنش‌های حلقوی گنبد در بالای گنبد به صورت فشاری و در پایه آن به صورت کششی عمل می‌کنند. برای جذب نیروهای کششی، پایه گنبد باید تقویت شود. تقویت پایه، از طریق پیش‌تنیدگی یا افزایش ضخامت پایه انجام می‌گیرد. در غیر این صورت ترکهای عمودی شعاعی در سطح گنبد ایجاد شده و قوسهای مستقلی پیدا می‌شود که نیروهای رانشی بر تکیه‌گاه‌ها وارد می‌کنند. در صورتی که تکیه‌گاه‌ها مقاومت کافی نداشته باشند، ترکها بیشتر شده و گنبد تبدیل به قوسهای متقاطع و در معرض کماتش می‌شود. دلیل اینکه چنین گنبدهایی همچنان پابرجا هستند این است که رفتار پوسته‌ای نداشته بلکه ضخامت آن باعث می‌شود نظیر قوسها عمل کنند.

طاق و گنبد سازه‌های سه‌بعدی با رفتار قوسی می‌باشند. این دو به تنهایی و بدون اتکاء بر سازه دیگری قادر به محصور کردن فضا می‌باشند. بنابراین نوعی حضور مشخص در فضاهایی که محصور می‌کنند ایجاد می‌نمایند، و شاید همین مشخصه باعث شده است که حتی ویژگی‌های غیرسازه‌ای از گنبد از نظر محصور کردن فضا بسیار مورد تأکید قرار گیرد. پیش از به‌کارگیری گنبد، محدودیتهای ناشی از استفاده از تیر و ستون یا خرپا فضای جعبه‌ای شکل ایجاد می‌کرد که در آن ستونهای متعددی در فضای داخلی وجود داشتند. اما گنبد امکان ایجاد فضای وسیع و گسترده‌ای را فراهم آورد.

۴. روشهای اجرای سازه‌های قوسی

۴-۱. استفاده از قالب‌بندی: این روش احتمالاً ساده‌ترین روش برای اجرای قوس و طاق می‌باشد. اما مشکلات خاصی را نیز به همراه دارد، زیرا تا زمانی که قالب برداشته نشده است و در تحمل بار به قوس کمک می‌کند نوعی ابهام در رفتار سازه‌ای وجود خواهد داشت. (بخصوص در مورد قوسهای بتنی یا دارای ملات زیاد که در آنها سختی و مقاومت نهایی بعد از جمع‌شدگی بتن بدست می‌آید).

در زمان ساخت قوس از مصالحی با ملات زیاد یا با بتن، جمع‌شدگی زیاد بوده و مشکلات باز کردن و جابجا کردن قالب و رسیدن به مقطع مطلوب را دربر دارد. در قدیم که قوسها دارای ضخامت زیادی بودند، ضخامت تنها تا حدی جبران تغییر شکل سازه ناشی از جمع‌شدگی را می‌کرد. در قوسهای نازک امروزی قالب‌بندی و طراحی قالب را باید به عنوان بخش مهمی از طراحی به‌شمار آورد تا قوس مقطع مطلوب را بدست آورد. تغییر شکل قالب‌بندی را باید به دقت کنترل و ارزیابی کرد تا مقطع نامناسب که احتمال کماتش دارند، ایجاد نگردد.

مشکل دیگر قالب‌بندی هزینه آن است. راه‌حلهای زیر برای جبران این مسئله وجود دارند:

الف) استفاده مجدد از قالب،

ب) استفاده از قالب فقط برای قسمتهایی از قوس که الزامی است (نظیر دنده‌های طاقهای متقاطع).

ج) استفاده از قالب‌بندی به عنوان بخشی از تقویت قوس (که در این روش فرآیند اجرا بخشی از طراحی نیز محسوب می‌گردد).

۴-۲. اجرا بدون قالب‌بندی: اجرای

قوس به این روش با مصالح بنایی فقط زمانی امکان‌پذیر است که فرمهای ساخته شده بر روی پایه محکمی که در مراحل قبل ساخته شده، بنشینند. هر بلوک باید در جایی قرار داده شود که تا تکمیل نهایی قوس یا گنبد توسط نیروهای اصطکاکی،

چفت شدن، یا رفتار قوسی چند بوک که با هم چیده شده‌اند تحمل گردد. شاید در حالت آخر نوعی تکیه‌گاه موقتی تا زمان چیدن کل بلوکهای قوس لازم باشد. اصطکاک بین بلوکها زمانی قابل اطمینان است که زاویه قوس نسبت به خط عمود نسبتاً کم باشد. بدین ترتیب که ردیف اول قوس مایل چیده می‌شود و ردیفی بعدی بر روی این ردیف تکیه می‌کنند. هر آجر را نیز به گونه‌ای می‌چینند که حداکثر سطح تماس را با ردیف قبلی داشته باشد. شیوه اجرای قوس بدون قالب‌بندی عمدتاً در سرزمینهایی نظیر مناطق کویری کشور ما دیده می‌شود که به دلیل کمبود چوب، ساخت قالبهای چوبی به سختی و بندرت انجام می‌گیرد.

قوسهای فولادی، بتن مسلح یا پیش‌تنیده را بدون قالب نیز می‌توان ساخت؛ بدین ترتیب که هر نیمه قوس در ابتدا به صورت تیرهای بلند طره‌ای شکل است و زمانی که قوس تکمیل شده در وسط به هم می‌رسند. در اجرای پلهای فولادی اولیه از کابل‌های موقتی به عنوان عناصر کششی فوقانی طره‌ها استفاده می‌شد که نیروهایی (مشابه نیروهای موجود در قوس تکمیل شده) بر قوسهای ناتمام وارد می‌کردند و بعد از اتصال دو قسمت قوس این کابلها را برمی‌داشتند.

راه‌حل دیگر جایگزین کردن کابل‌های موقت با عناصر دائمی است که یک تیر طره کامل ایجاد کند. این روش برای قوسهای بتنی پیش‌تنیده در زمانی که از قالب‌بندی استفاده می‌شود مناسب می‌باشد. نمونه‌های این قوسها دارای مقاطع قوطی شکل می‌باشند که ارتفاع آن با دور شدن از تکیه‌گاه‌ها کم می‌شود و دارای کابل‌های پیش‌تنیده در امتداد سطوح فوقانی و جانهای عمودی تیر می‌باشند.

۴-۳. مقایسه تطبیقی مصالح بتونی و

مصالح بنایی در گنبد و طاق: احتمالاً اولین شکل‌های گنبدی، حاصل به هم بستن نی، شاخه‌های درخت یا الوار پوشیده با شاخه‌های گیاهان، پوست حیوانات و ... بودند که بتدریج به گنبد گلی و خشتی و یا

سنگ و آجر تبدیل شدند. دیوارهای کوتاه سنگی که دارای گنبد‌های کم و بیش مخروطی گل و خشت بودند دارای قدمت ۵ یا ۶ هزار سال قبل از میلاد می‌باشند. بسیاری از این گنبد‌های سنگی قدیمی نظیر قوسها پیش آمده از پیش آوردن سنگ‌ها شکل گرفته‌اند. البته به دلیل اینکه در گنبد حلقه افقی ایجاد شده دارای رفتار قوسی افقی است احتمال افتادن سنگها به نسبت قوسها کمتر می‌شود. به همین دلیل نیز در هر مرحله از ساخت گنبد سازه پایدار می‌باشد. (مشروط بر اینکه یک حلقه کامل در بالای گنبد ایجاد می‌شود). عملکرد این حلقه نظیر یک حلقه ارتباطی بین بخشهای مقابل می‌باشد که رانش افقی شعاعی حاصل را برای ایجاد تعادل جذب می‌کند. گنبد‌های آجری به شکل دیگری ساخته می‌شدند، بدین ترتیب که روی پلان دایره یک ردیف آجر را به جای اینکه کاملاً صاف بنشینند کمی انحناء می‌دادند و لایه‌های بعدی را روی آن قرار می‌دادند تا اینکه دو نیمه مخروطی به هم می‌رسند. البته مزیت این روشها این بود که امکان ایجاد پوشش‌های متنوع برای پلانهای مختلف را فراهم می‌آوردند.

الف - گنبد‌های بتنی و مصالح بنایی:

در گنبد واقعی برخلاف گنبد‌های پیش آمده محور بلوکها در امتداد شعاع قوس می‌باشد. گنبد سنگی واقعی در مقایسه با گنبد آجری دیرتر مورد استفاده قرار گرفت؛ زیرا اولاً، برش سنگها برای اینکه در دو جهت حالت گوه‌ای داشته باشد سخت بود و دوماً، تکمیل حلقه افقی بلوکهای ردیف‌های بالایی تا حدی حرکت می‌کردند که نیاز به استفاده از قالب پیش می‌آمد نیاز مبرمی به ایجاد این گنبد‌ها برای فضا سازی نبود و اگر سقفی با این دهانه پوشانده می‌شد با چوب یا بتن بود.

از مشهورترین نمونه‌های گنبد‌ها می‌توان به پانتئون با دهانه ۴۳/۳ متر اشاره کرد که بر روی پلان مدوری به شکل نیمکره ساخته شده است. ضخامت گنبد در پایین بیشتر بود تا مقاومت لازم ایجاد گردد. برای کاهش رانش گنبد در قسمت فوقانی ضمن

استفاده از نوع خاصی سیمان سبکتر حفره‌ای در بالای گنبد ایجاد کرده‌اند و جداره‌های گنبد را نظیر سقفهای وافل اجرا کرده‌اند تا وزن گنبد کاهش یابد.

با استفاده از انحنای دو طرفه ضخامت گنبد نسبت به طاق کمتر می‌شود. می‌توان ضخامت را به ۱/۲۰۰ شعاع (۱/۴۰۰ دهانه) کاهش داد مشروط بر اینکه شرایط تکیه‌گاهی مناسب فراهم شود و تنشهای حلقوی قسمتهای پایینی بدون ترک برداشتن تحمل شود. اگر تنش‌های حلقوی تحمل شوند رانش خارجی حذف می‌شود. اما در بعضی موارد بدلیل شکستهای ناشی از تنش‌های کششی در پایه گنبد، گنبد‌های نیمکره نظیر قوسهای متقاطع با بلوک مرکزی مشترک عمل می‌کنند در این صورت ضخامت پایین گنبد باید زیاد باشد تا مقاوم در برابر تحمل رانش قوس باشد و نه گنبد.

تلاشهای بعدی معماران رومی در کاهش وزن گنبد، استفاده از سیمان سبکتر یا ایجاد فضای توخالی در بخش‌های پایینی گنبد بود. پیشرفتهایی در زمینه جذب رانش با استفاده از تیرهای دنده‌ای به عمل آمد. استفاده از این تیرها امکان اجرا را راحت تر می‌کند زیرا نیاز به قالب‌سازی کمتر می‌شود.

در گنبد‌های آجری یا سنگی برخلاف گنبد بتنی دیگر نمی‌توان فرم را با توخالی کردن بتن سبک کرد، زیرا گنبد‌های آجری یا سنگی لایه‌لایه ساخته می‌شوند. به این ترتیب باید فرم ایده‌آلی انتخاب می‌شد تا ضخامت گنبد در طول آن به طور تدریجی کم شده و از وزن گنبد کاسته شود.

مشکل اجرایی اصلی گنبد‌ها تبدیل پلان راست گوشه به پلان دایره است. در یک حالت با بزرگتر گرفتن شعاع گنبد به نسبت دهانه سقف، پلان را پوشش داده و گنبد را تا به تکیه‌گاه‌ها ادامه می‌دادند. این شیوه مشکل افزایش رانش و سختی اجرا را به همراه داشت. راه‌حل دیگر استفاده از قوسهایی در گوشه و تبدیل پلان مربع به دایره بود (نظیر گنبد‌های ایرانی).

در ساخت گنبد ابتدا یک لایه گنبدی آجری یا سنگی منفرد بنا می‌شد و سپس

لایه‌های فوقانی بر روی آن ساخته می‌شدند و قالب موقت یا زنجیره و دیرک فقط برای اجرای لایه زیرین به کار می‌رفت. البته هر حلقه و ردیفی که ساخته می‌شد تحت فشار حلقوی قرار می‌گرفت و به تنهایی پایدار و ایستا بوده و قالب فقط تا زمانی استفاده می‌شد که ملات آن سفت شود. از راه‌حل‌های جذب تنش‌های حلقوی پایه گنبد ساخت حلقه چوبی با مقاومت کششی در پایه گنبد بود. در گنبد ایاصوفیه از بستهای آهنی بدین منظور استفاده شده است.

از پیشرفتهای دیگری در زمینه گنبدسازی در معماری شرق و غرب، ساخت گنبد‌های دو پوسته بود. علاوه بر مزیت پیوستگی سازه‌ای، عایق حرارتی و افزایش عظمت و شکوه خارجی گنبد، از نظر سازه‌ای نیز وزن گنبد در عین افزایش ضخامت کاهش می‌یافت. از نمونه‌های این نوع گنبد‌ها می‌توان به گنبد سلطانیه و گنبد‌های رنسانس اشاره نمود.

شاید تحول نهایی در گنبدسازی توسط گوستاوینوس در اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ انجام گرفت. در این شیوه از قطعیت مسطح مماس بر سطح طاق و نه عمود بر قوس که توسط ملات زودگیر به هم متصل می‌شوند، استفاده می‌شود. سختی لازم با اضافه کردن لایه‌هایی بر روی لایه اولیه تأمین می‌شود، البته به گونه‌ای که درزها بر روی هم قرار نگیرند. پیوستگی ردیفها در اثر چسبندگی ملات و قرار دادن لایه‌های ملات بین ردیفها حاصل می‌گردد. می‌توان از میلگردهای فولاد نرم برای تحمل کشش درون طاق و مهار تکیه‌گاهها نیز استفاده کرد. پیشرفت این شیوه در اجرای پوسته‌ها که رفتاری متفاوت از رفتار قوس دارند، به کار می‌رود.

از نمونه‌های معاصر استفاده از گنبد می‌توان به پروژه بخش الحاقی رایشتاگ به طراحی کالاتراوا اشاره نمود. گنبد مرکزی دارای پوشش شیشه‌ای بازشو بر روی سازه‌های قوسی فولادی می‌باشد. بدلیل وجود بخش اصلی و قدیمی ساختمان، طراح، سازه جدید را در حد امکان سبک و سازگار با بنای موجود طراحی کرده است.

ب - طاقهای بتنی و مصالح بنایی: در طاقهای متقاطع، قوسهای حاصل از تقاطع طاقها بدست می‌آیند که وظیفه تحمل عمده بار و انتقال نیروها را به عهده دارند و نظیر شکستهایی در سطوح و ورقه‌های تا شده، سخت‌تر از سایر نقاط طاق بوده و در برابر خطر کماتش مقاوم‌تر می‌باشند. ساخت این نوع طاقهای متقاطع به دلیل سختی برش سنگ دشوار است اما اجرای نوع بتنی و آجری آن راحت‌تر می‌باشد. از مزایای اجرایی استفاده از طاقهای متقاطع، کاهش نیاز به استفاده از قالب‌بندی است بخصوص برای فرمهایی که به فرم‌گنبد نزدیکتر می‌باشند.

در طاقهای متقاطع دنده‌ها نقش‌های زیر را ایفاء می‌کنند:

۱. برش سنگها و بلوکها برای پوشش خطوط تقاطع در این قسمت راحتتر می‌باشد.

۲. اجرای طاق و گنبد راحتتر شده و طراحی آزادانه‌تر می‌باشد.

۳. نیاز به قالب کمتر می‌شود، زیرا ابتدا دنده‌ها با قالب‌بندی ساخته شده و سپس حد فاصل آنها بدون قالب‌بندی پر می‌شود. البته می‌توان بین دنده‌های متقاطع اصلی، دنده‌های متعدد دیگری در امتداد خطوط نیروی داخلی نیز ساخت شود که در جهت سهولت اجرای فضای بینابین، محکم‌تر کردن طاق و جنبه‌های تزئینی انجام می‌گیرد.

در بسیاری از قوسها و طاقهای امروزی استفاده از بتن مسلح رایج می‌باشد. زمانی که فرم قوس، یا طاق متقاطع تکرار شود به دلیل استفاده مجدد از قالب‌بندی یا پیش‌سازی قوس، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌شود.

جمع‌بندی

دسته‌بندی قطعی کلیه سازه‌ها و محدود کردن خود به این دسته‌بندی با توجه به ویژگیها و موارد زیر امکان‌پذیر و قابل توصیه نمی‌باشد:

● **امکانات بالقوه مصالح:** بهره‌برداری از کلیه امکانات ساختاری بالقوه مصالح

طبیعی و مصنوعی در جهت تحمل بارها.

- **ترکیب مصالح:** افزایش بازده و کارایی سازه‌های متشکل از انواع مصالح نظیر بتن، مصالح یا عناصر سازه‌های ترکیبی (Composite).

- **شکل سازه:** به کارگیری انواع اشکالی که علاوه بر مقاومت مصالح به دلیل فرم مقاوم‌شان، توانایی بیشتری در تحمل بارها دارند.

- **نوآوری‌های معمارانه:** جوابگویی به نیازهای متنوع و متغیر عملکردی و زیبایی‌شناسانه.

- **شرایط اقتصادی:** دستیابی به بهترین و اقتصادی‌ترین سازه از نظر هزینه ساخت، اجرا، بهره‌برداری.

- **شرایط محیطی:** هماهنگی با زمینه‌های محیط اجتماعی، فرهنگی، کالبدی، زیستی.

- **امکانات اجرایی:** توانایی‌های تکنولوژیک و امکانات فنی جهت اجرای انواع سازه‌ها.

ترکیب مصالح و عناصر سازه‌ای شاید پیش‌بینی دقیق رفتار سازه‌ای را دشوار می‌سازد، اما امکانات و ویژگی‌های سازه‌ای یا معمارانه‌ای را در اختیار طراح قرار می‌دهد که تا پیش از این وجود نداشت. امروزه صرف پاسخگویی به نیازهای سازه‌ای یا معماری تنها معیار گزینش بهترین طرح نیست و پیش‌بینی مسائل اقتصادی، هماهنگی با زمینه‌های محیطی طرح و امکانات اجرایی، اگر حتی هم‌ارزش معیارهای معمارانه و ساختاری نباشد حداقل دارای تأثیری تعیین‌کننده در طراحی و اجرای سازه‌ها خواهند بود. در این دوران که بازبهای حجمی طراحی به اوج و نهایت خود رسیده است و تکرار بیش از حدشان از تازگی و لطف آنها کاسته است، طراحان با بهره‌وری از ابداعات و نوآوری‌های تکنولوژیک، ضمن افزایش پایداری و بازدهی بیشتر سازه‌ای بناها می‌توانند از این ابزار برای ارائه طرحهای بدیع‌تر، متنوع‌تر، اقتصادی‌تر و منطقی‌تر بهره‌جویند.^(۲۴)

۵. جمع‌بندی

(فقط در تدوین مبانی نظری مرمت)

نگرش بر عنصری چون گنبد در چارچوب دانش معماری به طور عام و دانش مرمت به گونه خاص با زمینه و ابعاد مختلف روبرو می‌گردد. در بُعد معماری فهم سوبه‌های شکل و معنای این عنصر بر-تسب زمان و مکان و در قلمرو دانش مرمت چگونگی برخورد با این عنصر از پیچیدگی برخوردار است. این پیچیدگی بستری را به منظور پژوهش در موضوع رویاروی پژوهنده قرار می‌دهد. طرح موضوع از آنجا ناشی می‌شود که عنصر گنبد در شکل نسبت به نوع دیروزین خود دارای تفاوت چندانی نیست و در معنا و مفهوم نیز اگر عبادت در هر فضای عبادی را غیرواحد ندانیم نقطه عطف و قطب و محراب و قبله در معابد بوده است. و به عبارتی عنصر امروزین تکامل یافته دیروزین خود می‌باشد و این تداوم تاریخی عنصر تا به امروز دو محور را در پژوهش عمده می‌نماید:

یکم: در چارچوب معماری فهم فضای شکل دیروز از تفاسیر متعدد در امروز برخوردار می‌شود و شاید نظام شکل را بر مبنای معناهای دیروزین کمتر می‌توان فهم کرد.

دوم: آنکه وجود چنین شرایطی نسبت به عنصر تاریخی گنبد در حوزه دیدگاههای مرمتی دو شکل عمده از برخورد را مطرح می‌سازد.

الف - اینکه عنصر با نگرش شیء‌گونه بدون دلالت معنایی از سیر تحول در نکل و ساختار مورد بررسی قرار گیرد و در نهایت بهره‌برداری مجدد عین دیروز در امروز مجاز می‌گردد.

ب - عنصر به تناسب تحول در زمان از معنا و شکل دیروز به امروز حرکت کند و امروزین گردد و در ارتباط با شکل و معناهای امروزین قرار گیرد.

وجود این عوامل و شقوق، ضرورت پژوهش را مورد تأکید قرار می‌دهد، پژوهشی که در قلمرو دانش معماری از نقطه‌نظر شکلی و مفاهیم نظری و دانش مرمت قابل طرح است. عدم پرداختن به موضوع مانع از برخورد درست با عنصر و از

آن ره ضعف ابزارهای نظری در حیطة شناخت عنصر معماری و در نتیجه ضعف ابزارهای نظری در حیطة دانش مرمت می‌گردد.

ماهیت و اهداف پژوهش: پژوهش در این چارچوب دو سطح را مطرح می‌سازد:

۱. سطح شناخت

۲. سطح کاربرد

به عبارتی، پژوهش علاوه بر آنکه یافته‌های سطح شناخت را نظام می‌دهد، سعی بر آن دارد که در گذر از شناخت جنبه‌های برخورد با موضوع را بیان نماید. این اهداف به تبع از این دو سطح عبارتند از:

الف - بازشناسی نظام معنایی و شکلی عنصر دیروزین در دیروز (کشف معنا).
ب - بازشناسی نظام معنایی و شکلی عنصر دیروزین در امروز (آفریدن معنا).
ج - تدوین چارچوب نظری از حیث برخورد با موضوع برمبنای دو سطح از بازشناسی‌ها.

تدوین مبانی نظری در رابطه با خلق

فضا و نحوه استفاده مجدد از شکل عنصر

معماری: معماری هر دوره‌ای، روشهای زندگی و تفکر در آن دوره را نشانگر است و در عین حال بازتاب ابعاد اجتماعی، فرهنگی آن دوره در فضا نیز هستند. آن چه که تاکنون معماری در عرصه استفاده مجدد از عنصر تاریخی بدان پرداخته بیش از هر چیز مقطعی، موضعی و ممکن بوده و اغلب اوقات تا عرصه شبیه‌سازی گذشته‌گام برداشته است. چنین وجهی به علت برخورد شیءگونه بر عنصر معماری و فضا بوده که در نهایت شبیه اندامهای کالبدی بناهای تاریخی را نه چندان محکم برپا داشته است. غافل از آنکه فضا در زمان تولید می‌شود و در زمان نیز با انسان می‌زید و اگر زمان یا انسان از فضا نفی شود حیات در آن و از آن رخت برمی‌بندد. با تأکید بر چنین امری استفاده مجدد از عنصر تاریخی به منظور بازشناسی هویت در بنا یا فضا الزامی می‌باید از نظریات ذیل تبعیت نماید:

یکم: تفکر رشد و توسعه در هر نوع طراحی معماری به منظور بازشناسی عناصر تاریخی در بنا یا فضا مفهومی است که می‌باید هم نسبت به انسان و هم نسبت

به فضا و در نتیجه عنصر تاریخی مورد تأکید قرار گیرد.

دوم: برخورداری این مقولات از ویژگی درونزایی که هویت مشخص را به ازای مکان معین بدست می‌دهد.

در بُعد نخستین، کشاندن عنصر معماری از دیروز به امروز از اولین ضرورت‌های مداخله در هر بنا است. چنین وجهی انباشت لازم را در بنا در شکل و معنا به تبع از زمان میسر می‌سازد و فضا را در زمانها باز می‌نماید. و این درست در تقابل با تفکر فرهنگ‌گرایان است که از کشاندن عنصر دیروزین تا به امروز خودداری می‌ورزند. بُعد دیگر، وسعت‌دهی فضا یا بنا را بر مبنای زمان و مکان مطرح می‌سازد. موردی که می‌باید الزامات مکانی در ابعاد استفاده از عنصر تاریخی مورد دقت نظر قرار گیرد و شکل و معنایی متناسب با مکان در زمانها مورد گزینش قرار گیرد. و این درست در تقابل با نگرش عملکردگرایان است که در تقابل با مکان^(۲۵) حرکت می‌نمایند.

در چارچوب این تفکر در ربط با طراحی هر فضای معماری، اقدامات ذیل ضرورت تام می‌یابد (رابطه بین شکل و معنا):

۱. کشف معنای دیروزین معماری ایران مبتنی بر نظام شکل دیروزین.

۲. بازشناسی عناصر نمادین نظام شکلی دیروز.

۳. تعریف نیازهای امروزین در قالب عملکردهای جدید.

۴. آفریدن معنای مورد نیاز پس از تولید عنصر یا فضا تا به امروز برحسب مکان در زمانها.

۵. ترکیب معنای دیروزین و امروز به منظور خلق مفهوم مسلط برای امروز.

۶. گزینش نظام اشکال متناسب با نظام معنایی و عملکردی امروز معماری در توافق و تداوم با دیروز.

۷. ترکیب نظام اشکال به منظور ایجاد وحدت در مجموعه برای دستیابی به شکل‌گیری بنا.

حصول به موارد فوق مستلزم دقت در موارد ذیل است:

یکم: بازشناسی دقیق معناها مبتنی بر

جامعه دیروز و آفریدن معنا مبتنی بر جامعه امروز

دوم: بازشناسی دقیق نظام فضای معماری برحسب عملکردها و شکل عنصر معماری و دلالت‌های معنایی آن.

سوم: نقش خلاقانه معمار در حیطة گزینش و ترکیب عناصر در شکل و معنا و عملکرد.

با رعایت موارد فوق است که مجدداً خلق عنصر و در نتیجه خلق فضا در گردونه زمان برحسب مکان قرار می‌گیرد و از تأثیر انسان مکان^(۲۶) برخوردار می‌شود. و با این تأثیرپذیری ابعاد شکل، معنا و عملکرد وسعت می‌یابد و این به معنای پیروی از قاعده‌های سنتی است نه در شکل دیروز بلکه در هیئت امروز اما در تداوم با دیروز.^{(۲۷)(۲۸)}

پی‌نوشتها:

۱. لحاظ نمودن این بخش به نوبه خود می‌تواند برداشتهای مشابه را تقویت و تنوع برداشت از ارائه را به حداقل برساند.

۲. در این کنکاش شش مؤلفه مبنای «معنی» در نظر گرفته شده است: عملکرد - ساختار - خاطره‌های تاریخی، فرهنگی، اجتماعی در شکل و معنا - روابط با دیگر عناصر در بنای معماری - موقعیت مکانی در مجموعه‌ای که عناصر مورد نظر و بنای معماری در محیط اطراف واقع شده است و فراتر از آن مکان به معنای سرزمین.

۳. در راستای تولید شکل گریز از مصالح - عملکرد - هندسه به عنوان یک وسیله برای ایجاد تعادل و هماهنگی چه در انتقال نیرو و چه در طرح بنا و آخرین مؤلفه جغرافیایی طبیعی در سرزمین مورد نظر، اجتناب‌ناپذیر است.

۴. در این راستا می‌توان عناصر جداکننده و عناصری که وظیفه حل روابط عملکرد داخلی بنا را دارند و عناصر گوستی و تولیدکننده شکل و عناصر تزئینی را جای داد.

۵. عناصر ساختاری علاوه بر حل مسائل معماری و عملکرد داخلی، وظیفه اصلی انتقال نیرو به بخشهای دیگر و به زمین را نیز به عهده دارند.

۶. برداشتی شخصی از: بابک احمدی - ساختار و تأویل متن، جلد ۱ و ۲، نشر مرکز، چاپ سوم، ۱۳۷۵.

۷. مکان به معنی اعم آن است و شامل سرزمین

از پسِ پردهٔ نمایش در ایران

دکتر یعقوب آژند*

چکیده:

در این مقاله سیر شکل‌گیری و تکوینی تئاتر کشورمان بازنمایی شده است. برای پیگیری آن چهار مرحله را در نظر گرفته‌ایم و معتقدیم که تئاتر کشورمان از این چهار مرحله گذر کرده و به افق‌های جدیدی دست یافته است. مرحله اول را «از برانگیختگی تا نوشکفتگی» عنوان‌بندی کردم که مرحله آغازین و طلیعه‌آشنایی ایرانیان با تئاتر جدید است. مرحله دوم را «از ناآزمودگی تا آزمودگی» نام نهادم که قصدم ناآزمودگی فنی و تکنیکی در نمایش جدید و بخصوص در نمایشنامه‌نویسی است که رفته رفته به آزمودگی می‌رسد. این دوره، دوره پر تلاطم مشروطه را دربر می‌گیرد که خود نیز نوعی ناآزمودگی سیاسی بود و ایرانیان در این زمینه سنتی نداشتند تا اینکه بتدریج به آزمودگی سیاسی دست یافتند. مرحله سوم را «از پذیرندگی تا پروردگی» نامیدم، چون صحنه نمایش ایران در این زمان بیشتر شگردها و فنون نمایش غرب را می‌پذیرد و به پرورش آنها در آثار و اجرای خود می‌پردازد. دوره‌ای است پر از کوشندگی و در عین حال تجربه. این مرحله راه را برای مرحله چهارم یعنی «از پختگی، فرهیختگی» می‌گشاید و این خود مقوله مفصلی است و بحث در آن را به مقاله دیگری احاله دادم.

کلید واژه:

درام، مولیر، مجله تئاتر، اپرت‌نویسی، هنرستان هنرپیشگی، نظامنامه نمایش‌های عمومی، درام منظوم، گروه‌های نمایشی.

جغرافیایی و خاطره‌های تاریخی و فرهنگی آن نیز می‌باشد.

۸. رک: کریستیان شولتز نورنبرگ، هستی فضا معماری، ترجمه محمدحسین حافظی، انتشارات تهران، چاپ اول، ۱۳۵۳.

۹. تلخیص شخصی از: خسروی روزبه - مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، جلد نخست مقاله: عرفان، معماری آینه - سازمان میراث فرهنگی کشور، چاپ اول، ۱۳۷۴.

۱۰. پروفیسور آرتور پوپ: معماری ایران، پیروزی شکل و رنگ. ترجمه کرامت‌الله افسر، چاپ پاریس ۱۳۶۵، ناشر یساوولی، صفحه ۴۰۸.

۱۱. دکتر دیتریش هوف: معماری ایران، مقاله گنبدها در معماری اسلامی. ترجمه کرامت‌الله افسر - محمدیوسف کیانی، چاپخانه ارشاد اسلامی، چاپ ۱۳۶۶، صفحه ۳۹۷.

۱۲. جورجینا هرمان: تجدید حیات هنر و تمدن در ایران باستان. ترجمه مهرداد وحدتی، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول ۱۳۷۳، صفحه ۹۳.

۱۳. رک: دنیسون راس، راجر فری گاد، کرسول، بینون، راکام، اشتون، ناترسال: تاریخ هنر ایران و جهان. ترجمه ع. شروه، انتشارات شهابنگ، چاپ اول، بهار ۱۳۷۴، صفحه ۳۵.

۱۴. عمید، حسن: فرهنگ فارسی عمید. مؤسسات انتشارات امیرکبیر، چاپخانه سپهر تهران، تیراژ ۱۰۰۰ نسخه، چاپ دوم، ۱۳۶۹.

۱۶. جهت اطلاع بیشتر رک: معماریان، عبدالحسین: نیارش سازه‌های طاقی - جلد اول. جهاد دانشگاه علم و صنعت.

۱۵. پیرنیا، محمدکریم: فصلنامه علمی، فنر، هنری اثر، شماره ۲۰، سازمان میراث فرهنگی کشور.

۱۷. جهت اطلاع بیشتر، رک: حسینی، سیدبهبشید: پروژه درسی دوره دکتری معماری دانشگاه تهران - تحلیل و پژوهش‌های معماری. موضوع: معرفت‌شناسی معماری مساجد، زمستان ۱۳۷۵.

۱۸. جهت اطلاعات بیشتر و کاملتر در خصوص واژه‌نامه و اجزاء گنبد، همچنین انواع آن به فصلنامه علمی، فنی و هنری «اثر» انتشارات علمی و فرهنگی، زمستان ۱۳۷۰، به صاحب امتیازی میراث فرهنگی کشور، شماره ۲۰ مراجعه شود.

۱۹. افزیر: استخوان‌بندی، آنچه که برپایی بنا را میسر می‌سازد.

۲۰. این نوع تقسیم‌بندی در معماری سایر کشورها و کلاً در تاریخ معماری جهانی نیز دیده می‌شود. رجوع شود به کتاب:

۲۱. معماریان، غلامحسین: نیارش سازه‌های طاقی. جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت، صفحه ۲.

CATALDI; sistem, staticin architetturad, cedam, padova, 1979, p. 25-26.

۲۲. رک: سعیدی، علی‌اکبر: بررسی اجمالی درباره سازه‌های گنبد در ایران. مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، سازمان میراث فرهنگی کشور، چاپ اول ۱۳۷۴، صفحه ۴۰۹.

۲۳. گلابچی، محمود: ایستایی ۵، فصل فرمهای سازه‌ای و سیستم‌های ساختمانی، دانشکده هنرهای زیبا - دانشگاه تهران، گروه معماری، ۱۳۶۶، فصل اول، بخش یازدهم.

۲۴. حکمتی، شیوا: پروژه درس سیستم‌های سازه‌ای معاصر، موضوع مورد بررسی: رفتار قوسی در سازه‌ها، گروه معماری - دوره تحصیلات تکمیلی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.

۲۵. در نتیجه در تقابل با فرهنگ (شامل تاریخ، و جغرافیای سرزمین) نیز می‌باشد.

۲۶. منظور نگارنده انسانی که تحت تأثیر تاریخ و جغرافیای آن سرزمین است.

۲۷. در مفاهیم اصلی، رک: حسینی، سیدبهبشید: پروژه دوره درسی تحصیلات تکمیلی، تحلیل و پژوهش‌های معماری، موضوع مورد بحث: هویت در معماری معاصر ایران - متن هشتم، زمستان ۱۳۷۵، استاد درس: دکتر داراب دیبا.

۲۸. در بحث تئوری‌های مرمتی رک: حسینی، سید بهبشید: پروژه دوره درسی تحصیلات تکمیلی مرمت، تئوری‌ها و روش‌ها - موضوع مورد بررسی آتشکده (نظام شکل و معنا) استاد درس: دکتر محمد منصور فلامکی، تابستان ۱۳۷۵.

منابع و مآخذ:

تکمیلی - تحلیل و پژوهش‌های معماری - موضوع مورد بررسی: هویت در معماری معاصر ایران، متن هشتم، زمستان ۱۳۷۵.

○ حکمتی، شیوا: پروژه درس سیستم‌های سازه‌ای معاصر. موضوع مورد بررسی: رفتار قوسی در سازه‌ها. گروه معماری - دوره تحصیلات تکمیلی دانشگاه تهران، اردیبهشت ۱۳۷۵.

○ خسروی، روزبه: مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران - جلد نخست، مقاله: عرفان، معماری آینه. سازمان میراث فرهنگی کشور، چاپ اول، ۱۳۷۴.

○ راس، دنیسون - فری گاد، راجر - کرسول - بینون - راکام - اشتون - ناترسال: تاریخ هنر ایران و جهان. ترجمه ع. شروه، انتشارات شهابنگ، چاپ اول، بهار ۱۳۷۴.

○ سعیدی، علی‌اکبر: بررسی اجمالی درباره سازه‌های گنبد در ایران. مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، سازمان میراث فرهنگی کشور، چاپ اول، ۱۳۷۴.

○ عمید، حسن: فرهنگ فارسی عمید. مؤسسه انتشارات امیرکبیر، چاپ دوم، ۱۳۶۹.

○ گلابچی، محمود: ایستایی ۵ - فصل فرمهای سازه‌ای و سیستم‌های ساختمانی. دانشکده هنرهای زیبا - دانشگاه تهران، گروه معماری، ۱۳۶۶.

○ مایور، سالوادوری: سازه در معماری. ترجمه محمود گلابچی، انتشارات دانشگاه تهران، پاییز ۱۳۷۴.

○ معماریان، غلامحسین: نیارش سازه‌های طاقی. جهاد دانشگاه علم و صنعت.

○ نورنبرگ، کریستیان شولتز: هستی فضا معماری. ترجمه محمدحسین حافظی، انتشارات تهران، چاپ اول، ۱۳۵۳.

○ هرمان، جورجینا: تجدید حیات هنر و تمدن در ایران باستان. ترجمه مهرداد وحدتی، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول، ۱۳۷۳.

○ هوف، دیتریش: معماری ایران، مقاله گنبدها در معماری اسلامی. ترجمه کرامت‌الله افسر - محمدیوسف کیانی. چاپخانه ارشاد اسلامی، چاپ ۱۳۶۶.

○ احمدی، بابک: ساختار و تأویل متن - جلد ۱ و ۲. نشر مرکز، چاپ سوم، ۱۳۷۵.

○ پوپ، آرتور: معماری ایران پیروزی شکل و رنگ. ترجمه کرامت‌الله افسر. چاپ پاریس، ۱۳۶۵، ناشر یساوولی.

○ پیرنیا، محمدکریم: فصل‌نامه علمی، فنی، هنری «اثر»، شماره ۲۰، سازمان میراث فرهنگی کشور.

○ حسینی، سیدبهبشید: پروژه درسی دوره دکتری معماری دانشگاه تهران - تحلیل و پژوهش‌های معماری، موضوع: معرفت‌شناسی معماری مساجد، زمستان ۱۳۷۵.

○ حسینی، سیدبهبشید: پروژه درسی دوره تحصیلات