بسم الله الرحمن الرحیم

حجم‌شناسی و ماکت‌سازی

پایهٔ دوازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

رشتهٔ نقشه‌کشی معماری

گروه تحصیلی هنر

زمینهٔ خدمات

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

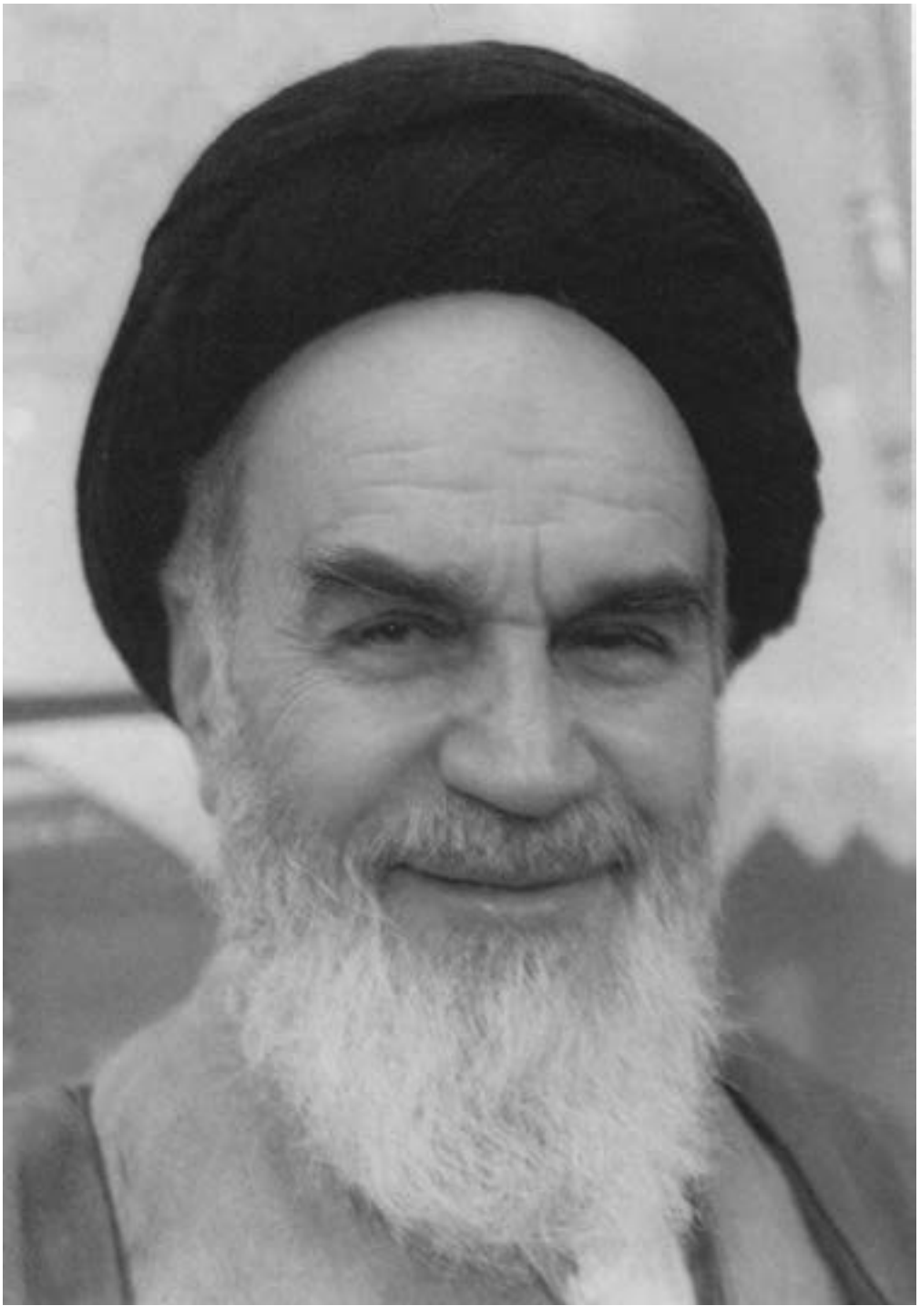
۷۰۱ افتخاری، عباس
/۸۲ حجم‌شناسی و ماکت‌سازی / مؤلف : عباس افتخاری. ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتابهای
ح ۶۲۷ الف/ درسی ایران.
۱۱۴ ص. : مصور. ــ شاخهٔ فنی و حرفه‌ای.
متون درسی رشتهٔ نقشه‌کشی معماری گروه تحصیلی هنر، زمینهٔ خدمات.
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی رشتهٔ نقشه‌کشی معماری دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. پرسپکتیو. ۲. ماکت‌سازی. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش . ب. عنوان. ج. فروست.

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب : حجم‌شناسی و ماکت‌سازی ـ ۲۱۲۶۲۷
پدیدآورنده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : حمید ندیمی، ابراهیم آزاد، ناصر پیرجلیلی، زهرا خوشنودهاشمی، مریم صدر، منصور فروزش، غلامحسین قربانیان و شهناز گواهی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
عباس افتخاری (مؤلف)
مدیریت آماده‌سازی هنری : ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی : علی نجمی (صفحه‌آرا) ـ مریم کیوان (طراح جلد)
نشانی سازمان : تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوم ۱۳۹۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۲-۰۹۸۹-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-0989-2



اساس همهٔ شکست‌ها و پیروزی‌ها از خود آدم شروع می‌شود. انسان اساس پیروزی است و اساس شکست است. باور انسان اساس تمام امور است.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهرست مطالب

فصل اوّل : چند وجهیها ۱
مقدمه ۱
تعریف چند وجهیها ۱
اجسام دورانی ۳
تمرین ۸

فصل دوم : ماکت ۹
مقدمه ۹
چرا ماکت می‌سازیم؟ ۹
زمان ساخت ماکت ۱۲
نحوه ارائه ماکت ۱۲
انواع ماکت از نظر اندازه و نوع ۱۳
انواع ماکت از لحاظ کاربرد ۱۶
شروع ساخت ماکت ۱۸
مصالح و روشهای ساخت ماکت ۱۸
فوم (یلوفوم، بلوفوم، پلاستوفوم) ۲۳
گل‌رس و خمیرها ۲۶
بالکلی ۳۱
ابزار مدل‌سازی ۳۲
گچ ۳۲
چوب ۳۸
صفحات فلزی ۳۹
فایبرگلاس ۴۱
آکریلیکها (پلکسی گِلَس) ۴۲
انواع ابزار ماکت‌سازی ۴۶

ابزار ساده ۴۷
نکات ایمنی و اصول رعایت آن در ماکت‌سازی ۵۰
نکات مهم در استفاده از تیغهای برش ۵۱
ساخت انواع اجزای ماکت ۵۱
پرورش ساخت انواع ماکت ــ تمرین ماکت اتود ۵۲
ساخت ماکت اتودشده ۵۳
پیاده کردن قطعات مختلف ماکت ۵۴
انتخاب شاسی ماکت ۵۴
ساخت ماکت بناهای سنتی و مدرن ۵۴
تمرین ۵۶
کاربرد نقوش هندسی در تزیینات معماری ۵۷
تعریف نقوش هندسی ۵۷
کاربرد نقوش هندسی در هنر معماری ۵۸
تمرین ۸۰
کاربرد نقوش هندسی در گره‌کشی ۸۰
ترسیم گره براساس زیر نقش دایره، مربع، مثلث (تصاعد هندسی) ۸۳
طاق و قوس در معماری ایران ــ تاریخ پیدایش قوس ۸۴
تقسیم‌بندی قوسها ۸۵
تمرین ۱۰۱
مفاهیم رنگ در نقش و نقشمایه‌ها ۱۰۲
ساخت ماکت از بناهای مدرن ۱۰۳
محوطه‌سازی ۱۰۸

فهرست منابع ۱۱۴

به‌نام یگانه معمار هستی

مقدمه

اگرچه موضوع معماری، خلق فضاست اما اگر طرّاحی و ساخت هر شئ را نیز گونه‌ای معماری به حساب آوریم درمی‌یابیم که دغدغهٔ یک معمار، کیفیّت فضا یا ماهیّت شیئی ست، که قرار است پا به عرصه وجود گذارد.

طرح در ذهن خلّاق طراح زاییده می‌شود و او تلاش می‌کند تا به بهترین شیوهٔ ممکن آنچه را که به یاری تخیّل خویش پرورانده است در کمال صحّت، تجسمی واقعی بخشد. رؤیاهای حقیقی، نامی‌ست که بدون اغراق می‌توان بر این فضاها و اجسام پدید آمده نهاد.

برای آن‌که یک طراح بتواند آفریدهٔ ذهن و خیال خود را ابتدا به گروههای همکار خود و سپس به کارفرما منتقل سازد نیاز است که خود را به مناسب‌ترین، آسان‌ترین و سریع‌ترین راهها و ابزار لازم مسلح گرداند تا مخاطبان او برداشتهای واقعی‌تری از طرح ذهنی او داشته باشند.

کتاب حاضر، تلاش دارد به شیوه‌ای گام به گام ساخت انواع ماکت، معرّفی ابزار و مصالح ماکت‌سازی و روشهای ساخت آن را به دانش‌آموزان رشتهٔ نقشه‌کشی معماری آموزش دهد تا در نهایت، آنها توان ساخت انواع ماکت را در حدّی معمولی برای کاربردهای متفاوتی چون رفع نیازهای دفترهای مهندسی مشاور معماری، پروژه‌های دکوراسیون، اهداف آموزشی و... کسب کنند.

مؤلف

هدف کلی

توانایی ساختن ماکتهای مربوط به نقشه‌های مختلف ساختمانی

فصل اوّل

چندوجهیها

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، دانش‌آموز باید بتواند :

۱ــ چندوجهیها را شرح دهد.

۲ــ سطوح منشوری و هرمی را بیان کند.

۳ــ اجسام دورانی را توضیح دهد.

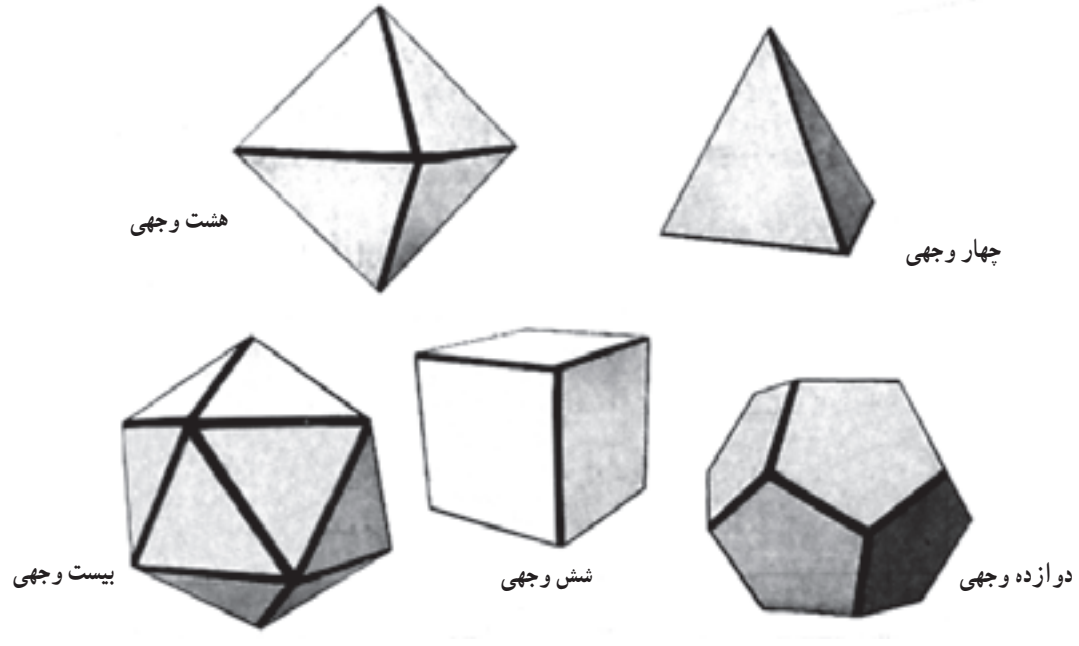
مقدمه

از آنجا که بسیاری از ماکتهای پروژه‌های معماری مجموعه‌ای است از ترکیب احجام ساده و اولیه، شناخت چندوجهیها و تسلط بر هندسه و مشخصات آنها، در کسب مهارت اولیه در فهم و ارائه شیوهٔ ساخت ماکت بسیار مفید می‌باشد.

بر این پایه در آغاز کتاب به شناخت چندوجهیها می‌پردازیم.

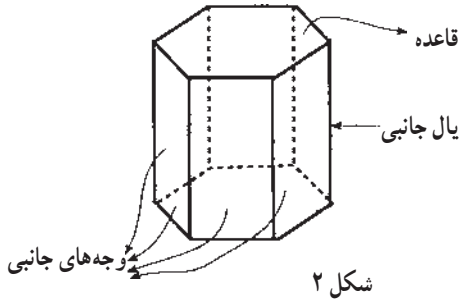
تعریف چندوجهیها

بخشی از فضا که از همه طرف به صفحه محدود است شکلی پدید می‌آورد که به آن «چندوجهی» می‌گویند.



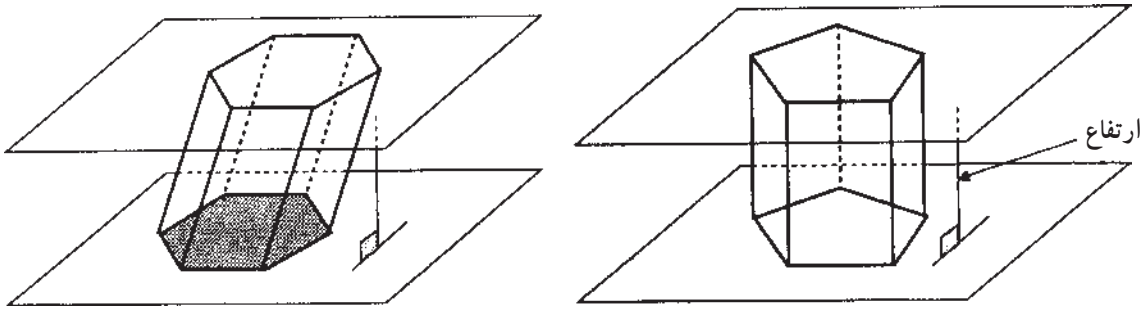
شکل ۱

منشور: یک چندوجهی‌است که دو وجه آن هم‌نهشت‌اند و در دو صفحهٔ موازی قرار می‌گیرند و وجوه دیگر آن، متوازی‌الاضلاع هستند.



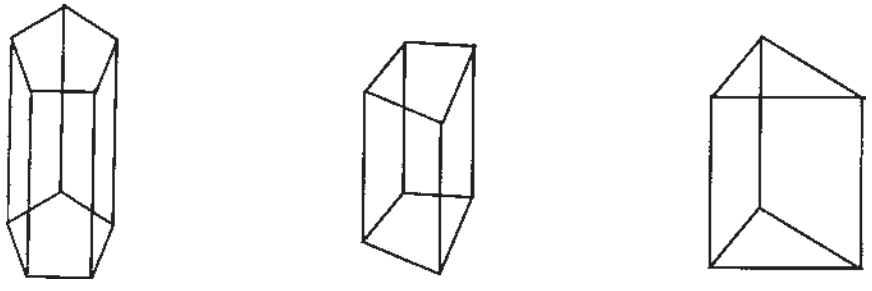
شکل ۲

اگر یالهای[1] جانبی بر قاعده‌های منشور عمود باشند، آن را یک «منشور قائم» و اگر یالهای جانبی بر قاعده‌ها عمود نباشند آن را «منشور مایل» می‌نامند. منشور را براساس شکل چندضلعیِ قاعده‌های آن، نامگذاری می‌کنند. یک‌دسته از منشورهای جالب آنهایی هستند که قاعده‌های آنها چندضلعی منتظم‌اند.



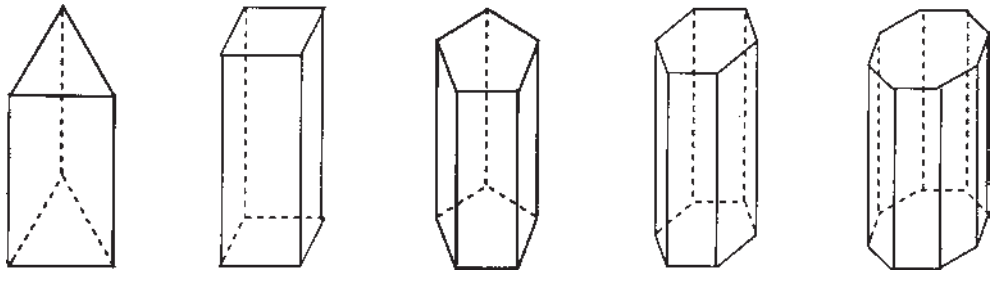
منشور مایل　　منشور قائم

شکل ۳



منشور پنج‌ضلعی　　منشور چهارضلعی　　منشور مثلثی

شکل ۴



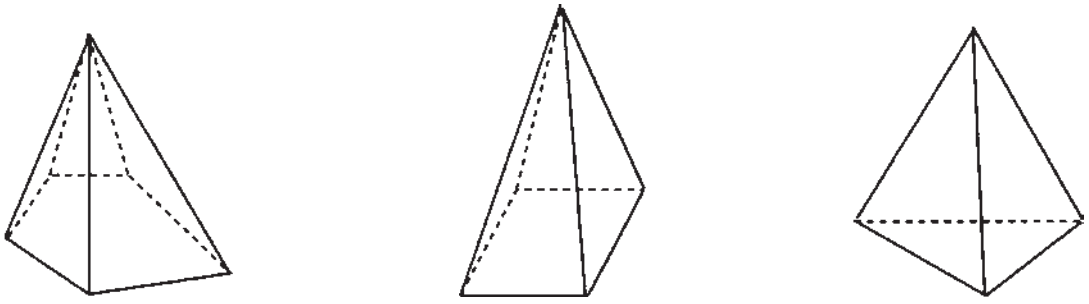
مثلث　　مربع　　پنج ضلعی　　شش ضلعی　　هشت ضلعی

شکل ۵

۱ــ بخش‌هایی از صفحه‌ها که چندوجهی را پدید می‌آورند، سطح‌هایی با محیط چندضلعی ایجاد می‌کنند. هرکدام از این چندضلعی‌ها یک **وجه**، ضلع‌های این وجه‌ها، **یال**‌ها و رأس‌های این وجه‌ها، **رأس**‌های چندوجهی نامیده می‌شوند.

هرم: یک چندوجهی‌است که همهٔ وجوه آن به‌جز یکی، در یک رأس مشترکند.

اگر قاعدهٔ یک هرم، چندضلعی منتظم و پای ارتفاع آن بر مرکز قاعده منطبق باشد، هرم را «منتظم» می‌نامیم.



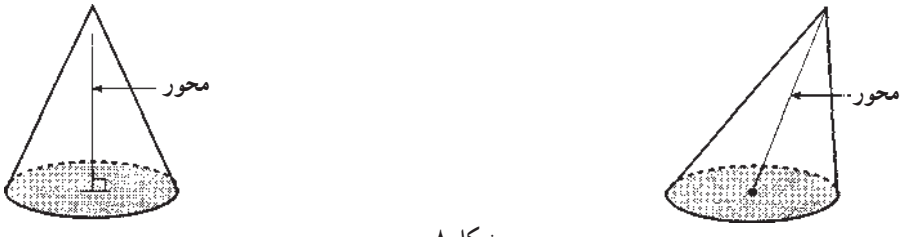
شکل ۶

اجسام دورانی

استوانه: شکلی فضایی شبیه منشور است که قاعده‌های آن به‌جای چندضلعی، دو دایره همنشست هستند.

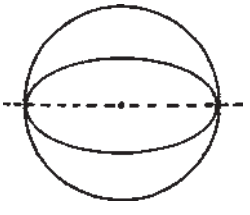
شکل ۷

مخروط: شکلی فضایی شبیه هرم است که قاعدهٔ آن به‌جای چندضلعی، دایره است.



شکل ۸

کره: مجموعهٔ نقاطی از فضا است که از یک نقطهٔ ثابت به‌نام مرکز به یک فاصله باشند این فاصلهٔ ثابت شعاع کره نامیده می‌شود.

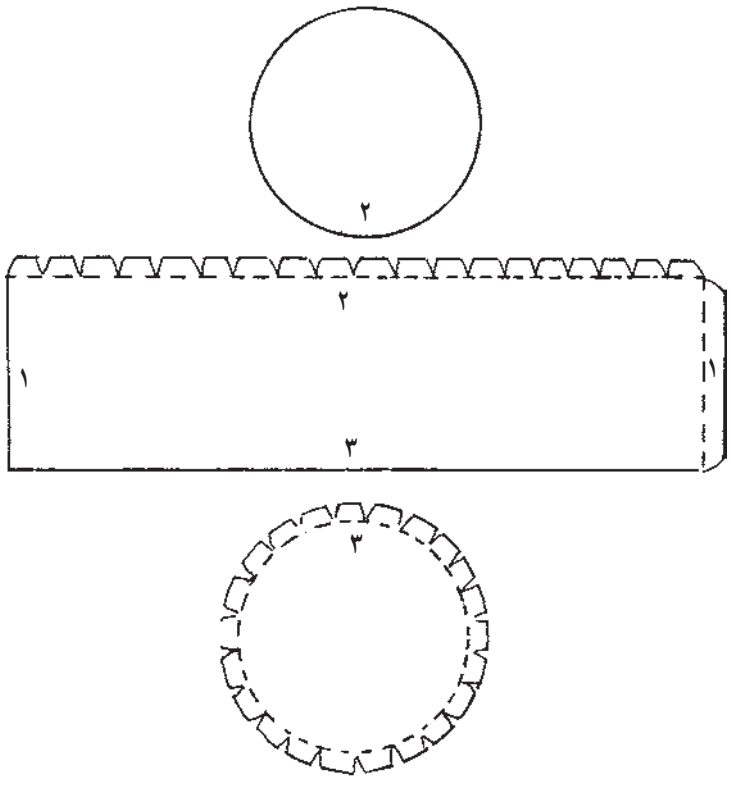


شکل ۹

برای ساخت هر یک از احجامی که در این بخش با آنها آشنا شدید به گستردهٔ آنها نیاز دارید. در این قسمت گستردهٔ برخی احجام ارائه می‌شود.

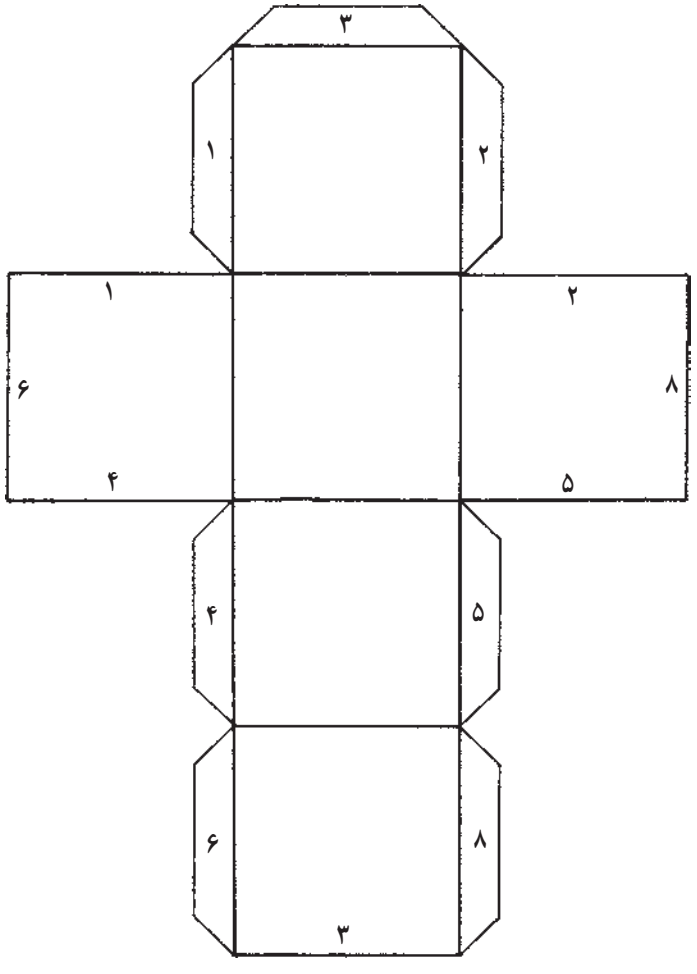
گستردهٔ احجام

گستردهٔ استوانه



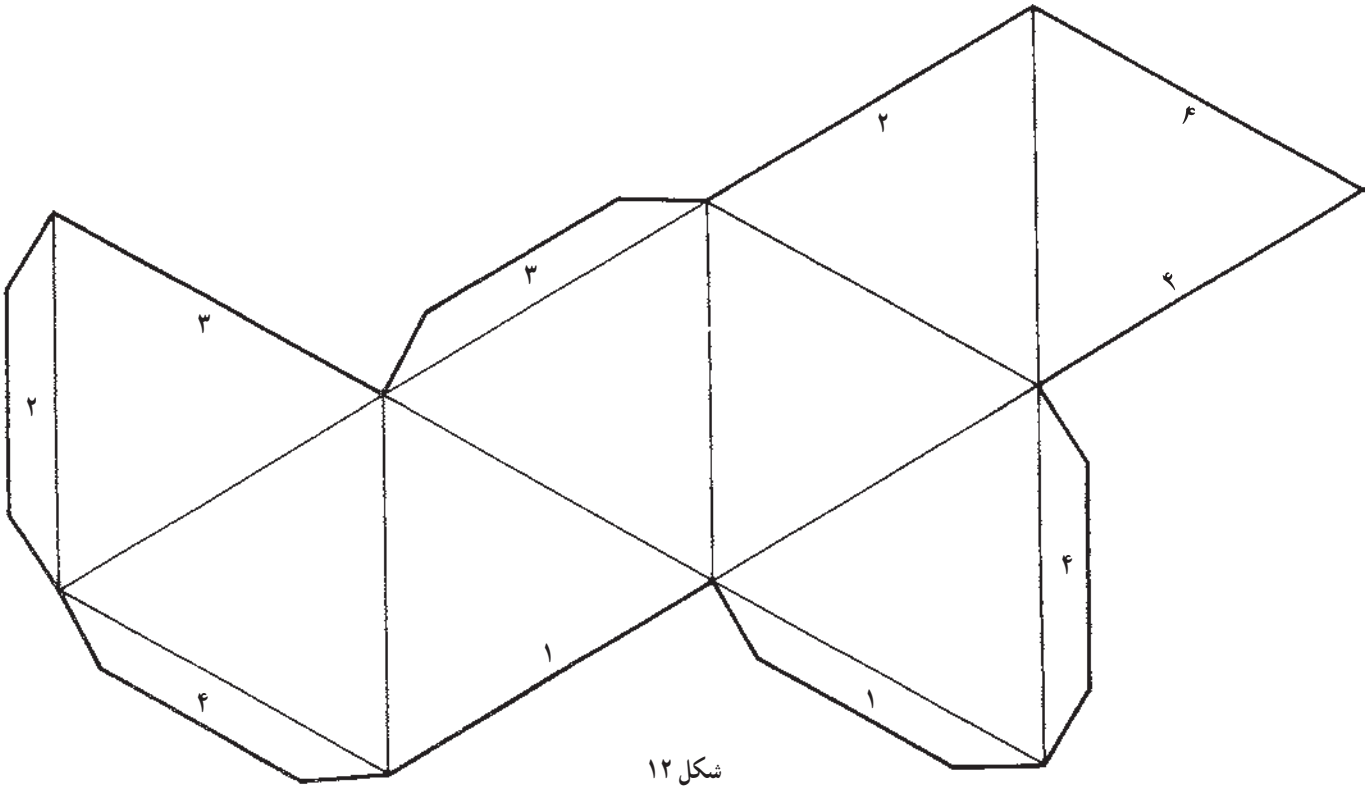
شکل ۱۰

گستردهٔ شش‌وجهی (مکعب)



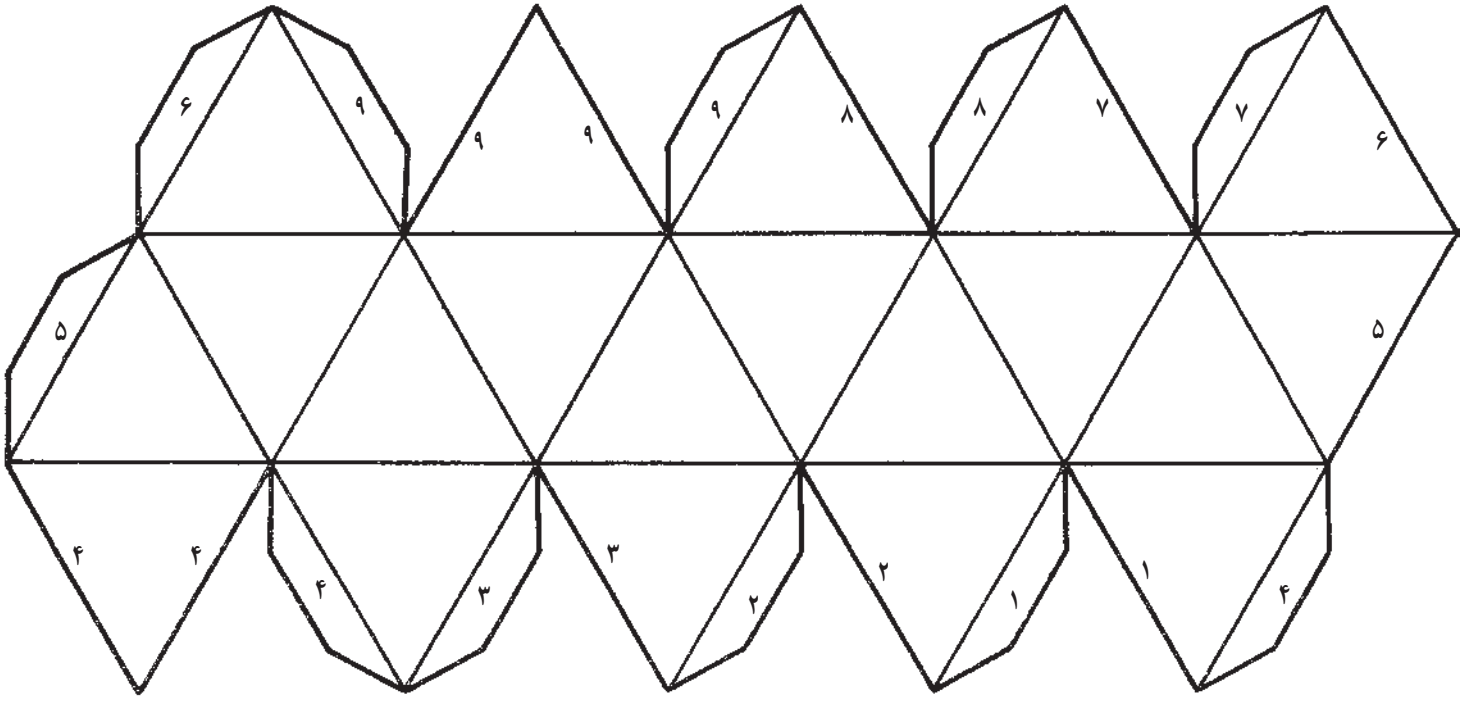
شکل ۱۱

گستردهٔ هشت‌وجهی



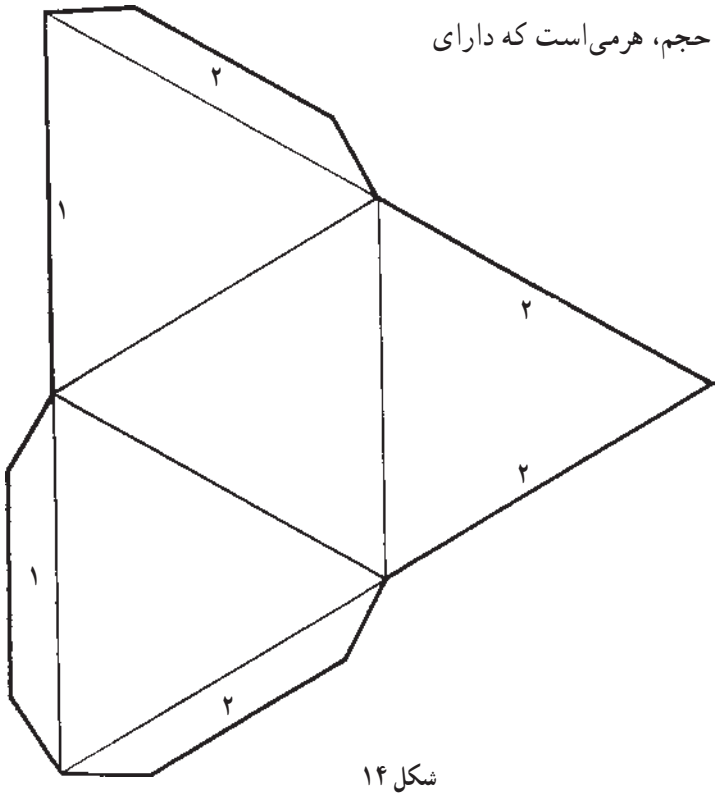
شکل ۱۲

گستردهٔ بیست وجهی: این حجم فقط از بیست مثلث متساوی‌الاضلاع ساخته شده است، که خود نیز از حجمهای اصلی برای ساختن بسیاری از احجام پیچیده به‌شمار می‌رود.



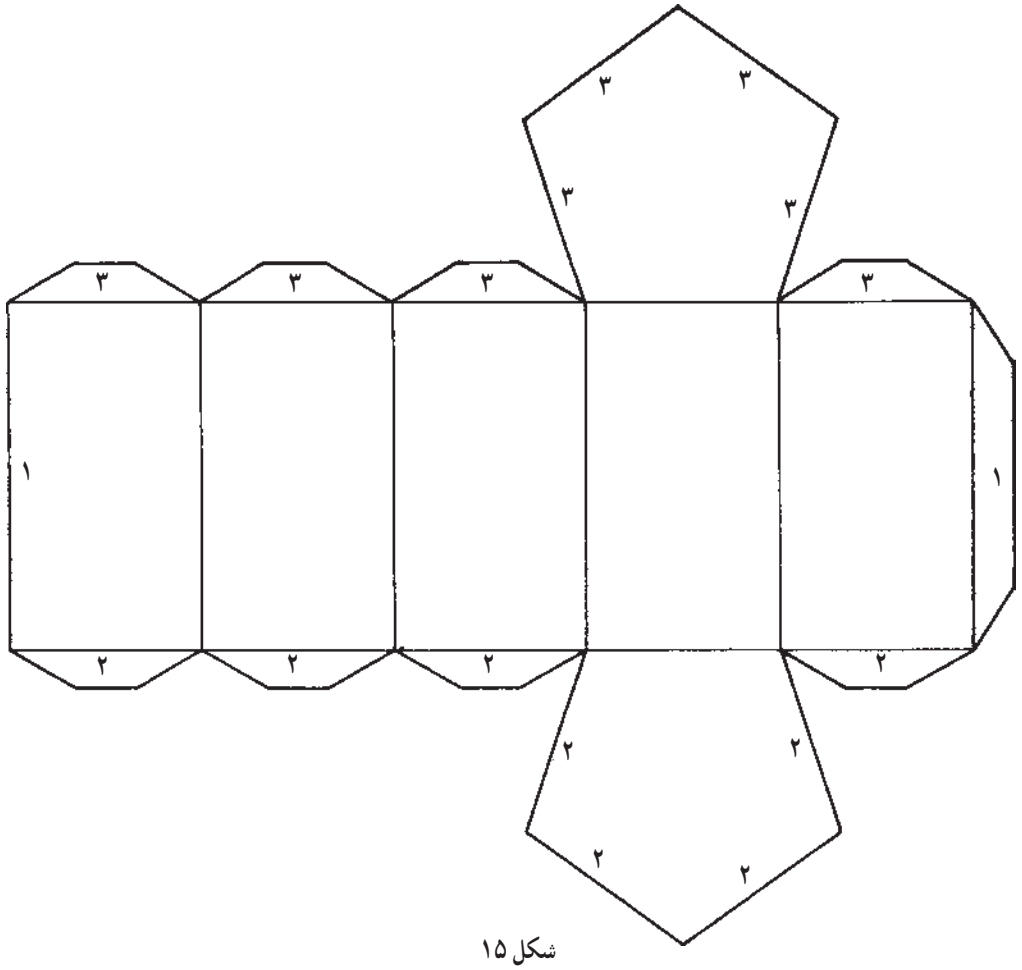
شکل ۱۳

گستردهٔ چهاروجهی: این حجم، هرمی‌است که دارای قاعدهٔ مثلث شکل می‌باشد.



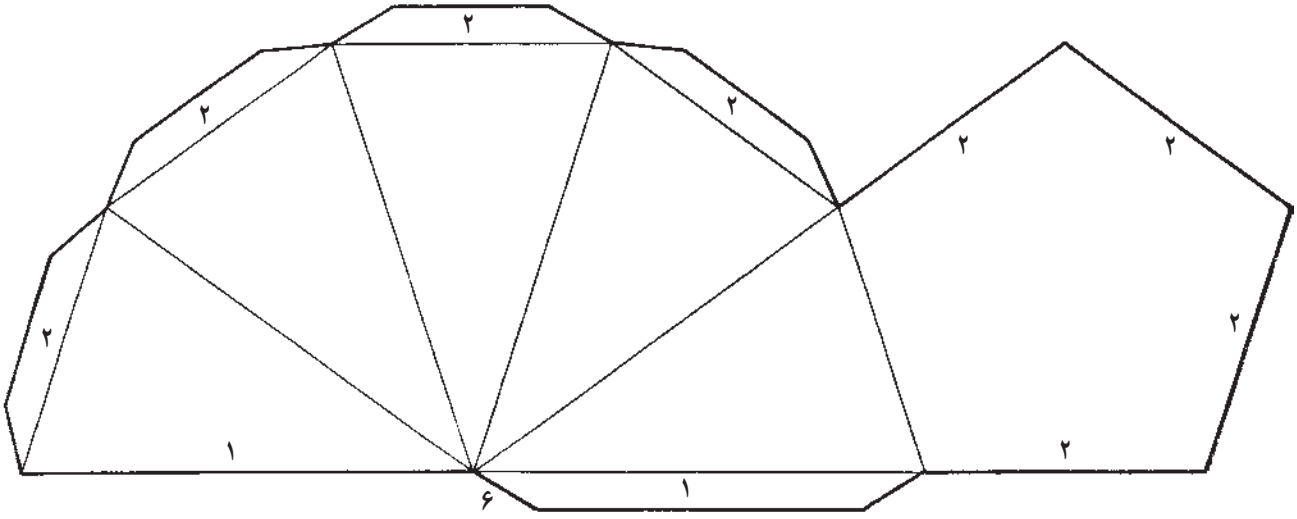
شکل ۱۴

گستردهٔ منشور هفت‌وجهی



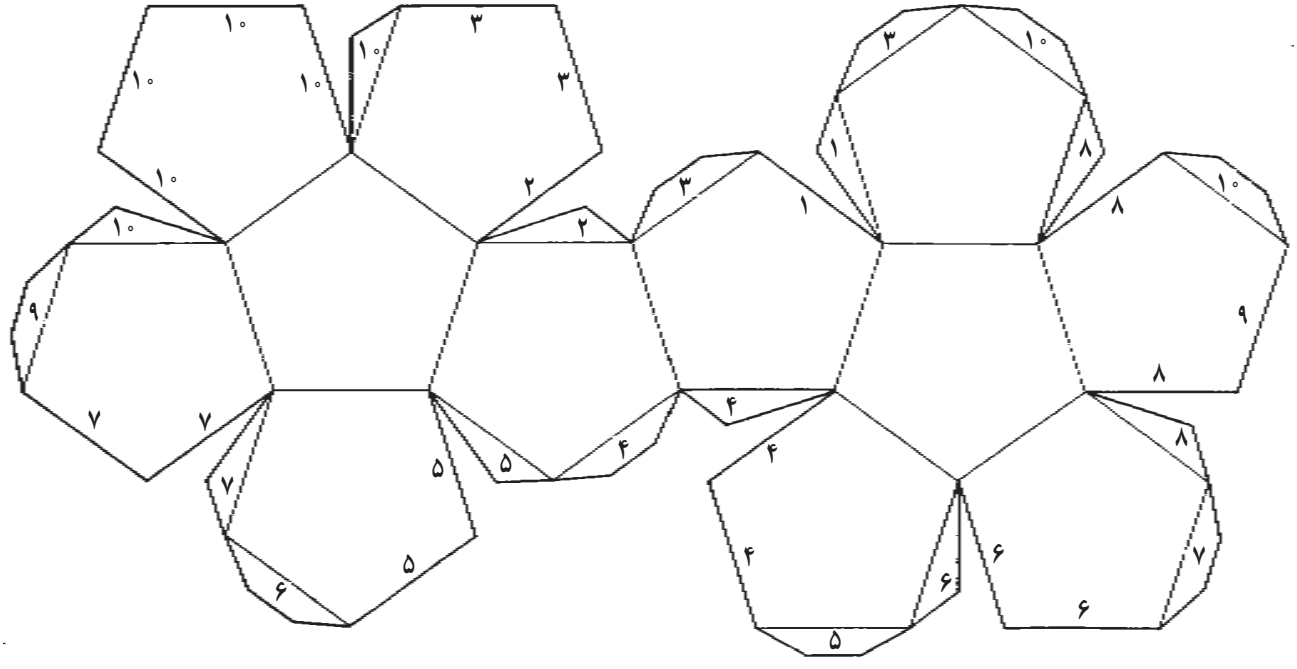
شکل ۱۵

گستردهٔ هرم شش‌وجهی: این هرم، دارای یک قاعدهٔ پنج‌ضلعی و پنج‌وجه از مرکز رأس تا اضلاع قاعده است.



شکل ۱۶

گستردهٔ دوازده‌وجهی: این حجم، فقط از دوازده عدد پنج‌ضلعی منتظم، تشکیل شده است که خود نیز، از حجمهای اصلی، در ساختن بسیاری احجام پیچیده می‌باشد.



شکل ۱۷

تمرین

۱ــ یکی از منشورهای معرّفی شده در درس را با بهره‌گیری از نمونهٔ گسترده‌ای که ارائه شده، با مقوا بسازید. (ارتفاع : ۸ سانتیمتر)

۲ــ یکی از احجام دورانی را با استفاده از مقوا بسازید. (به‌عنوان مثال استوانه‌ای با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر و قطر ۵ سانتیمتر)

۳ــ یک چندوجهی را با انتخاب خود، بر روی مقوا ترسیم کنید و با برش، تا کردن و چسبانیدن، آن را بسازید.

فصل دوم

ماکت

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، دانش‌آموز باید بتواند :

۱ــ انواع ماکت را نام ببرد.

۲ــ حجم‌سازی با کاغذ و مقوا را انجام دهد.

۳ــ مصالح ماکت‌سازی را نام ببرد.

۴ــ مراحل ساخت ماکت با انواع مصالح ماکت‌سازی را شرح دهد.

۵ــ خصوصیات انواع مصالح ماکت‌سازی را شرح دهد.

۶ــ کاربرد نقوش هندسی در تزیینات معماری را شرح دهد.

۷ــ نقوش هندسی ذکر شده را ترسیم کند.

۸ــ کاربرد نقوش هندسی را در گره‌کشی شرح دهد.

۹ــ گره را تعریف کند.

۱۰ــ تقسیم‌بندی قوسی را نام ببرد.

۱۱ــ قوسهای ذکر شده را ترسیم کند.

۱۲ــ خصوصیات معماری مدرن را بیان کند.

۱۳ــ ساخت ماکت از بناهای مدرن را انجام دهد.

۱۴ــ محوطه‌سازی را انجام دهد.

مقدمه

هنگام طرّاحی و آفرینش یک ایده، برای تفهیم، تصحیح و ارائهٔ آن در زمینه‌های مختلفی چون نمایش اماکن زیست عمومی، خصوصی، زمینه‌های فرهنگی، محصولات صنعتی، امور ویژه و غیره، می‌توان از ساخت ماکت بهره جست.

تعریف ماکت: در حقیقت، ماکت از تبدیل طرح دو بعدی روی کاغذ، به طرحی سه‌بعدی و حجمی ایجاد می‌شود و می‌تواند با مواد، مصالح و روشهای مختلف اجرا شود. در مدارس و اماکن آموزشی و آتلیه‌های حرفه‌ای، توجه زیادی به ماکت می‌شود و از آن به‌عنوان یکی از بهترین روشهای ارائهٔ ایده استفاده می‌گردد.

چرا ماکت می‌سازیم؟

هنگامی که یک دانش‌آموز، دانشجو یا طراح حرفه‌ای، طرح دو بعدی خود را با استفاده از ماکت عینیّت سه‌بعدی می‌بخشد، به سرعت به نقاط ضعف و قوّت طرح خود پی برده، در راه تکمیل طرح خود می‌کوشد. بنابراین، طرح در جهتی صحیح پیش رفته، در زمان، انرژی و هزینه، صرفه‌جویی می‌شود، ضمناً طرح، پخته‌تر و کامل‌تر شده، نقایص آن کاهش خواهد یافت.

چه بسیار پیش آمده است که به‌واسطهٔ ساخت ماکت، از تغییرها و تخریبهای پرهزینه و زمانبر بعدی، ممانعت به عمل آمده و نتیجه، زودتر حاصل شده است.

شکل ۱ــ یک ماکت از سازه‌ای سبک ــ ساخته شده با ورق P.V.C

باید بدانیم هر راه و روشی که ما را در دست یافتن به طرح نهایی، در حداقلِ زمان و هزینه یاری بخشد، راهی صحیح و روشی مقبول است. با کسب تجربیات زیاد به این نکته آگاهی می‌یابیم که اسکیسهای[1] مختلف و متعدّد، راندو[2]، ماکت، نقشه و دیگر راهها، همه روشهایی هستند که ما را در صحیح و سریع رسیدن به مقصد یاری می‌دهند و در این بین، ماکت‌سازی به‌عنوان یک روش کارآ، جایگاهی ویژه و با اهمیّت دارد. زیرا از طریق ماکت‌سازی ما به‌سرعت و به‌راحتی می‌توانیم طرح را نهایی کرده و شکلی سه بعدی و واقعی‌تر در معرض دید کارفرما و بینندگان دیگر قرار دهیم و نتیجهٔ لازم را اخذ نماییم.

معمولاً اولین مشکل برای ساخت ماکت، انتخاب مصالح مناسب و سپس تهیهٔ آنهاست. ولی اشخاصی که مدّتی مشغول تهیه ماکت بوده‌اند می‌دانند که ابتکار و تیزبینی سازنده می‌تواند بسیاری از کاستیها را برطرف سازد و حتی در موارد بسیاری، از وسایل متعدد و معمولی نیز می‌توان استفاده کرد.

طرح، هر چه ساده‌تر باشد آسانتر به نقشه و سپس، از دو بعد به سه بعد تبدیل می‌شود. از این‌رو، اشخاصی که از تجربهٔ کافی برخوردار نیستند بهتر است ابتدا از طرحهای ساده شروع کنند تا در همان ابتدای کار به اشتباهات خود پی برده، در کارهای بعدی، در صدد رفع آنها برآیند.

به‌طورکلّی، هر اندازه هم تجربهٔ طرّاح زیاد باشد باز با استفاده از ماکت مسایلی را می‌توان دید و مطرح کرد که تصوّر آن در روی نقشه مشکل است.

به تجربه ثابت شده است که وقت و پولی که برای ساختن ماکت مصرف می‌شود به مراتب کمتر از هزینه‌ای است که بعداً به‌سبب تخریبهای احتمالی و دوباره‌کاریها، خرج می‌شود.

گاهی نیز بعضی از طرحها، شکل پیچیده و نامنظمی دارند و یا به‌گونه‌ای هستند که در نقشه نمی‌توان آنها را نشان داد. این‌گونه طرحها معمولاً تا پایان کار به‌صورت ماکت نشان داده می‌شوند و حتی تغییر و تبدیلها نیز گاهی فقط بر روی ماکت صورت می‌گیرد که البته مقیاسها بزرگتر و اندازه‌ها دقیق‌تر می‌باشند.

این‌گونه است که ساخت ماکت در بسیاری مواقع اهمیت

۱ــ **اسکیس:** طرحهای سریع و مقدماتی که معمولاً با مداد صورت می‌گیرد.

۲ــ **راندو:** روشی است برای ارائهٔ ایده، در قالب طراحی و استفاده از رنگ که به آن «رندرینگ» نیز گفته می‌شود.

می‌یابد و ما با ساخت ماکت، یاد می‌گیریم که طرحها و نقشه‌ها را بیش‌تر و بهتر به‌صورت سه بعدی تصور کنیم و ابهاماتمان را برطرف نماییم.

اکثر طراحان، برای ابداع هر طرح پس از اتودهای اولیه برروی کاغذ، برای درک بهتر، کار را با ساخت ماکت شروع می‌کنند و کلیه اصلاحات و تجربه‌ها را روی ماکت انجام می‌دهند. انواعی از ماکت را که به دقت از هر نظر با مقیاس خاصی کوچک شده‌اند (حتی ضخامت و نوع جنس اصلی) «مدل» می‌نامند. این مدلها می‌توانند در آزمایشها، مقاومت و عملکرد طرح را نیز تا اندازهٔ زیادی مشخص سازند. همچنین، با اعمال نیروهای مختلف می‌توان به نقاط ضعف و قوت طرح پی برد و در صدد رفع معایب آن، برآمد.

ماکت‌سازی، یک هنر مستقل است که برای تجسّم سه‌بعدی نقشه‌های ترسیم شدهٔ صنعتی و ساختمانی کاربرد دارد. چون تصور و تجسم دو بعدی را کاملاً سه‌بعدی و نمایان می‌سازد و درک دقیق‌تری از طرح را به بیننده ارائه می‌دهد.

این هنر و فن، همانند حرفه‌های دیگر صنعتی، کارشناسان مخصوص دارد که کار آنها منحصراً ماکت‌سازی است. اشخاصی هم هستند که به سبب علاقه به این کار یا نیازهای موجود صنعتی و هنری از رشته‌های صنعتی دیگر به ماکت‌سازی روی آورده‌اند و آن را به‌عنوانِ حرفه تخصصی خود انتخاب کرده‌اند.

شکل ۲ــ فردی در حال ساخت یک ماکت

تجربه‌های این کارشناسان که در طی سالهای سال به‌دست آمده است برای آموزش این رشته و راهنمایی اشخاصی که مایل هستند نقشه‌های آنها به‌صورت سه بعدی درآید مفید است. معمولاً طرّاحان، پس از ترسیم نقشه‌های اولیه ماکتهای مقدماتی را خود شخصاً می‌سازند ولی برای تبدیل و تکمیل آن به ماکت‌ساز متخصّص هم مراجعه می‌کنند. به هرصورت، هر طرّاح، لازم است به اندازهٔ کافی از ماکت‌سازی اطلاع داشته باشد تا بتواند شخص ماکت‌ساز را راهنمایی کرده و بداند که مشکلات نقشهٔ خود را چگونه می‌تواند با ماکت برطرف سازد. بسیاری از معماران و هنرمندان هستند که نقشه‌های اجرایی خود را بدون تهیهٔ ماکت هم می‌سازند ولی از آن‌سو طراحان و هنرمندان طراز اولی هم هستند که ماکت نقشه را خود می‌سازند تا اشکالات طرح را در ماکت موجود، تصحیح و نقشه را بازبینی نمایند. اما برای اشخاصی که از نقشه‌های فنّی اطلاعات کافی ندارند، ماکت، راهنمای بسیار خوبی است زیرا

برداشت بهتری از طرح را نمایان می‌کند. به تجربه ثابت شده است که هزینهٔ قابل ملاحظهٔ ماکت‌سازی خود نوعی صرفه‌جویی است. برای این‌که فرصت طرّاحان بیهوده صرف رفع اشتباهات نمی‌شود. حتی ماکت باعث سرعت کار و بهبود طرح می‌گردد. در برخی موارد، نیاز است که تنها بخشهایی از کار یا مقاطعی از آن مثلاً به شکل یک جزء ماکت ساخته شود تا تجسم آن ساده شده و بتوان بر روی آن تصمیمات لازمه را اتخاذ کرد که نیاز به این نوع ماکت‌سازی برای مهندسان بسیار مهم و حایز اهمیّت است.

ضمن کسب تجربه در ساخت یک ماکت، می‌توان با انواع مصالح به‌کار رفته نیز آشنا شد و حتی مواد و مصالح جدیدی کشف کرد و آنها را در شمار مصالح به‌کار برد. مواد و مصالحی که بعضاً جزء اشیای دورریز بوده‌اند اینک با دقت و تیزبینی متوجه می‌شویم که می‌توان آنها را در بخشی از ماکت طوری به‌کار برد که حتی کاربرد اولیهٔ آن مشخص نشود.

زمان ساخت ماکت

بنا به نوع کار، در سه زمان می‌توان ماکت را ساخت.

۱ــ قبل از شروع پروژه: برای آشنایی با بخشهای مختلف پروژه و کمک به مجریان طرح

۲ــ همزمان با انجام پروژه: برای معرفی و مشخّص نمودن میزان پیشروی و محدودهٔ کار

۳ــ پس از اتمام پروژه: برای معرفی طرح و مجموعه به‌افراد موردنظر.

شکل ۳ــ ماکت یک فضای مسکونی ــ ساخته شده با قطعات P.V.C و پِلَکسی گِلَس

نحوه ارائه ماکت

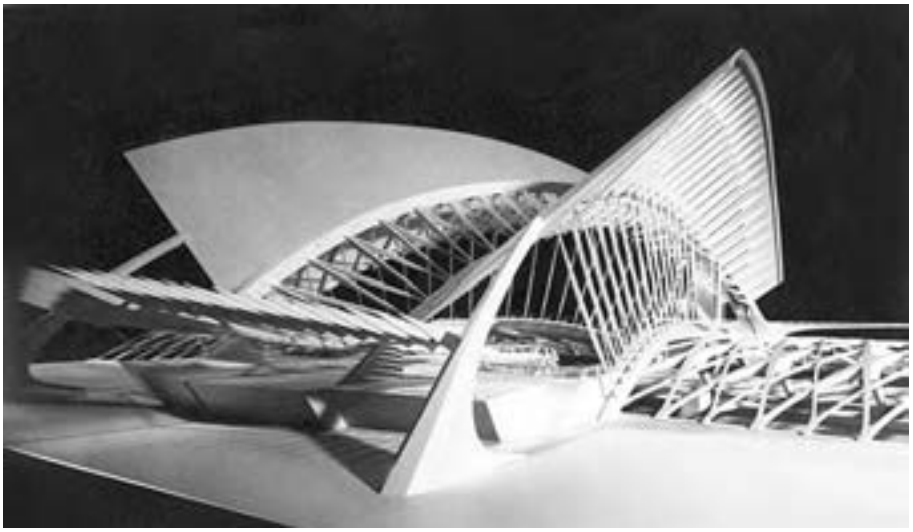
حمل ماکتهای بزرگ و حتی کوچک به‌راحتی صورت نمی‌گیرد و نمی‌توان ماکتها را به‌راحتی در هر محل نگه‌داشت. برای رفع این مشکل، از عکاسی استفاده می‌کنند و از هر ماکت یک یا چند عکس برداشته می‌شود. مدتهاست که عکاسانی رشتهٔ تخصصی خود را عکاسی از ماکت قرار داده‌اند. این عکاسان، برای نمایاندن تمامی قسمتهای ماکت، از عناصر ریز به‌کار رفته در آن نیز عکسهای واضح و گویایی تهیه می‌کنند و گاهی از ابزار ساخت

ماکت نیز برای شناسایی تکنیکهای ساخت، تصویربرداری می‌نمایند.

در این عکسبرداری، برای ارائهٔ طرح، تنها گرفتن چند عکسِ دقیق از کل پیکره و عناصر ریز، کافی نیست. بلکه از زاویه‌های مختلف و از دید طراح هم باید عکسهایی برداشته شود. به همین دلیل در موقع عکسبرداری از یک ماکت، همکاری طراح و عکاس، ضروری می‌نماید تا عکسها شناسایی کامل و بهتری از کار را ممکن سازند. هر طرّاح می‌تواند طرح خود را برای اشخاص فنی توصیف کند ولی عکس ماکت فکر طرّاح را برای دیگران واضح‌تر بیان می‌کند به‌صورتی که برای همه قابل استنباط است. از عکسهای مختلف می‌توان در بعضی از پروژه‌ها به‌جای نما و پرسپکتیو[1] استفاده کرد.

انواع ماکت از نظر اندازه و نوع

گذشته از این‌که ماکتها را می‌توان در سه اندازهٔ مختلف، کوچک‌تر، اندازهٔ اصلی (۱ : ۱) و بزرگ‌تر (Larg Scale) ساخت، باید گفت که معمولاً ماکتها از نظر کیفیّت و ساخت، به‌دو دسته تقسیم می‌شوند : ماکتهای تمرینی یا اتود[2] (پیش ماکت) و ماکت نهایی.



شکل ۴ــ ماکت ساخته شده از مقوا و قطعات پلاستیکی

شکل ۵ــ سردر مغازه مدل Larg Scale از جنس فایبر گلاس ــ مدل اولیه از گچ

شکل ۶ ــ نمونهٔ ۱:۱ (واقعی)

۱ــ **پرسپکتیو:** علم بررسی مناظر و مرایا Perspective

۲ــ **اتود:** طرح مقدماتی etude

در اینجا یک ماکت را از زوایای مختلف مشاهده می کنیم :

شکل۷ــ ماکت ایستگاه اتوبوس

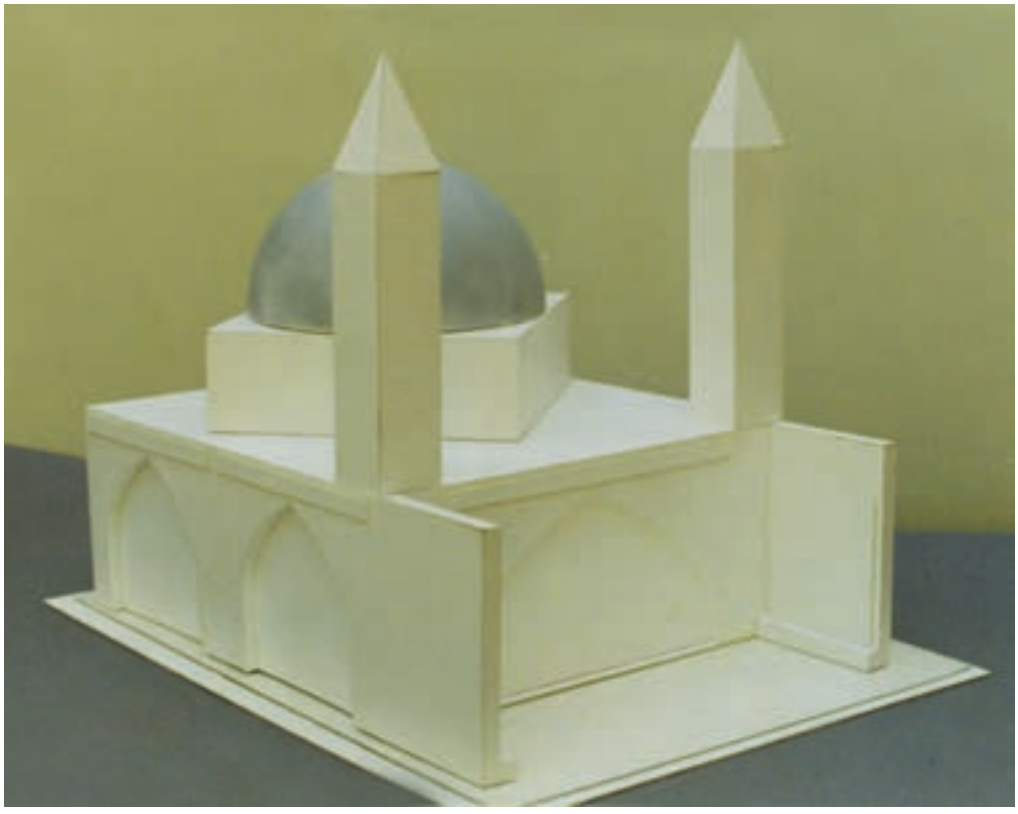
شکل ۸ ــ جنس ماکت از ورقهای P.V.C

شکل ۹ــ نمای پشت

ماکت اتود: غالب طراحان، به‌خصوص، طرّاحان ورزیده، می‌دانند که در عین داشتن تجربه بالا، باز هم می‌توان با استفاده از ماکت، بسیاری از مسایلی را دید و مطرح کرد که عنوان کردن آنها بر روی نقشه، مشکل خواهد بود. بدین‌وسیله طرّاحان خیلی زود به اشتباهات پی می‌برند و با دیدن ماکت، می‌توانند به سهولت طرح خود را اصلاح کرده و سپس طرح نهایی را بر روی کاغذ بیاورند. بنابراین می‌بینیم که هدف اصلی طراحان از ساخت ماکت اتود یا تمرین، در واقع کنترل و اصلاح بخشهای مختلف طرح از لحاظ تناسبات است. در ماکت اتود، لازم نیست که تمام طرح ساخته شود، بلکه فقط قسمتی از طرح که در دست بررسی و مطالعه است ساخته می‌شود و یا در صورت ساخت کلیهٔ بخشها، تنها پیکرهٔ اصلی ساخته می‌شود و عناصر فرعی کار نمی‌شوند.

یکی دیگر از اهداف طراحان در ساخت ماکتهای تمرینی، کنترل حجمهای در دست طراحی از جنبهٔ ساختار است و آن، زمانی است که طرح مورد نظر، از اشکال پیچیده و نامنظمی تشکیل شده باشد به‌صورتی که در نقشه قابل درک نباشد.

ماکت نهایی: در روند تصویب طرحهای ساختمانی و صنعتی، غالباً افرادی غیر از طرّاحان مانند کارفرمایان یا اشخاص دیگری که با نقشه‌های ساختمانی و صنعتی آشنایی ندارند شرکت دارند با نمایش ماکتهای ساخته شده، می‌توان در انتقال و درک بیش‌تر طرحها، به‌آنها کمک کرد تا در تصمیم‌گیری تسریع حاصل گردد. مسلم است که ظاهر تمام شدهٔ این نوع از ماکت، باید دقت و ظرافت بیش‌تری داشته باشد و علاوه بر اجزای اصلی (عناصر ماکرو[1]) می‌بایست کار از دقت لازم در اجزای ریز (عناصر میکرو[2]) نیز برخوردار باشد تا جلوهٔ لازم را ایجاد نماید.



شکل ۱۰ــ ماکت اتود یک نمازخانه ــ ساخته شده با ورقهای مقوا و فوم در گنبد

۱ــ **عناصر ماکرو (macro):** عوامل تشکیل‌دهندهٔ پیکره یا هیأت کلّی یک شکل

۲ــ **عناصر میکرو (micro):** عناصر ریز، تزیینی و تکمیلی پیکرهٔ کلی یک شکل

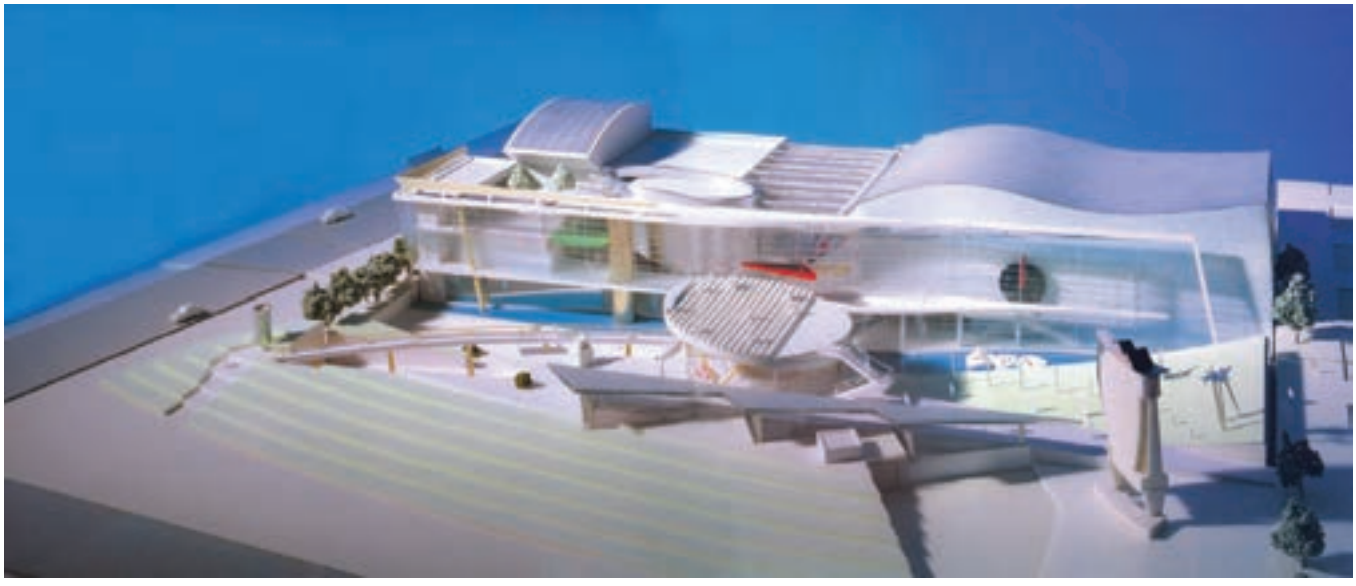
انواع ماکت از لحاظ کاربرد

هنگامی که یک معمار، فضایی را طراحی می‌کند بنا به اقتضای مکانِ سوژه یا سلیقهٔ خود، این کار را انجام می‌دهد. از این‌رو، طرحها می‌توانند بسیار متنوع باشند و با سبکهای گوناگون و ویژه‌ای خلق شوند. برخی از این طرحها، از سطوح مات (اُپک[1]) صُلب[2] مثل دیوار یا قابل ارتجاع مثل چادر و برخی دیگر از عناصر مثل لوله، کابل، سطوح شفّاف و غیره، تشکیل یافته‌اند که نمونهٔ آن را می‌توان در سبکهای مختلفی مثل سبکِ کلاسیک ــ مدرن و های‌تِک[3] مشاهده نمود.

برخی می‌توانند یک مجموعهٔ مسکونی، فضایی اداری، بیمارستانی، مبلمان شهری، مجموعه‌ای ورزشی و یا تفریحی باشند و بعضی دیگر یک سد، پالایشگاه، کارخانه، کارگاه و یا مقطعی از یک سازهٔ معماری داخلی را دربر گیرند.

در هر صورت، هر یک از این اماکن، با سبکهای متفاوتی که می‌توانند داشته باشند، خود در ساخت ماکت به انواع خاصی از مواد و مصالح نیاز دارند و کار با هر یک از آنها، روش و تکنیک خاص خود را می‌طلبد.

اما به‌درستی نمی‌توان مواد و مصالح و یا روشهای ساخت مرزی قائل شد ولی به‌طورکلّی می‌توان به نوعی دسته‌بندی اشاره نمود که شرح آن خواهد آمد.



شکل ۱۱ــ ماکت یک مجموعهٔ فرهنگی ــ اقتصادی

ماکتهای ساختمانی

الف ــ ساختمانهایی با اشکال معمولی متداول با سطوح صاف عمودی و افقی مثل فضاهای مسکونی، اداری، بیمارستانی

ب ــ ساختمانهای ویلایی با سطوح صاف، عمودی و مایل صاف یا بافت‌دار

ج ــ ساختمانهای بلند مثل آسمان‌خراشها با سطوح اپک و یا شفاف شیشه‌ای

۱ــ **اُپک: (Opaque)** : غیرشفاف، مات و دارای جرم. سطحی که نور از آن نمی‌تواند عبور نماید. دستگاه بزرگ‌کنندهٔ تصاویر(اپی اسکوپ). نوعی از آن که توانایی بزرگ کردن تصاویر روی تلق را دارد به نام over head شناخته می‌شود. (که در اینجا منظور این دستگاهها نیستند.)

۲ــ **صُلب:** سخت و ارتجاع‌ناپذیر

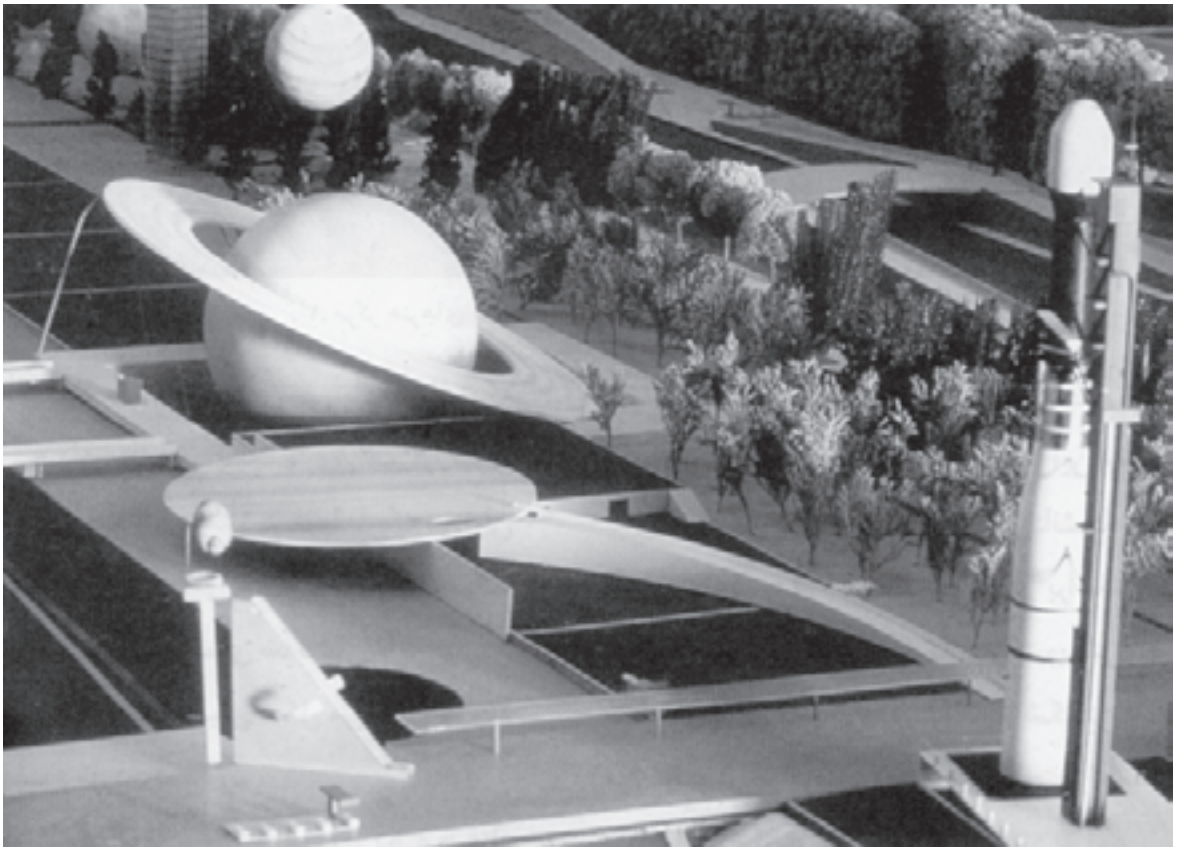
۳ــ **های‌تِک (HITECH):** نام سبکی است که در آن ارائهٔ همه پیچیدگیهای به‌وجود آورنده کل یا جزء پیکره، عیان و بارز است. هر جزء، شخصیت مربوط به خود را داراست و هیچ قطعه‌ای در پس قطعهٔ دیگر پنهان نیست و هر یک شخصیّتی قوی دارند.

د ــ ساختمانهای غیرمسطح هندسی مثل منازل یا اماکن دیگر مثلاً کره‌ای شکل

هـ ــ ساختمانــهای غیرهندسی با سطوح هندسی و غیرهندسی مشخص (که کمتر دیده می‌شود)

و ــ برجهای غیرمسکونی برای استفاده‌های خاص مثل برج دیده‌بانی، با سطح معمولاً اپک

ز ــ محوطه‌ای مانند حیاط، پارکینگ و بخشهای جانبی یک ساختمان



شکل ۱۲ــ ماکت یک فضای فرهنگی ــ ساخته شده از مواد مختلف

ماکتهای صنعتی

الف ــ کارگاهها و دفاتر آنها

ب ــ کارخانه‌ها

ج ــ پالایشگاهها

د ــ مقاطعی از بعضی قسمتهای طرّاحی شده (دیتیل) با استفاده از سطوح مختلف هندسی و غیر هندسی و با مواد گوناگون

هـ ــ برجهای بلند غیرمسکونی برای استفاده‌های صنعتی مثل برج مخابرات، برجهای خنک‌کننده و برجهای مخازن آب

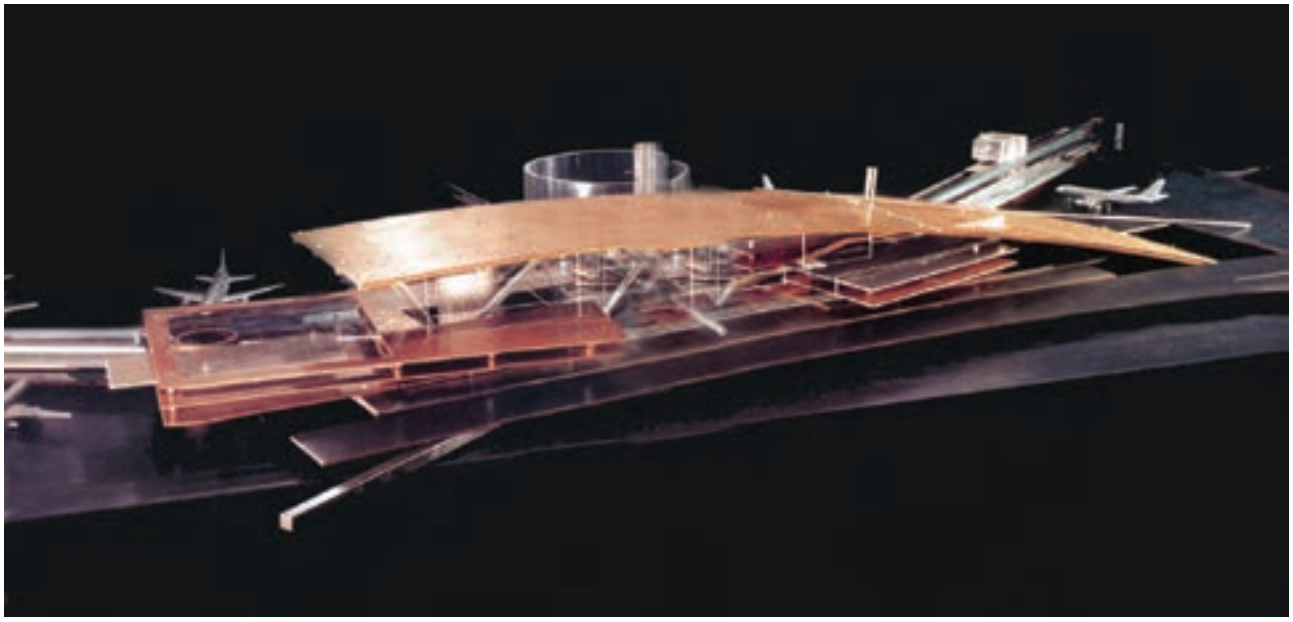
و ــ محصولات صنعتی مثل مبل، میز، چراغ، گلدان، دکلهای برق، ایستگاه اتوبوس و غیره

ماکتهای فضای شهری و ساختمانهای تأسیساتی

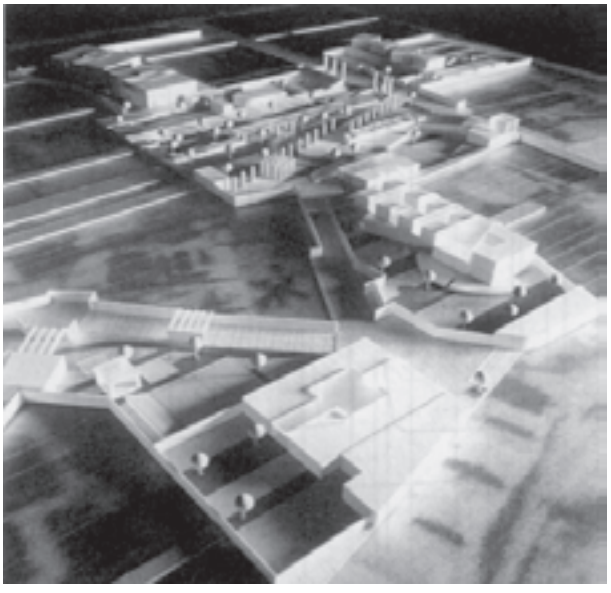
الف ــ پارکها، خیابانها، کیوسکهای گل یا روزنامه‌فروشی، میادین، ایستگاه اتوبوس و غیره

ب ــ فضای ورزشی یا تفریحی مثل استادیوم و شهربازی

ج ــ فضاهای خاص مثل سدها، نیروگاهها، ایستگاههای پمپ بنزین، گاز و...



شکل ۱۳ــ ماکت بخشی از تأسیسات یک فرودگاه ــ ساخته شده از فلز و انواع پلاستیک



شکل ۱۴ــ ماکت یک فضای شهری ــ ساخته شده از مقوا و P.V.C

شروع ساخت ماکت

مقدمه: در این بخش، ابتدا نگاه و اشاره‌هایی اجمالی به‌برخی مواد خواهیم داشت و سپس، در مورد موادی که در ماکت‌سازی اهمیّت بیش‌تری دارند، توضیحات مفصّلتری ارائه خواهد شد. در اینجا به برخی مواد حاضر که می‌توانند در پیشبرد ساخت ماکت، ما را یاری دهند اشاره خواهد شد :

مثلاً برای به نمایش گذاردن شیروانیهای موجدار، می‌توان از کارتن بهره جست. برای نمایش چمن، از کاغذ سنباده که روی آن را به رنگ سبز روشن درآورده‌ایم می‌توانیم استفاده نماییم. برای منازل با الوارهای چوبی می‌توانیم از رشته‌های ماکارونی، از گلهای ریز و برگ خشک برای نمایش درختان یا از اسفنج (ابر) برای برخی دیگر از گیاهان و درختان، استفاده کنیم.

همان‌طور که در صفحهٔ ۱۰ کتاب نیز به آن اشاره شد، اگر با دقت و از دریچهٔ دیگری به اشیا بنگریم، بسیاری از مواد و مصالح دورریز می‌توانند کاربردی بجا و شایسته داشته باشند که هرگز نمی‌توان مشابه آنها را در فروشگاههای عرضهٔ قطعات ماکت پیدا کرد.

مصالح و روشهای ساخت ماکت

کاغذ و مقوا: از دیر باز، انسان به ساختن حجم علاقه داشته و این علاقه، بر اثر نیاز و یا نوعی سرگرمی بوده است. از بررسی آثار تجسّمی دوران باستان می‌توان، وجود چنین علاقه‌ای را دریافت و حتی ماکتهای ساخته‌شده با مصالح مورد دسترس را می‌توان در موزه‌ها مشاهده نمود. هنرمندان زمانهٔ ما نیز برای دست یافتن به تجربه‌های جدید با استفاده از امکانات و با به‌کارگیری مصالح طبیعی و مصنوعی به تجسم بخشیدن افکار خویش دست می‌زنند و سوای مطالعه در طبیعت، با علوم هنری وابسته دیگر هم آشنایی پیدا می‌کنند. آری با کاغذ و مقوا که تقریباً در دسترس عموم قرار دارد به‌راحتی می‌توان این حجمها را ساخت. این مصالح نسبت به مصالح دیگر ارزان‌تر هستند و کاربرد آنها به سهولت امکان‌پذیر می‌نماید.

اکثر احجام مورد نظر را می‌توان با تا کردن و برش کاغذ و مقوا به‌دست آورد. یکی از امتیازات کاغذ و مقوا، این است که می‌توان با ایجاد برش مخصوص، بدون چسب، بعضی از حجمها را به‌وجود آورد و از آنجا که در ساخت آنها چسب مورد استفاده قرار نگرفته است کار، تمیزتر جلوه می‌کند. کاغذ ماکت‌سازی باید دارای خواص اولیه‌ای باشد مثلاً به‌راحتی خم شود و خیلی زود خرد و شکسته نگردد.

در شروع این کار و برای تمرین، می‌توان از کاغذهای معمولی استفاده کرد و پس از کسب مهارت لازم، کاغذهای ضخیم و گران‌قیمت را به‌کار برد. متناسب با حجمی که باید ساخت از کاغذهای صاف و یا زبر می‌توان بهره برد. کاغذ ماکت را به‌سهولت می‌توان رنگ‌آمیزی کرد. برای این منظور، از کاغذهای رنگین نیز می‌توان استفاده کرد. در انتخاب مقوا، معمولاً به‌دلیل سنگینی و دشواری کاربرد، از مقوّای ضخیم استفاده نمی‌کنند. اگر مقوّای مناسب ماکت‌سازی در دسترس نباشد می‌توان با چسبانیدن چند برگ کاغذ بر روی هم مقوّای مناسب را ساخت. در این کار، تمامی سطح هر برگ را باید چسب زد و نیز برای پیشگیری از تاب خوردن یا جمع شدن برگها، حتماً باید در هر دو روی آنها کاغذی با ضخامت یکسان و جنس مشابه هم چسبانده شود زیرا اگر تنها به یک روی آن، کاغذ بچسبانیم یا ضخامت کاغذ متفاوت باشد در اثر کشش در هنگام چسبیدن، کاغذ به آن سمت تاب برمی‌دارد و منحنی می‌شود. معمولاً چسبهایی که حلّالشان آب است برای ساخت و ساز با مقوا بکار نمی‌بریم زیرا آب باعث تاب برداشتن مقوا می‌شود. ولی اگر قرار شد با چسبهای حلال در آب مقوا بسازیم باید از پرسهای صفحه‌ای که کل سطح کاغذ را مورد فشار قرار می‌دهند بهره جست. استفاده از چسبهای تینری و بالاخص نوع اسپری آن، بهترین نتیجه را به‌بار می‌آورد.

انواع کاغذ و مقوای ماکت‌سازی

الف ــ کاغذ و مقوای هیپرو: کاغذی یک رو بافت است که در ابعاد و رنگهای مختلف ساخته می‌شود و از آن برای نقاشی استفاده می‌کنند. کاربرد دیگر آن در ساخت اجسام است که با مرطوب کردن آن، امکان شکل‌دهی میسر می‌شود.

ب ــ مقوای اسفنجی: مقوا یا فومهای اکوستیک اسفنج‌دار که در گرافیک و ماکت‌سازی مورد استفاده واقع می‌شود.

ج ــ مقوای پارافین خورده: برای سهولت در جدا شدن کاغذ یا مقوا از سطح کلاف یا سطح پرس در هنگامی که نیاز به چسباندن موقت بر روی چوب یا تخته سه‌لایی باشد از مقواهای آغشته به پارافین مایع استفاده می‌شود.

د ــ مقوای ماکت: مقوای ضخیم و ترد (غیر اِلاستیک) معمولاً به‌رنگهای سفید، آبی، خاکستری و مشکی است که برای ساخت ماکتها و مدلها به‌کار می‌رود.

هـ ــ مقواهای دیگری نیز موجوداند که کاربرد بسیار خوبی دارند و در رنگهای مختلف با بافتی ظریف تولید می‌شوند و ضخامت آنها نیز متفاوت است. این مقواها تولیدکننده‌های خاصی دارند. نام بعضی از مقواها به این قرار است : اشتنباخ، فابریانو، پاستل، کانسن و....

وسایل کار با مقوا و کاغذ

وسایلی که برای ساختن حجمها از کاغذ و مقوا لازم است بسیار اندک و ساده هستند.

۱ ــ قیچی: قیچی تیغهٔ صاف برای برشهای مستقیم و قیچی تیغه منحنی برای برش کارهای ظریف و سطوح منحنی‌شکل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ ــ تیزبُر: برای برش کاغذ، تیزبر (کاتر)های مخصوصی وجود دارد. این وسیله در فروشگاههای لوازم‌التحریر و لوازم مهندسی عرضه می‌شود. امتیاز این چاقوی مخصوص آن است که هر وقت لازم باشد می‌توان مقداری از تیغهٔ آن را که کُند شده است جدا کرد و دور انداخت و هر وقت که تیغهٔ آن تمام شد از تیغه‌های یدکی که در دستهٔ آن جا داده‌اند و یا در بسته‌های ده‌تایی تعبیه کرده‌اند استفاده کرد.

۳ ــ خط‌کش فلزی: این خط‌کش برای برشهای مستقیم بسیار مناسب است زیرا لبهٔ آن، با وسایل برنده آسیب نمی‌بینند.

۴ ــ صفحهٔ زیر بُرش: برای صفحه زیربرش می‌توان از صفحهٔ پلاستیکی فشردهٔ مخصوص یا از چوب، آلومینیوم و شیشه استفاده کرد. در ماکت‌سازی استفاده از صفحهٔ زیربرش لازم است تا روی میز کار سالم و صاف بماند. در روی شیشه، برشها دقیق و تمیز صورت می‌گیرد، روی چوب و مقوا خطر لغزش تیغهٔ چاقو کمتر است ولی صفحهٔ پلاستیکی مخصوص، کاربرد بهتری دارد.

۵ــ چسب: از انواع چسبهای بیرنگی که زود خشک می‌شوند می‌توان استفاده کرد. در قسمتهایی که محل چسبانیدن دو سطح به یکدیگر دیده نمی‌شود می‌توان نوار چسب معمولی به‌کار برد. ولی کلاً چسبهای غیرحلال آبی مناسب هستند.

۶ــ دستگاه برش: اشخاصی مانند عکاسان که به برش کاغذ و مقوا نیاز بیش‌تری دارند از دستگاههای کوچک برش استفاده می‌کنند. سازندگان ماکت هم به این قبیل دستگاههای برش دستی نیازمندند. این دستگاه، کاغذ و مقوا را به‌راحتی می‌برد و به‌سرعت کار می‌افزاید و نیز زاویه‌های صفحات بریده قائمه هستند و با استفاده از خط‌کش مدرّجی که روی دستگاه نصب شده است نیاز به اندازه‌گیری مجدّد، از میان می‌رود. برای برش کاغذ و مقوا دستگاههای بزرگ برقی هم وجود دارند ولی درماکت‌سازی وجود یک دستگاه سادهٔ غیربرقی، کافی است.

۷ــ وسایل جانبی: گونیا، خط‌کشِ مدرج، مداد پاک‌کن، پرگار، پرگار گردبر، مداد، سنباده با درجات زبری متفاوت و وسایل دیگری که در کارهای مقوایی و کاغذی، مورد نیاز است.

شکل ۱۵ــ ابزار سادهٔ ماکت‌سازی

نمونه‌ای از حجم‌سازی با مقوا را در تصاویر زیر می‌بینید.

شکل ۱۶ــ مراحل ساختن حجم با مقوا (گستردهٔ یک حجم چندوجهی)

شکل ۱۷ــ مراحل ساختن حجم با مقوا (تا شدهٔ حجم مقوایی چندوجهی)

شکل ۱۸ــ مراحل ساختن حجم با مقوا (مراحل تکمیلی چسبانیدن حجم)

در اینجا برخی نکات را که هنگام کار با مقوا باید رعایت شوند با هم مرور می‌کنیم :

تا آنجا که ممکن است برای تمیزی و نظافت کار، باید از به‌کاربردن چسب خودداری کرد. برش و خط انداختن (فشرده یک بخش از مقوا با ابزاری نازک و کُند مانند پشت تیغه چاقو که باعث تأثیرپذیری مقوا و درنتیجه تاشدن آن می‌شود.) روی مقوا از روشهای متداول ماکت‌سازان است که با پیش‌بینی و آزمایش و دقت یک بخش از حجم را می‌سازند. در برش مقوا، تا ممکن است از تیزبر مخصوص برش (کاتر) استفاده می‌کنند زیرا قیچی، مقوا را با دقت و به صافی تیزبُر نمی‌برد. تیزبر، برشهای منحنی را نیز عملی می‌سازد. در این کار می‌توان مقوا را حرکت داد و تیزبر را ثابت نگه‌داشت یعنی با یک دست تیزبر را محکم نگه‌می‌دارند و با دست دیگر، مقوا را از زیر تیغ تیزبر عبور می‌دهند. روش برش مقوا با این وسیله، بدین‌ترتیب است که ابتدا با تیزبر روی مقوا خط می‌اندازند، پس از مشخص ساختن محل برش، با خطّ مقدماتی، با فشاری مؤثر مقوا را می‌برند. برای خط انداختن اولیه بر روی مقوا، می‌توان از چاقوهای کند استفاده کرد تا برش کامل مقوا صورت نگیرد. ایجاد خطوط مقدماتی برای این است که محل خط‌خورده در صورت نیاز به تاکردن مقوا در برخی قسمتها کاملاً بریده نشود و کار تمیز و منظم صورت گیرد. فشار روی چاقو الزاماً باید متناسب با کاری باشد که می‌خواهیم انجام دهیم. یعنی باید بدانیم که می‌خواهیم خط بیندازیم یا کاملاً ببریم. برای تشخیص میزان فشار لازم، می‌توان قبلاً روی قطعه‌ای مقوایی به‌طور آزمایشی، میزان فشارها را بررسی کرد. خط محل تا کردن را معمولاً از پشت مقوا می‌کشند. مقواهای تا شده، مقاومت بیش‌تری دارند. پرگارهای گردبر که در یک بازوی آنها تیزبری نصب است نیز برای برش دایره‌ها بسیار مناسب‌اند. تیزبُر زاویه‌بر، برای برش مقواهای ضخیم کارآیی دارد. برشی که این تیزبُر ایجاد می‌کند ۴۵ درجه است که پس از برش، اگر دو لب بریده شده را کنار هم قرار دهیم زاویهٔ تیز و مطلوبی خواهیم داشت.

برای ساختن اغلب احجام مسطح، خم کردن و تازدن مقوا، ساده‌ترین راه است. پس از این نوبت به برش و سرهم‌بندی قطعات در کنار یکدیگر می‌رسد که نتیجه‌ای مطلوب را به‌دست می‌دهد. فقط می‌بایست در این شیوه دقت، ظرافت و حوصلهٔ بیش‌تری را به‌خرج بدهیم.

چسب و کاغذ پاپیه‌ماشه[1]: در ماکت‌سازی برای بخشی از قسمتها معمولاً از این روش زیاد استفاده می‌شود. پاپیه‌ماشه، ترکیبی از خمیر کاغذ یا نوارهای روزنامه، سریشم حیوانی و یا سریشم گندم می‌باشد و برای این‌که قطعهٔ موردنظر بادوام‌تر باشد سطوح پایانی آن‌را با انواعی از رزین و پارچه و یا با پشم شیشه و رزین پلی‌استر می‌پوشانند. روش دیگر ساخت پاپیه‌ماشه، به این شکل است که کاغذکاهی را داخل آب ریخته، حرارت می‌دهیم و سپس آنها را تکه‌تکه می‌کنیم تا به قطعات ریزی تقسیم شود. چسب کاغذ دیواری را داخل آب می‌ریزیم تا حل شود. کاغذها را با دست فشار داده، آب آنها را می‌گیریم و آنها را داخل چسب می‌ریزیم تا آغشته به‌چسب شوند و سپس بیرون آورده داخل قالب قرار می‌دهیم. جنس قالب می‌تواند از گچ، شیشه، چوب یا هر مادهٔ دیگری باشد. سطح قالب می‌بایست با مادهٔ جداکننده‌ای مثل وازلین یا مایع ظرفشویی آغشته شده باشد تا کاغذها به قالب نچسبند. پس از خشک شدن و شکل‌گیری نهایی، کار ساخته شده را بیرون آورده، در صورت نیاز سطح آنها را بتونه می‌کنیم و پس از خشک‌شدن آن‌را سنباده می‌زنیم. سپس با رنگ روغن یا

۱ــ **پاپیه‌ماشه:** تکنیک ترکیب چسب و مواد سلولزی مثل کاغذ است که در ساخت قطعات پوسته‌ای کاربرد دارد. (پاپیه‌ماشه در اصل، کلمه‌ای فرانسوی است و نام یکی از هنرهای سنتی آنجاست.) Papier mache

رنگهای تینری و یا الکلی رنگ‌آمیزی می‌نماییم.

نکته: در پاپیه‌ماشه به‌جای چسب کاغذدیواری، از چسب سرد نجاری نیز استفاده می‌شود. چسب نجاری استحکام بیش‌تری به‌کار می‌دهد، اما دیرتر خشک می‌شود. ولی در ساخت «مدل» از چسب گرم نجاری هم استفاده می‌شود که استحکام بیش‌تری دارد.

۱ــ زدن مادهٔ جداکننده به مدل

۲ــ ساختن چسب سریشم

۳ــ گذاردن لایه‌های دستمال کاغذی روی هم با چسب سریشم

۴ــ خروج قطعه از روی مدل

۵ــ پس از خشک شدن قطعه، آن‌را آرایش می‌کنیم

۶ــ رنگ‌آمیزی مدل

۷ــ رنگ‌آمیزی نهایی و زدن مادهٔ پوشش‌دهندهٔ شفاف (کیلر)

شکل ۱۹ــ ساخت یک قطعه به شیوهٔ پاپیه‌ماشه (استفاده از خمیر کاغذ)

فوم[1] (یلوفوم[2]، بلوفوم[3]، پلاستوفوم[4])

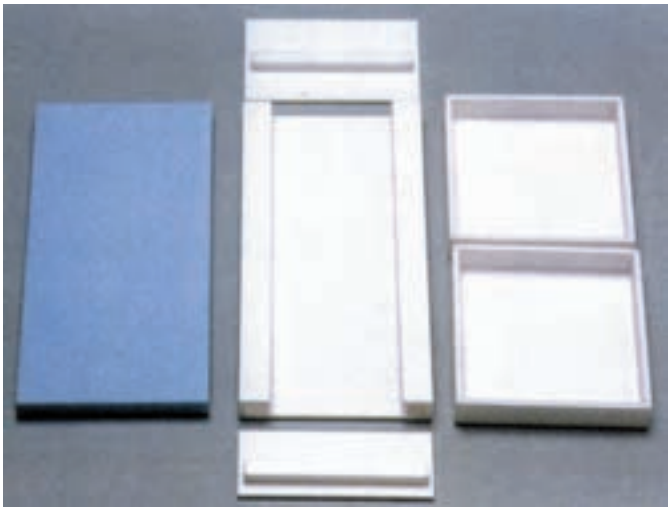
الگوهای فومی در آینده باز هم بیش‌تر گسترش پیدا خواهند کرد. وزن کم و سهولت شکل‌پذیری، استفاده از آنها را برای الگوهای بزرگ مناسب می‌کند.

فومها به دو صورت پلی‌یورتان[5] و پلاستوفوم (یونولیت) عرضه می‌شوند و به شکلهای ورقه‌ای (Sheet) یا بلوکی در دسترس‌اند و می‌توان آنها را کنده‌کاری کرد؛ سوهان زد و به‌راحتی به شکلهای بزرگ درآورد.

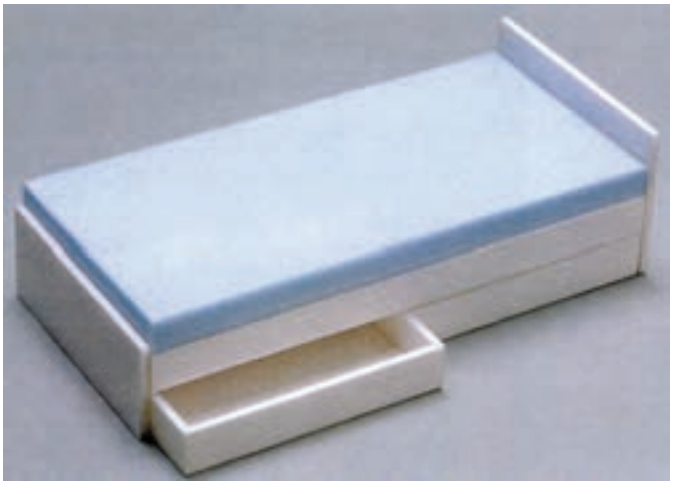
ابزار و مواد: معمولاً یک سیم المنت برندهٔ داغ الکتریکی برای بریدن پلاستوفوم و بلوفوم، کاملاً مناسب است. کاتر، سوهان، سنباده، تیغ اره و اره‌های باریک و هویه، از دیگر وسایل مناسب کار می‌باشند. ولی در حین کار می‌توان ابزارهای کارآمد دیگری نیز بنا به تناسب کار ساخت و مورد استفاده قرار داد.

فومها را می‌توان با چسب به هم چسباند. برای فومهای زرد، چسب تینری کفاشی بسیار مناسب است زیرا فوم را نمی‌خورد. ولی چون این چسب پلاستوفوم و بلوفوم را حل می‌کند برای چسباندن آنها باید از چسب مخصوص فوم و یا چسب لاتِکس[6] بهره جست. فومهای پلی‌یورتان نسبت به پلاستوفوم بافت بهتری دارند و موقعی که سطح عالی‌تری مورد نظر است از آن استفاده می‌شود.

یک مدل ساخته شده با استایروفوم و بلوفوم



شکل ۲۰ــ اجزای ماکت به ابعاد مشخص بریده شده‌اند.



شکل ۲۱ــ مدل تکمیل شده

۱ ــ Foam
۲ ــ Yellow foam
۳ ــ Blue foam
۴ ــ Plasto foam
۵ ــ Polyurethan
۶ ــ Latex

مراحل ساخت یک مدل با یلوفوم و روکش بالکلی:
در اینجا، فوم به‌عنوان شکل‌دهندهٔ کلی عمل می‌کند و سطوح نهایی با گل رس، بالکلی (نوعی خمیر نسبتاً سفت) شکل می‌گیرند و به این ترتیب قطعه، تکمیل می‌شود.

۱ــ هستهٔ فومی باید کوچک‌تر از اندازه نهایی انتخاب شود.

۲ــ بسیار حساب شده، حجم را پوشش دهید.

۳ــ با استفاده از یک تیغه حجم را در راستای انحناها بتراشید.

۴ــ سطح مدل را با یک لیسهٔ پلاستیکی نرم صاف کنید.

۵ــ از انگشتان خود برای ترمیم بعضی از قسمتها و همچنین کنترل استفاده کنید.

۶ــ مدل تکمیل شده

شکل ۲۲

فومها، به شکل مایع و جامد، و در حالت بلوکی و ورقه‌ای در دسترس‌اند. در حالت مایع به‌صورت سیستم دو قسمتی‌اند مثل اورتانها، که از دو بخش پلیول[1] و ایزوسیانات[2] با نسبتهای تقریباً مساوی تشکیل شده‌اند و هر قدر نسبتها تغییر یابند فوم به‌دست آمده نرمتر یا سخت‌تر خواهد شد.

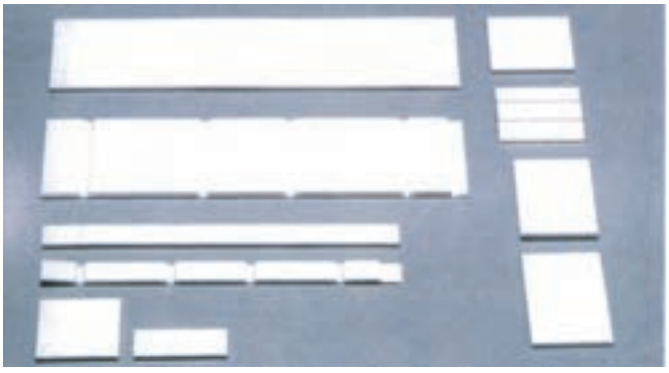
فومها هم به‌صورت سفت و هم به شکل نرم و قابل انعطاف موجوداند. بلوکهای پلاستوفومی را می‌توان با کنده‌کاری و ابزارهای دیگر شکل داد. سپس با قشری از چسب چوب یا رنگ پلاستیک آن‌را آب‌بندی کرده، بر روی لایهٔ آخر، با پشم‌شیشه و رزین پلی‌استر[3] پوشش بادوامی ایجاد نمود و یا با لایه‌ای از گچ و سپس رنگ، پوششی مناسب برای ماکتهایی که در مکانهای محفوظ نگهداری می‌شوند ایجاد کرد (گچ ضدآب و ضربه نیست). اگر قرار است که الگوهای فومی با پلی‌استر و پشم‌شیشه پوشانده شوند استفاده از اورتان نسبت به پلاستوفوم ارجحیّت دارد زیرا فوم زرد در مقابل رزین‌پلی‌استر، واکنش نشان نمی‌دهد و کاملاً مقاوم است.

اورتانهای دو قسمتی چون ابتدا مایع‌اند می‌توان به شکل ریخته‌گری آنها را درون قالبهای گچی، گلی یا پلاستیکی ریخت. (ابتدا باید سطح قالب را واکس جداکننده زد) برای رنگی شدن مخلوط، می‌توان به آن مواد رنگی افزود. پودرهای رنگی حلّال در آب نیز برای این‌کار مناسب‌اند (درنظر داشته باشید که تمامی افزودنیها را باید در پلیول ترکیب نمود).

پلاستوفومها در ماکت‌سازی کاربرد وسیعی دارند و درسختیهای مختلف عرضه می‌گردند مثل : P.30 (یعنی وزن هر مترمکعب آن 30kg است) که قیمتی ارزان دارد و در برابر رطوبت کاملاً مقاوم است. (بیش از ۲٪ رطوبت جذب نمی‌کند) ولی دربرابر اشعهٔ خورشید عمر زیادی ندارد.

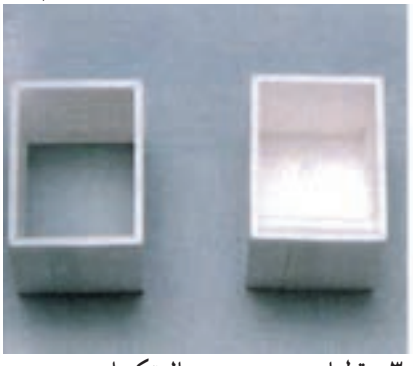
استایروفوم[4]: نوعی ماده برای ساخت ماکت است که به‌شکل دو لایه مقوا در زیر و رو با لایه‌ای فوم در وسط آن، درضخامتهای مختلف از ۳ میلیمتر به بالا ساخته و عرضه می‌شود. کار با آن ساده و سریع است. در تصاویر زیر کار با این ماده، تشریح شده است :

مراحل ساخت دو مدل با استایروفوم



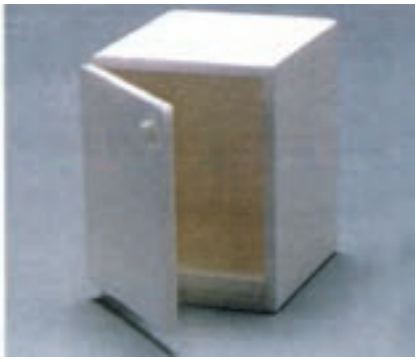
۱ــ قطعات بریده و زاویه خوردهٔ استایروفوم

۲ــ مرحلهٔ تا کردن و چسباندن یکی از مدلها



۳ــ قطعات چسبیده و در حال تکمیل

۴ــ ماکت آماده شدهٔ A



۵ــ ماکت ساخته شده با استایروفوم B

شکل ۲۳

۱ــ Polyol ۲ــ Isocyanate

۳ــ **رزین پلی‌استر:** نوعی چسب سه محلولی است که برای چسباندن الیاف مختلف به روی هم یا قالب‌گیری قطعات به‌کار می‌رود.

۴ــ Styrofoam

چوب‌پنبه: چوب‌پنبه، علاوه بر فرم استوانه‌ای، به شکل ورق نیز عرضه می‌شود و دارای ضخامتهای متفاوتی است. این ماده، سوای سبکی، به‌راحتی بریده می‌شود و به اشکال مختلف درمی‌آید. صفحات چوب‌پنبه را به سبب نرمی می‌توان به شکل منحنی ساخت و در قسمتهای مختلف ماکت نصب کرد. صفحات چوب‌پنبه با چسب چوب، چسب فوم و چسبهای تینری، به خوبی به هم می‌چسبند. ولی مدلهایی نیز مانند شکل ۲۴ خود در یک رو دارای چسب می‌باشند که کار مونتاژ را بسیار آسان می‌کند.

شکل ۲۴ ــ استفاده از ورقهای چوب‌پنبه در ساخت یک ماکت

گل‌رس و خمیرها (Clay modeling)

استفاده از گل‌رس و از قدیم علاوه‌بر ساخت محصولات، در مدل‌سازی و ماکت‌سازی نیز مورد توجه بوده است. ولی از آنجا که این ماده تا پایان کار می‌بایست مرطوب نگه داشته می‌شد، کار کردن با آن، با اِشکال مواجه بوده است. به همین سبب رفته‌رفته به‌جای آب، درخاک رس از روغن استفاده شد که خشک نمی‌شد و کار با آن تمیزتر و راحت‌تر بود. برای این منظور، ترفندهای دیگری چون اضافه کردن گُل نِی(لویی) به مخلوط گِل و یا اضافه نمودن ۳۰٪ خاک آجر پودر شده به گِل رس کاربرد داشته است. ولی استفاده از این ترفندها چندان برای کار ماکت‌سازی مطلوب نبود، از این‌رو، گِلهای روغنی ترجیح داده شد.

گل روغنی را به چند روش می‌توان ساخت که در ذیل به‌نمونه‌ای از آن اشاره می‌شود :

روغن موتور ⟵ ۵ کیلوگرم
گریس ⟵ ۲/۵ کیلوگرم
موم عسل ⟵ ۱۰ کیلوگرم
خاک رس پودر شده ⟵ ۲۲ کیلوگرم

ابتدا روغن، گریس و موم را در ظرفی فلزی حرارت می‌دهند پس از آن‌که موم‌آب شد پودر گل به محلول داغ اضافه می‌شود.

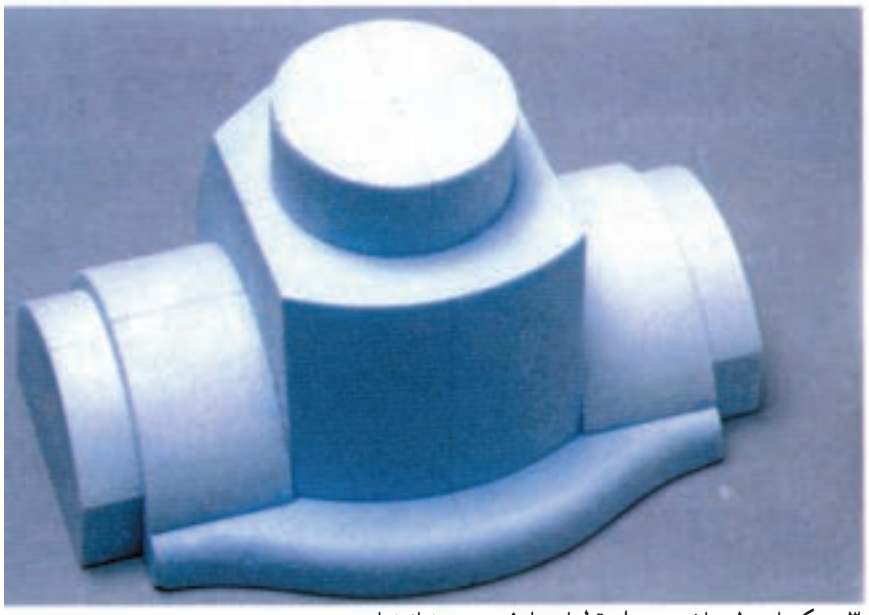
نکته: درصورتی که گل رس نرم‌تری بخواهیم باید روغن بیش‌تری به محلول اضافه کنیم و اگر به گل رس سفت‌تری نیاز داشته باشیم باید علاوه‌بر خاک‌رس بیش‌تر موم عسل هم به محلول بیفزاییم (این نوع گل را «پلاستی‌سین» نیز می‌گویند).

خمیرهای روغنی به‌خاطر سهولت کاربرد و شکل‌پذیری خوب، از مواد مطلوب در ساخت ماکتها به‌شمار می‌روند. این خمیر، در رنگهای مختلف و با سختیهای متفاوت وجود دارد که بنا به مورد استفاده می‌توان نوع مناسب آن را به‌کار گرفت. انواع دیگری از خمیر ماکت‌سازی وجود دارد که در ادامهٔ کتاب برای آشنایی شما، به آنها اشاره می‌شود.

ساخت مدل بلوفومی به روش تکمیلی با خمیر

۱ــ برش قطعات از پیش طراحی شده از بلوفوم

۲ــ مونتاژ قطعات فومی ساخته شده



۳ــ تکمیل مدل ساخته شده از قطعات بلوفوم ــ مونتاژ نهایی

۴ــ از چسب چوب برای آستر و استحکام رویه استفاده کنید.

۵ــ هسته بلوفومی را روی یک صفحهٔ پلاستیکی ثابت کنید.

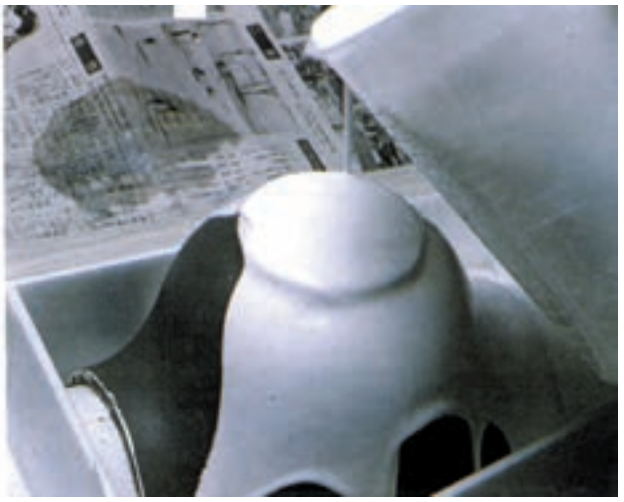
۶ــ خمیر روغنی (خمیر مجسمه سازی) را با دست به سطح قطعه بفشارید.

۷ــ از یک تیغهٔ پلاستیکی به ضخامت یک میلیمتر به عنوان شابلون[1] لبه‌گیری مدل استفاده کنید.

۸ ــ با یک کاردک پلاستیکی دارای انحنا، سطح مدل را صاف کنید.

۹ــ از صابون مایع برای لغزنده کردن سطح مدل تکمیل شده استفاده کنید.

۱ــ **شابلون** : وسیله‌ای ساخته شده از مقوا یا پلاستیک، چوب، فلز و امثالهم که برای بررسی، مقایسه و فرم‌دادن تهیه و به‌کار گرفته می‌شود.



۱۰ــ گچی را که از قبل آماده کرده‌اید روی سطح مدل قاب شده بریزید.

۱۱ــ با استفاده از کاردک گچ ریخته شده در قالب را یک‌دست کنید.

۱۲ــ پس ازخشک شدن قالب گچی، آن را با اندکی حرکت دادن از روی مدل بردارید.

۱۳ــ زبریهای سطح قالب گچی را پس از خشک شدن گچ با سنباده برطرف کنید.

۱۴ــ مرحلهٔ ایجاد لایهٔ جداکننده سطح داخلی قالب را برای جدا شدن به صابون مایع آغشته کنید.

۱۵ــ درون قالب آماده شده که مادهٔ جدا کننده خورده، گچ بریزید.

۱۶ــ گچ را درون قالب یک‌دست کنید.

۱۷ــ با یک تیغهٔ فلزی مناسب سطوح اضافی را بتراشید.

۱۸ــ قبل از آن‌که گچ به‌طور کامل سفت شود با تیغه‌ای کمانی شکل و دندانه‌دار، سطوح ناخواسته را بتراشید.

۱۹ــ پس از گرفتن گچ، با چکش به آرامی و با دقت قالب را شکسته و قطعه را خارج سازید.

۲۰ــ سطح خارجی قطعه را پس از خشک‌شدن به آرامی با یک تکه سنباده بسایید.

۲۱ــ سطوح داخلی لازم کاربردی را صاف کنید.

۲۲ــ لبهٔ قطعه را بررسی کنید و مطمئن شوید بقیه اجزای مدل به خوبی با آن جفت می‌شوند.

۲۳ــ قطعه تکمیل شده

شکل ۲۵ــ در این شکلها می‌بینیم که هسته یک ماکت از بلوفوم و روکش خمیر برای قالبگیری با گچ و سپس ساخت قطعهٔ گچی چه مراحلی را طی می‌نماید.

بالکلی (Boleclay)

خمیری غیرچرب است که با سختیهای مختلف در دسترس می‌باشد و برای ساخت ماکت و مدل، کاربرد وسیعی دارد. انواع دیگر آن با نامهای، Deltaclay، Alfaclay و معمولاً در رنگهای قهوه‌ای مایل به قرمز یا گل ماشی و به شکل استوانه یا مکعب‌مستطیلهای نیم‌کیلویی یا بزرگ‌تر، به فروش می‌رسد.

مراحل ساخت یک مدل با بالکلی

۱ــ فرم اولیه مدل با حجمی از بالکلی

۲ــ مشخص نمودن تقریبی خطوط اصلی مدل

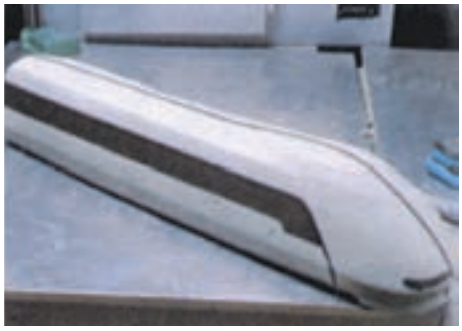
۳ــ با استفاده از راهنمایی خطوط، مدل برای رسیدن به طرح نهایی تراشیده می‌شود.

۴ــ برای اطمینان از تراز بودن خطوط روی مدل از وسیله‌ای شبیه آنچه در شکل آمده است استفاده می‌شود. (کولیس پایه‌دار)

۵ــ به‌طور متناوب تقارن سطوح مدل بررسی و تراشیده می‌شود.

۶ــ در این تصویر، رخ مدل به‌وسیلهٔ ابزار پرداخت نهایی و کار می‌شود.

۷ــ با استفاده از زه‌وار خطوط اصلی روی مدل اجرا می‌گردد.



۸ ــ با قرار دادن یک صفحه رنگی، پنجره‌های مدل ساخته شده است.

۹ــ مدل تکمیل شده

شکل ۲۶ــ مراحل ساخت یک ماکت از جنس خمیر بالکلی نرم ومشمع‌های رنگیِ کشی

ابزار مدل‌سازی (Modeling Tools)

ابزار مختلفی برای باربرداری از گل و خمیر به‌کار می‌رود که سفتی مواد و شکل مدلها، ابزار باربرداری آنها متفاوت است. در کار مدل‌سازی استفاده از انواع خط‌کشها، سوهانها، منحنی‌یابها، شابلونها و... رایج است. لیکن این نوع خمیرها را بسته به وسعت سطح و سختیشان با ابزار و آلات دستی مثل تیغها و تراشنده‌ها و نوع سخت آن را با ابزار و دستگاههای بزرگ ماشینی، تراشیده و شکل می‌دهند. از حرارت هم برای نرم کردن و سهولت شکل‌پذیری استفاده می‌شود منابع حرارتی یا به‌صورت فرهای ثابت هستند و یا به‌صورت سشوارهای صنعتی و دستی. فرهای ثابت دمایی بین ۸۰ــ۴۰۰ درجهٔ سانتیگراد دارند و در ابعاد مختلفی طراحی و ساخته شده‌اند.

۱ــ ابزار سیمی برندهٔ گل و خمیر ۲ــ ابزار تسمه‌ای تراشنده گچ و بالکلی (یک روی آن تیز و روی دیگر آن، اره‌ای شکل است.)
۳ــ کارد مدل‌سازی (برای گذاشتن گچ، گل و خمیر) ۴ــ لیسه ۵ــ لیسهٔ لاستیکی برای ایجاد قوسهای مختلف ۶ــ گونیای فلزی

شکل ۲۷ــ برخی از ابزارهای مدلسازی کار بر روی خمیرهای نرم و سفت

گچ

ماکتهای گچی نسبت به سایر ماکتها سابقهٔ بیش‌تری دارند. ولی ماکت‌سازان فعلی، با این تکنیک، کمتر آشنا هستند. درگذشته، ابتدا طرح را با گل می‌ساختند و سپس از ماکت گلی، قالب گچی می‌گرفتند. معمولاً زمانی از ماکت گچی استفاده می‌شود که ساختن آن با مصالح دیگر، مشکل و یا غیرعملی باشد.

گچ، برای ساختن احجام بزرگ و ساده مناسب است. این ماده، یکی از شکل‌پذیرترین و ارزان‌ترین مواد است و برای ماکتی که در فضای بسته نگهداری می‌شود بسیار مناسب می‌باشد. این امتیازات، به‌علاوهٔ کاربرد آسان و نیاز به وسایل اندک، آن را به‌ماده‌ای مطلوب بدل کرده است. در کارهای بزرگ، گچ ساخته شده را با دست به‌کار می‌مالند و نسبت گچ و آب ممکن است تغییر کند. اگر مقدار آب کمتر باشد استحکام گچ افزایش پیدا می‌کند. اگر قرار است که سطح کار سنباده زده شود تا سطح نهایی صافی به‌دست آید، گچ نرم مطلوب‌تر است. در این‌صورت، مخلوطی که در نهایت به‌کار می‌رود دارای آب بیش‌تری است. هر نوع افزایش لایه به سطوح قبلی را باید با ترکیب مخلوط گچ و آب به‌همان نسبتی که برای آخرین لایه پوشش سطح به‌کار رفته، تهیه نمود. لایه‌کشی با مخلوطی که آب کمتری دارد باعث ایجاد نقطه‌هایی خواهد شد که غالباً با سنباده صاف نمی‌شود و صافی سطح نهایی در پایان به‌صورت صاف و یکنواخت درنمی‌آید و مهم‌تر آن‌که، اگر میزان آب در دفعات مختلف تغییر یابد، هنگام تراشیدن، باربرداری از لایه‌های مختلف به یک اندازه انجام نمی‌شود و درنتیجه سطح مورد نظر پله‌ای یا دارای پستی و بلندی خواهد شد.

۱ــ مدل مورد نظر، روی چرخ ساخته می‌شود.

۲ــ در این مرحله، حدّ بالای مدل مشخص می‌شود.

۳ــ بالای مدل تا زمانی که به فرم مطلوب برسد به این طریق تراشیده می‌شود.

۴ــ قطعه به صورتی که می‌بینید برای بریدن کامل آماده می‌شود.

۵ــ مدل از روی چرخ، جدا می‌شود. و به این ترتیب مرحلهٔ اوّل به پایان می‌رسد.

۶ــ اندازه‌ها در هر لحظه کنترل می‌شوند. مرحلهٔ دوّم ساخت آغاز می‌شود.

۷ــ قسمت دیگری از مدل با استفاده از یک تکیه‌گاه ساخته می‌شود.

۸ــ تراش داخلی با استفاده از تکیه‌گاه

۹ــ مشخص کردن ارتفاع دقیق

۱۰ــ مرحلهٔ جدا شدن قطعه و پایان مرحلهٔ دوّم

۱۱ــ ساخت یک پایه برای ایجاد یک مدل روی آن و آغاز مرحلهٔ سوّم

۱۲ــ مرحلهٔ زدن مایع جدا کننده برای گذاردن گچ روی پایهٔ ساخته شده

۱۳ــ گچ گذاری روی پایه ــ تراشیدن و اندازه‌گیری برای تراشهای بعدی

۱۴ــ تراش گچ گذارده‌شده روی پایهٔ مایع جدا کننده خورده

۱۵ــ ایجاد انحنا ــ میزان انحنای لبهٔ کار با شابلون بررسی می‌شود.

۱۶ــ سنباده زدن انحنا و نهایی‌کردن

۱۷ــ قطعه از روی چرخ جدا می‌شود.

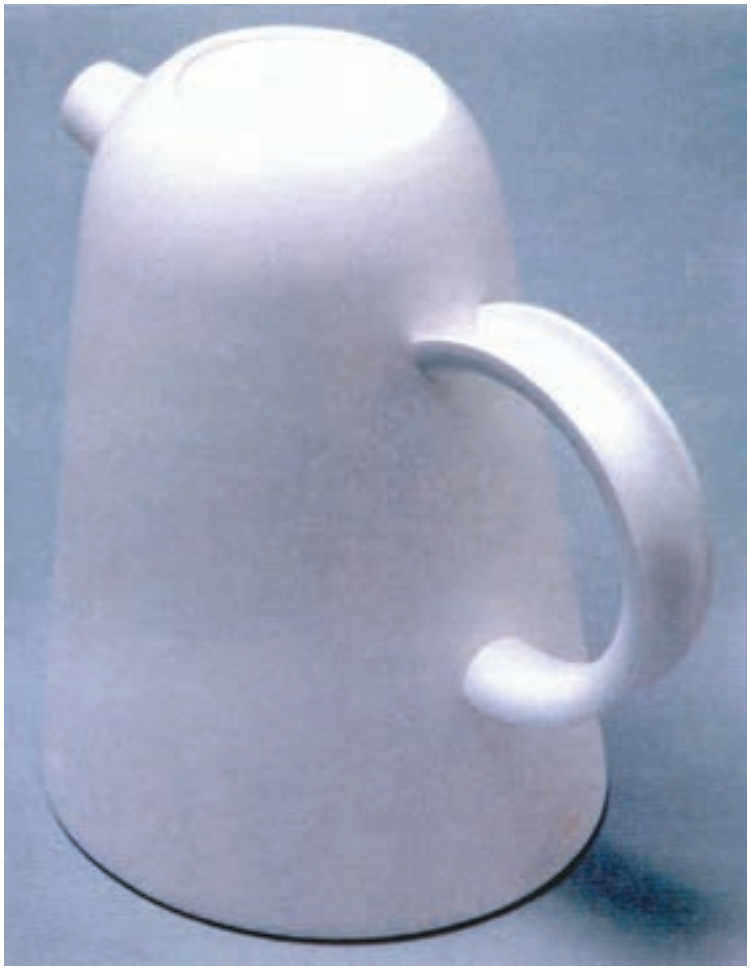
۱۸ــ اندازهٔ خواسته‌شده روی رینگ گچی مشخص می‌گردد.

۱۹ــ قسمتی که مورد نیاز است به دقت بریده می‌شود.

(پایان مرحلهٔ سوّم)

۲۰ــ ایجاد سوراخ و پین‌گذاری برای اتصال قطعهٔ الحاقی (مرحلهٔ چهارم ــ مونتاژ)

۲۱ــ نصب قطعات مختلف به‌وسیلهٔ چسب چوب یا لاتکس انجام می‌گیرد.



۲۲ــ مدل تکمیل شده (مرحلهٔ ارائه)

شکل ۲۸ــ مراحل مختلف ساخت یک مدل گچی

در کاربرد گچ، لایه‌های گچ باید یکنواخت باشند تا شکل، به آهستگی کامل شود. برای دست یافتن به نتیجهٔ مطلوب، قبل از ریختن یا کشیدن لایهٔ بعد، می‌باید لایهٔ قبلی را کمی زیر سازیم و فقط لایهٔ آخر را صاف درمی‌آوریم. در موقع اضافه کردن هرلایه، اگر لایهٔ زیر خشک شده است، باید آن را مرطوب کرد.

نکته: برخی مواد مثل کربناتها و سیلیکاتها باعث تأخیر در گیرش قالب یا قطعه گچی می‌شوند (در قدیم از چسبهای سیلیکات سدیم یا چسبهای محلول در آب و یا ریشهٔ گل ختمی، برای تأخیر گیرش گچ استفاده می‌کرده‌اند و اگر قرار بود گچ زود بسته شود از محلول آب گرم و نمک‌طعام، بوراکس یا زاج استفاده می‌شده است).

طرز کار با گچ: بهتر است برای ساخت گچ از ظروف لاستیکی یا پلاستیکی استفاده شود. ابتدا ظرف را تا نیمه آب بریزید. گچ را کم‌کم در یک نقطه به آب اضافه کنید. به‌قدری گچ به آب اضافه کنید که کمی از آب بالا بزند. پس از چند لحظه آن را با دست به هم بزنید تا کاملاً مخلوط شود. به‌خاطر داشته باشید که اگر گچ را زیاد به هم بزنید اصطلاحاً «کشته» شده و دیگر سفت نخواهد شد. کمی صبر کنید تا گچ، آرام آرام سفت شده و به اصطلاح ببندد. وقتی گچ به شکل خمیری نرم درآمد آن‌را روی کار بکشید.

انواع مهم گچ مورد استفاده در ماکت‌سازی

گچ دندانپزشکی یا ژیپسیت: این گچ را می‌توان با هم‌زدن رقیق کرد و با یک قلم‌مو به‌کار گرفت. قلم‌مو باید تمیز باشد و به‌طور مکرر آب کشیده شود تا گچ در آن، خود را نبندد. پاشیدن گچ را هم می‌توان با یک اسپری انجام داد. سنگ مخصوص این گچ را از معدن به کارخانه می‌آورند ؛ خرد می‌کنند و در کوره با حرارت ۱۸۰ درجهٔ سانتیگراد می‌پزند و سپس آسیاب کرده، بسته‌بندی می‌نمایند. این گچ با نام «گچ ژیپس» در بازار عرضه می‌گردد.

گچ مولدانو: از انواع گچ دندانپزشکی است که بسیار بادوام و محکم و به رنگ کرم نخودی می‌باشد. این گچ، پس از ۲۰ دقیقه می‌بندد و پس از نیم ساعت کاملاً محکم می‌شود و نسبت مخلوط شدن آن با آب، یک به سه حجمی یعنی یک قسمت گچ به سه قسمت آب مخلوط می‌باشد. یکی از خصوصیّات این گچ آن است که هرقدر آب به آن اضافه کنیم و به هم بزنیم، کُشته نمی‌شود.

مقاوم کردن ماکتهای ساخته شده با گچ: به منظور مقاوم‌شدن ماکتهای گچی می‌توانیم روی آن را یک لایهٔ رزین اسپری نماییم. در قدیم روشهای دیگری برای محکم کردن به‌کار می‌رفت که هر چند مشکل بود ولی نتیجهٔ خوبی را عاید می‌کرد. در زیر، دو نوع آن برای آشنایی ذکر می‌شود :

روش اول: ماکت گچی را داخل فر اجاق‌گاز قرار داده، حرارت آن را به ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجهٔ سانتیگراد می‌رسانیم تا آبهای موجود در درون ماکت خارج گردد. سپس آن را بیرون آورده، در محلول گرم هیدرات باریم غوطه‌ور می‌کنیم.

هرچه مدت غوطه‌ور شدن بیش‌تر باشد به همان اندازه درجهٔ استحکام آن زیادتر می‌گردد. پس از مدتی، حجم را بیرون آورده با پارچهٔ نرم مالش می‌دهیم و بعد آن را در محلول اسید اگزالیک (آب اکسیژنه) ۱۰درصد (۱۰ قسمت اسید و ۹۰ قسمت آب) فرو می‌بریم. پس از مدتی، آن را بیرون آورده، خشک می‌کنیم و بعد با پارچهٔ نرمی آن‌را پولیش می‌دهیم. در این مرحله، سطح آن استحکام سطح سنگ مرمر را پیدا می‌کند و در مقابل آب و رطوبت مقاوم می‌گردد. برای رنگ کردن با سولفاتها باید آن را پس از این‌که از فر بیرون آوردیم در محلول سولفات آهن (زاج سبز) و یا محلول سولفات مس (کاد کبود) و یا در محلول سولفات کروم فرو ببریم سپس به‌ترتیب در محلول هیدرات باریم و اسید اگزالیک غوطه‌ور کنیم.

روش دوم: ابتدا، مقداری اسیدبوریک که به‌صورت پودر سفید رنگ موجود است از فروشندگان مواد شیمیایی یا لوازم طلاسازی تهیه نموده، آن‌را در آب گرم حل می‌کنیم. اسیدبوریک در آب حل نمی‌شود مگر این‌که مقداری آمونیاک به آب اضافه کنیم. پس از این‌کار، ماکت را در محلول غوطه‌ور می‌سازیم و یا با ظرفی به شکل ملاقه، محلول را روی آن می‌ریزیم و پس از خشک شدن با پارچه نرمی مالش می‌دهیم تا صیقلی شود. محلول بالا را می‌توانید در موقع ساختن گچ به آن اضافه کنید. در این روش، اگر مقدار آمونیاک زیاد باشد گچ نمی‌بندد.

گچ، دارای خواص مختلفی است که از آن جمله می‌توان به ازدیاد حجم آن در موقع بستن، به میزان یک درصد و کاهش حجم آن پس از سفت شدن اشاره کرد. همچنین گچ پس از

خشک شدن کامل هر نوع رنگی را روی خود می‌پذیرد.

چوب

چوب، ماده‌ای است که قدمت آن با سابقهٔ زندگی بشر برروی کره خاکی برابری می‌کند. این مادهٔ اولیه در اکثر نقاط دنیا یافت می‌شود. چوبها در برابر رطوبت و دمای مختلف تغییر حجم می‌دهند. چوبهای مقاوم معمولاً سنگین هستند از این‌رو، وزن ماکت زیاد و غیرقابل حمل می‌شود و یا این‌که ماکت، پیچیدگی پیدا می‌کند.

شکل ۲۹ــ ماکت میز کار ــ ساخته شده با مقوا

شکل ۳۰ــ ماکت کشو ــ ساخته شده با استایروفوم ــ بلوفوم و روکش پشت چسبدار چوب

در ماکت‌سازی با چوب، معمولاً از تخته‌های خیلی نازک (روکشها) استفاده می‌شود که آنها را مانند مقوا، با تیغ و چاقو و حتی قیچی می‌توان برید. مانند چوب بالسا که از نمونه‌های پُرکاربرد در ماکت‌سازی است، این چوب از درختی به‌نام Ochroma به‌دست می‌آید و در ضمن، سبک‌ترین چوب تجاری است ؛ دارای استحکام، سفتی و فرم‌پذیری با ابزاردستی است و به رنگهای سفید تا زرد روشن و قهوه‌ای ملایم دیده می‌شود و معمولاً در قطعات بسیار ظریف صنعتی مثل دیواره‌سازی داخل هواپیما و انواع ماکتها به‌کار می‌رود. استفاده از این چوب ماکت را سبک نموده و سبب تابیدگی هم نمی‌شود.

چوب ماهون، چوبی نرم و یک‌دست است و برای تراشیدن بسیار مناسب می‌باشد. در صورت دسترسی نداشتن به چوب ماهون، از چوب گلابی استفاده می‌شود که البته چوبی سفت است. در ساخت ماکت، از به‌کار بردن چوب کاج و سرو آزاد و صنوبر و یا هر درختی که صمغ دارد احتراز کنید و درنظر داشته باشید چوبی را که تهیه می‌کنید کاملاً خشک شده باشد.

ابزار کار با چوب: تقریباً ابزارهایی که برای کار با مقوا از آنها نام برده شد، جواب‌گوی کار با چوب نیز هستند. فقط چند ابزار دیگر نیز باید به آنها اضافه کرد مثل : مغار، اسکنه، رنده و....

نارساییهای چوب

۱ــ ترک خوردن: این نارسایی در موقع خشک شدن چوب به‌وجود می‌آید.

۲ــ آسیب‌پذیری چوب در مقابل موریانه: سبب پوکی چوب به مرور زمان می‌شود.

۳ــ تغییر فرم‌های ناخواسته چوب: انبساط و انقباض ابعاد چوب در برابر هواهای با رطوبت متفاوت سبب تغییر شکل ظاهری آن می‌گردد.

امتیازات عمدهٔ چوب

۱ــ فرم‌پذیری چوب

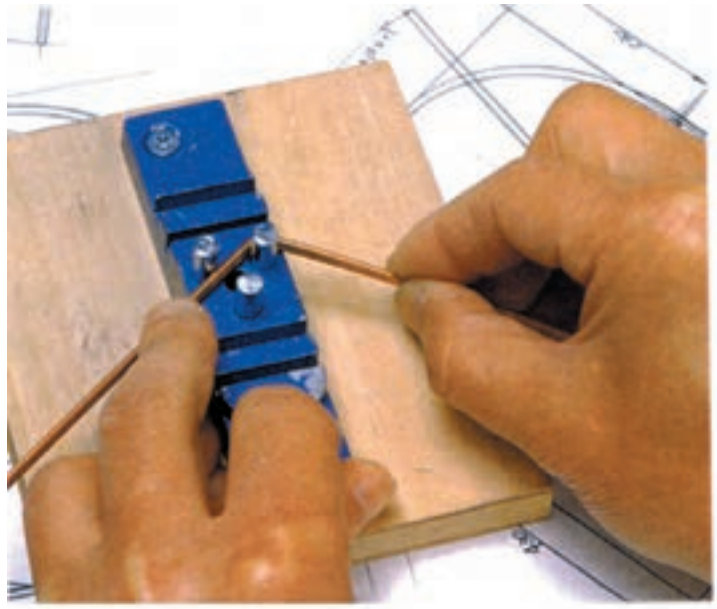
۲ــ برش خوردن راحت

فورمیکا: فیبری‌ست که روی آن‌را لایه‌ای از رزینهای فنولیک یا ملامین کشیده‌اند و یا کلاً از این جنس با پرکنندهٔ چوبی در لایهٔ زیرین می‌باشد و در بافتها و رنگهای متفاوتی دیده می‌شود و بیش‌تر برای ماکتهایی با سطح نهایی پردوام که سطح صاف و صیقلی دارند به‌کار برده می‌شود.

چوب با روکش پلی‌استر: اگر به سطح شفاف و یک‌دست نیاز داشته باشیم و کل سطح ما نیز مسطّح باشد می‌توان از لایهٔ قابل پاشش رزین پلی‌استر استفاده کرد که با ضخامت تا چهار میلیمتر نیز وجود دارد و سطح کار را شیشه‌ای و غیرقابل نفوذ می‌کند. پلی‌استر با پاششی می‌تواند شفاف و بی‌رنگ و یا رنگی باشد. قابلیت سنباده و پولیش خوردن بعدی را داشته و سطحی مناسب را برای ساخت صفحه شاسیهای خوب و ماندگار به ما می‌دهد.

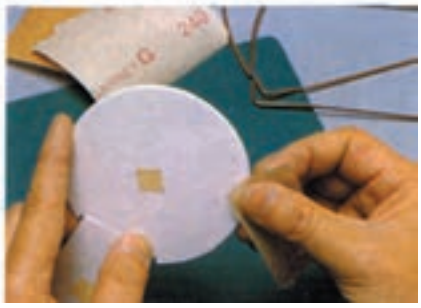
صفحات فلزی

استفاده از هر ماده‌ای که ما را در رسیدن به فرم مورد نظر برای بهتر و واقعی‌تر نشان دادن ماکت یاری دهد کاملاً صحیح و بجاست. مواردی پیش می‌آید که اگر از صفحات، میله‌ها و قطعات فلزی در کار استفاده شود، هم جلوهٔ نمایشی بهتری دارد و هم این‌که نوعِ اتصال، تا کردن و پرس کردن روی هم می‌تواند راحت‌تر و سریع‌تر و بهتر انجام پذیرد. قطعات فلزی را می‌توان با چسب، لَحیم، اتصالات موقت و حتی با جوشهای مقاومتی (نقطه جوش)، جوش الکتریکی و جوش هواگاز به هم متصل کرد و نتیجهٔ مناسبی را از این کار به‌دست آورد. این تجربه و سلیقهٔ ماکت‌ساز است که می‌تواند به یاری او شتافته، او را در انتخاب اتصالات مناسب یاری دهد.

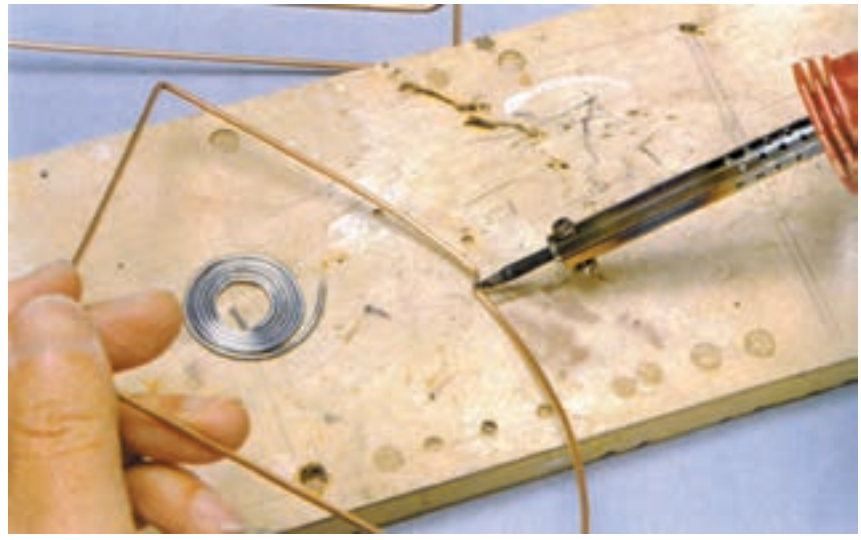


۱ــ از یک «قید کوچک» یا انبردست، برای خم کردن مفتول استفاده می‌شود.

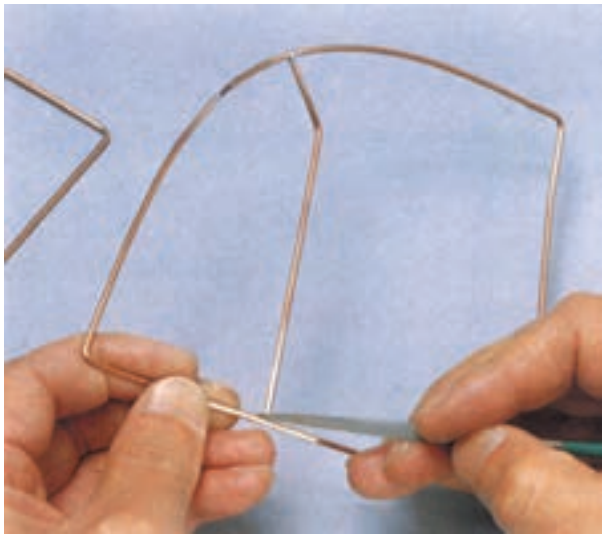
۲ــ خمها با نقشه تطبیق داده می‌شود و در صورت لزوم اصلاح می‌گردد.



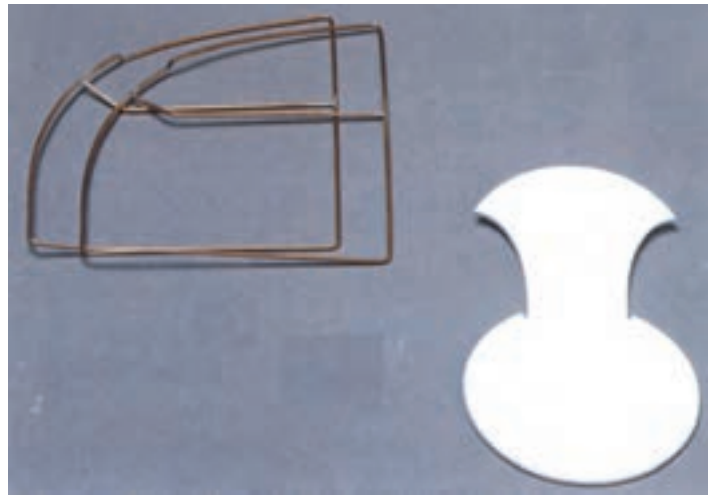
۳ــ اطراف مقوای بریده شده با سنباده به‌طور کامل صاف می‌شود.



۴ــ در جاهایی که نیاز است از لحیم‌کاری استفاده می‌شود.



۵ــ اضافه‌های لحیم با سوهان زدوده می‌شود.



۶ــ قطعات، برای نصب نهایی آماده هستند.

۷ــ مدل تکمیل شده

شکل ۳۱ــ مراحل ساخت یک مدل با مفتول فلزی و مقوا

انواع مختلفی از فلزات به شکل ورق، میله، لوله و اشکال دیگر وجود دارد که به مهم‌ترین آنها از نظر جنس، اشاره می‌نماییم :

۱ــ آهنی یا فولادی

الف ــ با سطح سیاه: قابلیت لحیم‌کاری، جوشکاری و چسبانیدن

ب ــ با سطح نقره‌ای گالوانیزه: قابلیت جوشکاری (نقطه‌جوش، هواگاز) و چسبانیدن (پس از سنباده خوردن سطح)

ج ــ با سطح نقره‌ای براق استاینلس استیل[1]: قابلیت چسبانیدن (پس از زبر شدن سطح محل اتصال با سنباده و استفاده از چسب اپوکسی[2] مخصوص)

گفتنی است که اتصالات موقت مثل پیچ و پرچ و پین و یا اتصالات فیزیکی دیگر مثل تا کردن و پرس کردن لبه‌ها روی هم و نظایر آن در روی تمامی فلزات قابل اجراست.

۲ــ آلیاژ با پایهٔ مس

الف ــ برنج (مس و روی) با سطح طلایی نقره‌ای: قابلیت لحیم‌کاری، جوش هواگاز و چسبانیدن

ب ــ برنز (مس و قلع) با سطح طلایی زرد: قابلیت لحیم‌کاری، جوش هواگاز و چسبانیدن

۳ــ آلومینیوم

با سطح نقره‌ای مات: قابلیت چسبانیدن (پس از زبر کردن سطح اتصال)

تمامی فلزات، به غیر از فلزات با سطوح استاینلس استیل و گالوانیزه، پس از مدتی کدر می‌شوند. از این‌رو، بهتر است پس از پولیش‌کاری، یک پوشش محافظ لاکی مثل کیلر، پلی‌اورتان، اپوکسی یا پلی‌استر روی آنها پاشیده شود تا از اکسید شدنشان جلوگیری نماید.

فایبرگلاس[3]

اگرساخت ماکتهایی با دوام بالا مطلوب باشد که در عین حال، ضدآب، مقاوم و سبک هم باشند، (مثل برخی از ماکتهای توپوگرافی) بهترین راه، استفاده از فایبرگلاس است.

روش کار به این شکل است که ابتدا ماکت را با جنسی مثل خمیر می‌سازند. سپس از آن یک قالب گچی، پاپیه‌ماشه یا فایبرگلاس می‌گیرند و پس از اتمام کار، داخل قالب را چند لایه فایبرگلاس می‌زنند. با این کار، یک ماکت فایبرگلاسی به‌دست می‌آید.

شکل ۳۲ــ مدل پوسته‌ای با فایبرگلاس

پلی‌استر ریختگی: ممکن است بخواهیم قطعه را از جنس پلی‌استر به روش ریختگی به‌دست آوریم. انجام چنین کاری ساده است. ابتدا قالب را که می‌تواند از جنس گل خشک شده، گچ، پاپیه‌ماشه، خمیر، لاستیک یا پلاستیک باشد به مادهٔ جداکننده آغشته نموده، رزین[4] را که با کبالت و پرکننده‌ای مثل مل یا کربنات کلسیم، پودرهای رنگی و نظایر آن به همراه پِراُکسید ترکیب شده

۱ــ Stainless Steel ۲ــ Epoxy

۳ــ **فایبرگلاس** : رزین پلی استر + نفتالات کبالت (خشک‌کن) + هنگام استفاده پراکسید متیل اتیل کتون (فعال‌کننده) + لایه‌های پشم شیشه (به‌عنوان اسکلت و محکم‌کنندهٔ الیافی). [البته فایبرگلاس با رزین و الیاف دیگر هم قابل اجرا می‌باشد.]

۴ــ **رزین:** صمغ یا چسبی که امروزه بیش‌تر به‌صورت مصنوعی به‌دست می‌آید. Resin

است درون آن می‌ریزیم. در این حالت، قالب پر شده و قطعه‌ای توپر به‌دست می‌آید.

البته می‌توان با قرار دادن قطعات فوم در داخل قالب و با ثابت نگه‌داشتن آنها، قطعهٔ سبکی به‌دست آورد. پس از گذشت چند ساعت، قطعه کاملاً سخت می‌شود و آمادهٔ خروج از قالب است.

خصوصیّات فایبرگلاس

۱ــ انواع رنگها را به خود می‌گیرد.

۲ــ عایق حرارت و الکتریسیته است.

۳ــ در مقابل رطوبت مقاوم است.

۴ــ در اثر ضربه‌های شدید شکننده است و در عین حال، تعمیرپذیر است.

۵ــ روی فایبرگلاس می‌توان لایه‌های دیگری افزود.

لاتکس[1]: ماده‌ای شیرابه مانند است که در دو نوع طبیعی و صنعتی وجود دارد. آب و آمونیاک این ماده، در اثر مجاورت با هوا، تبخیر و خشک می‌شود (هواخشک) و پس از خشک‌شدن، حالتی ارتجاع‌پذیر و لاستیکی به خود می‌گیرد. از آن، برای چسباندن قطعات مختلف مثل پلاستوفومها و یا برای قالب‌گیری (قالبهای ارتجاع‌پذیر) استفاده می‌شود.

سیلیکون[2] **رابر**: ماده‌ای سفید و مایع است به سفتی عسل و از دو جزء تشکیل شده است ؛ یعنی این ماده با یک خشک‌کن (Hardner) به میزان ۲ تا ۵٪ ترکیب و پس از گذشت ۴ ساعت خشک می‌شود. پس از خشک شدن، حالتی لاستیکی و ارتجاع‌پذیر می‌یابد. به همین‌دلیل، از آن برای قالب‌گیری از قطعاتی که به‌خاطر شکل پیچیده‌شان از قالب بیرون نمی‌آیند، استفاده می‌شود. بدین شکل که قالب را کشیده، از قطعه جدا می‌نمایند.

آکریلیکها[3] (پلکسی‌گِلَس)

نکته: فرهنگ لغت «پلاستیک» را به‌عنوان ماده‌ای که قابلیت شکل‌پذیری و قالب‌ریزی دارد تعریف می‌کند و آکریلیک، پلاستیک قابل ارتجاع در برابر حرارت است.

ویژگیهای خاص آکریلیک: آکریلیک جامد، دارای خصوصیّاتی است که معمولاً آن را برای کار هنری و صنعتی مناسب می‌سازد. آکریلیک، ماده‌ای سفت و سبک است (یکی از سبک‌ترین پلاستیکها) به‌طوری که حدوداً تنها $\frac{1}{3}$ سنگینی آلومینیوم را دارد (آلومینیوم ۲/۷، پلاستیک ۱/۱). این ماده، دارای قدرت کششی بالاست و از نظر قابلیت خم شدن، با چوب قابل مقایسه است. هر چند که تنها حدود $\frac{1}{3}$ سفتی الوار ساختمانی را دارد. آکریلیک به اندازه دیگر پلاستیکهای قابل ارتجاع، در برابر حرارت مقاوم و سخت است. آکریلیک به اندازهٔ شیشه سخت نیست اما قدرت ضربه‌پذیری آن، ده تا هفده برابر بیش‌تر از شیشه است و به‌رغمِ ظاهر شکستنی و شیشه‌مانندش، در برابر ترک مقاوم است و به‌راحتی نمی‌شکند، مگر آن‌که مورد اصابت ضربه‌های محکم مستقیم قرار بگیرد. انتقال حرارت از این ماده تقریباً ۲۰٪ کمتر از شیشه‌ای با ضخامت مساوی است. آکریلیک جامد، بی‌بو و در هنگام لمس کردن گرم است و در مقابل فلزات قلیایی، روغنها، گریسها، اسیدهای غیراکسیدکننده، الکل رقیق و اکثر مواد شیمیایی خانگی مقاوم است.

آکریلیک در مقابل فرسایندگی هوا و گذشت زمان، مقاومت بالایی دارد و هنگامی که تحت تغییرات وسیع رطوبت و درجه حرارت قرار می‌گیرد تغییر ابعادی نشان نمی‌دهد. هر چند که پلاستیک شفاف ممکن است با حضور طولانی‌مدّت در معرض نور خورشید، کمی زرد شود.

آکریلیک، حتی در شعلهٔ آتش به سختی مشتعل می‌شود و هنگامی که شعله‌ور گردد به آهستگی می‌سوزد. دو نوع ورقه

۱ــ **لاتکس:** ماده‌ای شیرابه‌ای رنگ است که در دو نوع گیاهی و مصنوعی وجود دارد و در اثر مجاورت با هوا سفت می‌شود و حالتی لاستیکی و کشسان به خود می‌گیرد. از این ماده به‌عنوان چسب و مادهٔ قالب‌گیری استفاده می‌شود. Latex

۲ــ **سیلیکون:** نوع عالی این ماده به‌نام «سیلیکون رابر» معروف است که نوعی ماده شیمیایی بوده و عموماً به رنگ شیری و به غلظت عسل می‌باشد. این ماده دارای یک خشک‌کن (هاردنر) است و در شماره‌های مختلف برای کاربردهای متفاوت وجود دارد. Silicone Rubber

۳ــ **آکریلیک:** از انواع پلاستیکهای گرمانرم (نرم شونده در برابر حرارت) است که در انواع ورق و مفتول با ضخامت و رنگهای مختلف، با چند نوع درجهٔ سختی و شفافیت عرضه می‌گردد. Acrylic Resin

الف

ب

شکل ۳۳ــ ماکتهای ساخته شده با آکریلیک (پلکسی‌گلس)

آکریلیک در دسترس است : آکریلیک انقباضی و غیرانقباضی. آکریلیکهای غیرانقباضی ارزان‌تر از نوع انقباضی آن هستند و به‌همین دلیل، در جایی که حرارت نقشی ندارد یا در آن دسته عملیات دمای شکل دادن حرارتی که در آنها انقباض اهمیّت چندانی ندارد، کاربرد مناسب‌تری دارد.

آکریلیک جامد، ماده‌ای سفت و بادوام است و قابلیت ماشین‌کاری آن عالی است. این ماده را می‌توان اره، دریل و پرداخت کرد. به‌طور کلّی، کار کردن بر روی آکریلیک، همانندِ کار کردن بر روی چوب یا فلزات نرم است. علاوه بر این، آکریلیک را می‌توان با حرارت به شکل دلخواه درآورد. این ماده دارای قابلیتهای چسبندگی ویژه است، به‌طوری که، قطعات آن را می‌توان به‌صورت محکم، بدون آن‌که نقطهٔ اتصال آن مشخص باشد، چسباند. آکریلیک، رنگ را به خود می‌گیرد و در مقابل رطوبت شدیداً نفوذناپذیر است.

یکی از امتیازات مهم آن، شفاف بودن فوق‌العادهٔ آن است. از این‌رو، برای ساختن ورقهای شفّاف صنعتی، ساختمانی، تابلوها، مجسمه‌های هنری و... به‌کار می‌رود. آکریلیکها به‌صورت انواع بلوکها، ورقه‌های نازک و ضخیم، میله و لوله به شکل شفاف خالص و یا مات و کدر عرضه می‌گردند.

هنگامی که ورق آکریلیک از کارخانه خارج می‌شود در دو روی آن کاغذ پوششی چسبانیده شده است تا در طول عملیات ماشین‌کاری از ایجاد هرگونه خراش بر سطح ورق آکریلیک و کنده شدن هرگونه تراشه از لبهٔ آن، جلوگیری به‌عمل آید.

ابزار کار: انواع مته، به‌ویژه نوع کاربید تنگستنی آن، تیزبُر شکل داده شده، اره با دندانهٔ ریزتر از چوب‌بر و درشت‌تر از فلزبُر، ارّهٔ نواری دندانه ریز، ارهٔ عمود بر (چکشی) دندانه‌ریز، ارّهٔ مویی، سنگ‌سای برقی رومیزی و دستی ــ گیلانس[1] و نمدهای پرداخت‌کنندهٔ محلهای برش.

مونتاژ کردن پلاستیکها (آکریلیک)؛ چسب‌کاری آکریلیکها و چسب‌کاری سیال‌ساز

هنگامی که دو قطعه آکریلیک را به هم متصل می‌کنیم به‌یک

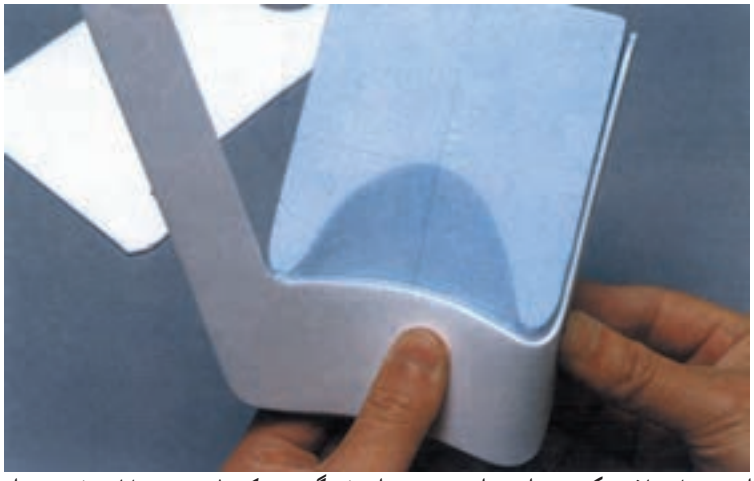
۱ــ **گیلانس:** صفحات پارچه‌ی پنبه‌ای مدور که روی هم دوخته شده و قطری حدود ۳ سانتیمتر را با دایره‌ای بین ۳۰ ــ ۲۰ سانتیمتر را تشکیل داده‌اند. این وسیله که در مرکز آن سوراخی تعبیه شده و روی شافت سنگ رومیزی بسته می‌شود، به‌وسیلهٔ واکس مخصوص، هنگام چرخش، قطعات پلاستیکی، فلزی و شیشه‌ای را پرداخت می‌نماید. Glance

چسب حلّال سیال‌ساز نیاز داریم. در این روش، در حین نفوذ و تبخیرحلّال دو قسمت نرم شده به‌طور واقعی به‌طرف هم جریان می‌یابند و به هم متصل می‌شوند. این نوع اتصال، شبیه فلز جوش‌خورده است. عوامل چسبی عبارت‌اند از : چسبهای حلال و مونومرهای قابل پلیمریزه شدن مثل دی‌کلرید اتیلن، دی‌کلرید متیلن، مونومرمتالیک متیل با چسبهای اپوکسی. عامل دیگری که ممکن است به‌کار رود کلروفرم و استن است. قطعاتی که قرار است چسبانده شوند باید سطوحی پرداخت نشده و اندکی ساییده داشته باشند و در ردیف هم قرار گیرند. برای چسبانیدن با کلروفرم، می‌باید کلروفرم را داخل یک سرنگ تزریق تمام‌پلاستیکی ریخته، در محل مورد نیاز تزریق کرد. با این کار مادهٔ چسبنده در تمامی سطح اتصال جاری شده، قطعات را به هم می‌چسباند (اتصال با واکنش موینگی).

۱ــ خطوط محیطی الگو روی ورق پلاستیکی رسم می‌شود.

۲ــ شابلون فرم‌دهنده ورق پلاستیکی را با بلوفوم می‌سازیم.

۳ــ برای به‌دست آوردن انحناها، یک کاغذ ترسیم (کالک) روی قسمتهای منحنی شابلون بلوفومی گذارده می‌شود و خطوط انحنا برای رسم گسترده مدل پلاستیکی ترسیم می‌گردد.



۴ــ قسمتهای بریده شده از ورقهای پلاستیکی پس از حرارت‌دهی، برای فرم‌گیری و کنترل، روی شابلون فومی قرار می‌گیرد.

۵ــ پس از فرم‌دهی کل یک سطح، قسمتهای مورد نظر بریده می‌شود.

۶ــ در این مرحله لبه‌های مدل پرداخت می‌شود و کار، نهایی می‌گردد.

۷ــ مدل رنگ‌آمیزی و مونتاژ می‌شود.

شکل ۳۴ــ مراحل ساخت یک مدل با ورق پلاستیکی

نحوهٔ شکل دادن به آکریلیکها: آکریلیکها را می‌توان با ماشین‌تراشهای برقی تراش داد و همچنین می‌توان با فرآیندهای حرارتی، شکل لازم را ایجاد نمود. آکریلیکها در حرارتهای مابین ۱۲۱ تا ۱۷۱ درجهٔ سانتیگراد نرم می‌شوند و در این مرحله نرمی و انعطاف‌پذیری یک ورق لاستیک را پیدا می‌کنند. در این موقع می‌توان آکریلیک را با فشار وارد قالب کرد یا روی کار کشید و یا با خلأ یا دمیدن یا با دست، آن را شکل داد.

انواع اتصالات و چسبها

مواد و مصالح گوناگون ماکت، نیاز به مواد مختلفی برای اتصال به یکدیگر دارند که در زیر برخی را گذرا و بعضی دیگر را مفصل‌تر بررسی خواهیم کرد. همان‌گونه که مستحضرید با اتصال قطعات ماکت به یکدیگر است که کل مجموعه شکل گرفته و پیکرهٔ واحد به‌وجود می‌آید.

هرچه این اتصالات، صحیح، ظریف، قوی و زیباتر باشند، کار نهایی مطلوب‌تر خواهد بود و کار دلچسب‌تر به‌نظر رسیده و از دوام بهتری نیز برخوردار خواهد شد. برای نیل بـه این منظور باید انواع اتصالات (اعم از چسب، میخ، دوخت، جوش، پیچ، پین، قفل فاق و زبانه و غیره) را شناخت و آنها را در محل خود به‌خوبی به‌کار گرفت. این حسن انتخاب و ظرافت در به‌کارگیری، همان هنر ماکت‌ساز است که این‌کار را در رستهٔ کارهای هنری جای می‌دهد.

چسبها: چسبها، انواع و اقسام مختلفی دارند ولی باید نوعی از آن را انتخاب نمود که مناسب جنس موردنظر باشد. در زیر، تعدادی از چسبهای مهم معرفی می‌شوند :

چسبهای تینری: این نوع چسب، قطعات مختلف کاغذی، چرمی و پلاستیکی را به‌خوبی به هم می‌چسباند ولی برای چسبانیدن قطعات پلاستوفومی و بلوفومی کاربرد ندارد زیرا آنها را می‌خورد.

چسب لاتکس: مخصوص چسبانیدن بلوفوم و پلاستوفوم است.

چسب قطره‌ای: تقریباً همه چیز را می‌چسباند ؛ فقط ترد است و برای قطعات نرم مثل چرم مناسب نیست.

چسب چوب: برای قطعات چوبی و کاغذی که سلولزی هستند مناسب است.

چسبهای حلّال در آب: برای کاغذ خوب است ولی باعث تاب برداشتن آن می‌شود.

چسبهای الکلی: برای کاغذ، چرم و مقوا مناسبند.

چسبهای اسپری[1]: برای مقوا و کاغذ بسیار مناسب‌اند و اتصالات تمیزی ارائه می‌دهند.

چسبهای اپوکسی: برای چسبانیدن اکثر قطعات مثل سنگ، بتن و غیره و حتی قطعات نامشابه کاربرد دارد و انواع مختلفی هم دارد و در دو نوع رنگی و بی‌رنگ موجود است.

چسبهای فنلی: در حرارت سفت می‌شوند و درماکت‌سازی، زیاد کاربرد ندارند.

چسب حرارتی: نوعی دیگر از چسبهاست که با استفاده از تفنگ حرارتی و میله‌های پلاستیکی ذوب‌شونده که مانند فشنگ داخل آن جا می‌خورند عمل می‌کنند و دو قطعه را به هم اتصال می‌دهند.

جوش حرارتی با ابزار گرم: مثل هویه که دو سطح را ذوب کرده، به هم می‌چسباند.

جوش با حرارت شعلهٔ گاز: که دو سطح را گرم کرده، مادهٔ پلاستیکی دیگر به‌عنوان پرکننده ذوب می‌شود و دو سطح گرم شده را به هم جوش می‌دهد.

جوش با اشعهٔ مادون‌قرمز: که با اشعه، قطعهٔ فلزی ابزار را گرم کرده، آن قطعهٔ ابزاری دو سطح معمولاً پلاستیکی را داغ می‌کند و به هم جوش می‌دهد.

جوش اولتراسونیک[2] یا مافوق صوت: در این روش، به‌وسیلهٔ موجهای ریز، قطعات پلاستیکی که در معرض این موج قرار دارند را ذوب کرده، به هم جوش می‌دهند.

چسبهای متال‌پلاست[3]: این چسب، رنگی شبیه آلومینیوم دارد و قدرت و سختی آن با فلز برابری می‌کند و تقریباً همه چیز را می‌چسباند ؛ ولی بیش‌تر برای پر کردن قطعات فلزی که باید مثل فلز عمل کند به‌کار می‌رود. در بسته‌های نیم‌کیلویی فراهم

۱ــ **اسپری کردن:** پاشش محلولی به روی یک سطح Spray

۲ــ Ultrasonic

۳ــ Metal Plast

می‌شود و گران‌قیمت است.

چسبهای آلی مصنوعی: مقاومت مکانیکی زیاد، پایداری در برابر عوامل فساد بیولوژیکی، پایداری در برابر حرارت (تا حدی)، قدرت چسبندگی زیاد و به دو صورت گرما سخت و گرمانرم از ویژگیهای این نوع چسبهاست.

الف ــ گرما سخت : مثل اورهٔ فرمالدئید که مقاومت بیش‌تری در برابر رطوبت دارد.

ب ــ گرما نرم : چسبهای سلولزی، پلی‌وینیل (چسب چوب)، کائوچوی طبیعی و چسبهای متفرقه می‌باشند. در اثر حرارت نرم می‌شوند و در مقابل آب و رطوبت، مقاومت زیادی ندارند و امتیاز آن سرعت و سهولت عمل، تمیز بودن کار، قابلیت ارتجاعی و مقاومت زیاد نسبت به کشش است.

معایب: گرانی موادّ اولیه، ناپایداری در برابر آب و نرم‌شدن در حرارت

چسبهای سِریشْم: از جمله چسبهای طبیعی حیوانی است که از استخوان و پوست حیوانات تهیه می‌شود.

چسب نشاسته‌ای: از خمیر یا نشاسته، سیب‌زمینی، گندم، ذرت و برنج به‌دست می‌آیند. ارزانی، سهولت در استفاده و مقاومت نسبی از مشخّصه‌های آنهاست.

سِریشْم کاریت: از متراکم کردن اوره و فُرْمُل به‌دست می‌آید و در مجاورت اسیدها و بازها سخت می‌شود. شهرت جهانی دارد و برای قطعات چوب به‌کار می‌رود.

دسته‌ای از چسبها که در صنعت چوب کاربرد دارند به‌عنوان مثال و برای آشنایی شما، در جدول انتهای مبحثِ چسبها، معرفی شده‌اند.

چسبهای نواری: اساس آنها آغشته نمودن یک لایهٔ نازک از مواد چسبنده طبیعی یا مصنوعی است. این لایه از جنسهای مختلفی تشکیل شده است.

الف ــ نوارچسب پارچه‌ای : الیاف طبیعی و مصنوعی که به چسبهای آلی آغشته‌اند و در ضخامت و عرضهای مختلف تولید می‌شوند این چسبها، خودچسب‌اند.

ب ــ پلاستیکی : فیلمهای نازک پلاستیکی آغشته به‌چسبهای آلی مصنوعی در ضخامت و عرضهای مختلف، به‌صورت خودچسب.

پ ــ فلزی : فویلهای فلزی که اغلب آلومینیوم است، این ورقها، آغشته به چسبهای آلی مصنوعی است و در انواع متنوعی به‌صورت خودْچسب تولید می‌شوند و در برابر حرارت مقاوم‌تر از چسبهای دیگرند.

ت ــ نوارچسب کاغذی : نوعی از آن خودچسب است و بعضی از آنها را باید در یکی از سطوح آن که کاملاً آغشته شده است با آب مرطوب کرد و بعد چسباند. این نوار پس از مرطوب‌کردن خودچسب است و از نظر ضخامت، عرض، رنگ و... بسیار متنوع می‌باشد.

تقسیمات نوارچسبها

۱ــ نوارچسب معمولی
۲ــ نوارچسب دو رو چسب
۳ــ نوار ترانسپارنت (بسیار شفّاف و شیشه‌ای)
۴ــ اپک (مات و پشت ناپیدا)
۵ــ اپک پلاستیکی پهن و باریک
۶ــ اپک پارچه‌ای پهن و باریک
۷ــ اپک تفلون
۸ــ آلی (از جنس مواد آلی)
۹ــ اپک آلی نقش‌دار

انواع ابزار ماکت‌سازی (قیچیها، اره‌ها، تیغها، دستگاه برش پلاستوفوم، گیره و غیره)

ابزارهای ماکت‌سازی، بسیار فراوان و متفاوتند ؛ لیکن هر ماکت‌ساز، بنا به ذوق، سلیقه، کاربرد و تواناییهای شخصی خود نیز، به ساخت ابزاری مناسب برای کار مورد نظر خویش، اقدام می‌کند و بدین سبب است که نمی‌توان تمامی ابزار ماکت سازی را فهرست‌وار نام برد. با این همه، در زیر به برخی از آنها که مهم‌تر و متداول‌ترند اشاره می‌نماییم :

ابزارهای ماکت‌سازی: تنوّع مواد و مصالح و کاربرد آنها باعث شده است تا انسان از وسایلی استفاده کند که سرعت، دقت و ایمنی را در کارهایش افزایش دهد. به هر نوع وسیله‌ای که باعث ایجاد سرعت، دقت و ایمنی در انجام

مبدأ تهیه چسب	چسبهای معدنی	چسبهای آلی				
		چسبهای آلی طبیعی		چسبهای آلی مصنوعی		
		گیاهی	حیوانی	سخت‌شونده در گرما (ترموست)	تغییرشکل دهنده در گرما (ترموپلاست)	متفرقه
	سیلیکاتها سیلیکات سدیم	چسب نشاسته چسب سوژا چسبهای شیرابه‌ای چسب تانن چسب کائوچو	سریشم ماهی چسب سریشم چسب آلبومین چسب کازئین چسب ژلاتین	فنوپلاست : فنل ــ فُرْمُل رزرسین ــ فرمل آمینوپلاست : اوره ــ فرمل ملامین ــ فرمل	چسبهای سلولزی چسبهای پلی‌وینلیک چسبهای کائوچوی مصنوعی	مخلوطی از چندین نوع چسب

کارها شود در اصطلاح، «ابـزار» می‌گوینـد. ابـزارها بر دونوع‌اند :

۱ــ ابزارآلات ساده (که اغلب ابزار دستی‌اند)

۲ــ ابزارآلات دقیق و پیچیده

در ماکت سازی، از مصالح متنوّعی استفاده می‌شود که برای کار کردن با آنها، طبعاً به ابزارهای مختلفی نیاز است. از هریک از ابزارها باید در جای خود استفاده کرد. این امر مستلزم شناخت ابزارهای گوناگون با کاربری خاص خود است. در اینجا به برخی از ابزارها اشاره می‌کنیم :

ابزار ساده

انواع قیچیها: قیچی ابزاری است که برای بریدن صفحاتی از جنس کاغذ، مقوا، ورقهای فلزی، ورقهای پلاستیکی و گاهی، مفتولهای نرم مورد استفاده قرار می‌گیرد. قیچیها یا دستی‌اند یا ثابت.

قیچی کاغذبری یا خیاطی: این قیچیها دارای تیغهٔ بلندی هستند ؛ بنابراین از سرعت خوبی برخوردارند. اما قدرت آنها در برش ضعیف است. به همین دلیل از این نوع قیچی، تنها باید برای بریدن کاغذ، پارچه و نظایر آن استفاده کرد.

البته باید به این نکته توجه داشت که استفادهٔ صحیح از ابزارها، هم باعث افزایش عمر آنها می‌شود و هم ابزار سالم، کار ظریف و زیبا را درپی خواهد داشت. پس به‌کار بردن قیچی کاغذبری برای بریدن فلزات و یا بالعکس، کار درستی نیست و باعث خرابی تیغهٔ قیچی یا ایجاد نقص در ماکت می‌شود.

قیچیهای گردبر: این‌گونه قیچیها، دارای تیغه‌های منحنی هستند و قدرت مانور خوبی را در بریدن خطوط منحنی دارند.

قیچیهای آهن‌بری: این قیچیها دارای تیغه‌های کوتاهی هستند. بنابراین از قدرت زیادی برخوردارند اما سرعت آنها پایین است. از این قیچیها، برای بریدن ورقهای فلزی و نظایر آن استفاده می‌کنند.

قیچیهای چپ و راست‌بر: معمولاً قیچیهای فلزبر، به‌خاطر کاربردشان در برشهایی که قسمت راست ورق در اثر برش منحنی می‌شود که شاید دورریز باشد به «قیچیهای چپ‌بر» و دستهٔ دیگر که برعکس برش می‌دهند و در قسمت چپ ورق تغییر شکل نامطلوب ایجاد می‌کنند، «راست‌بر» نامیده می‌شوند.

قیچیهای ثابت: قیچیهایی هستند که معمولاً روی میز یا چهارپایه بسته می‌شوند و می‌توانند ورقها و مفتولهای ضخیم‌تر را برش دهند.

انواع اره: ظرافت در ماکت، بسیار حایز اهمیّت است. یکی از ابزارهایی که برای شکل دادن و بریدن قطعات چوبی، پلاستیکها و فلزات به‌کار می‌رود اره است.

ارّهٔ مویی: این نوع اره از قطعه‌ای به شکل U انگلیسی و معمولاً از جنس لوله فلزی ساخته شده است که تیغهٔ اره‌ای ظریف، دربین دوسر آن بین پیچهای خروسکی، محکم می‌شود.

شکل ۳۵ــ تعدادی از وسایل و ابزار ماکت‌سازی

این تیغه بسیار شکننده است ؛ بنابراین برای استفاده از این کمان اره، باید توجه داشت که همواره تیغ، بر صفحهٔ کار عمود باشد. درضمن برای افزایش دقت و ظرافت درکار، باید توجه داشت که حرکات عمودی اره، کوتاه (در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر) و سریع باشد. این امر باعث می‌شود که فرد استفاده‌کننده از کمان‌اره، از کنترل لازم بر روی حرکات اره برخوردار باشد. ولی برای برش با دقت معمولی باید از تمام طول تیغهٔ اره استفاده کرد. این اره در کارهای هنری نظیر معرق‌کاری و خاتم‌کاری هم کاربرد وسیعی دارد. تیغه‌های این اره در انواع چوب‌بُر، پلاستیک‌بُر و فلزبُر قابل دسترس است.

اره چوب‌بر: برای ساخت کفها و محل استقرار ماکت، معمولاً از قطعات بزرگ و ضخیم چوب استفاده می‌شود. برای برش این نوع قطعات از اره‌هایی با تیغ پهن و دندانه‌های درشت (اره معمولی نجاری) استفاده می‌کنند. این نوع اره‌ها معمولاً بدون کمان هستند. برای بریدن قطعات کوچک و ضخیم چوب، از اره‌های پهن نجاری بهره می‌گیرند. در هنگام کار با اره‌ها بهتر است اره با زاویه گرفته شود تا تخته و چوب مورد نظر، بهتر و راحت‌تر اره شود. همچنین، در هنگام کار با اره‌ها، رعایت کامل نکات ایمنی الزامی‌ست برای این منظور، درحد امکان چوب یا قطعه کار را باید در بین گیره محکم کرد تا اعضای بدن از آسیبهای احتمالی به‌دور باشد.

ارهٔ گردبر: این نوع اره، شبیه ارهٔ نجاری معمولی‌ست. با این تفاوت که تیغهٔ آن باریک‌تر است. از آن برای بریدن و درآوردن شکلهای مختلف از داخل تخته سه‌لا، فیبر، مقواهای بسیار کلفت و سخت و همچنین نئوپان استفاده می‌شود. این اره، در دو نوع دستی و برقی عرضه می‌شود.

ارهٔ آهن‌بر: از این نوع اره، برای بریدن فلزات و اشکال زاویه‌دار و نسبتاً پرپیچ و خم فلزی استفاده می‌شود. در این نوع ارّه، تیغه با دندانهٔ درشت‌تر، برای ورقه‌های آکریلیک (پلکسی گلاس) کاربرد دارد.

دوسر تیغهٔ آن دارای محلّی برای پین هستند و در نوع دیگر، سرهای تیغه، پین‌دارند و به راحتی درون کمان جای می‌گیرند و با مهره‌ای که در یک‌سر آن وجود دارد تیغه محکم می‌گردد.

ارهٔ الکتریکی: برای برشهای سریع و بریدن قطعات ضخیم با اشکال و انحناهای مختلف، از ارهٔ الکتریکی که معروف به ارهٔ چکشی یا عمودبر است استفاده می‌کنند و با تعویض تیغه‌های آن می‌توان اشیای مختلفی را مانند چوب، فلزات، سنگ و پلاستیک برید.

انواع تیغهای برش ــ تیغهای صنعتی (تیغهای موکت‌بر Cutter): تیغهای معروف به تیغ موکت‌بری، از اساسی‌ترین ابزارهای برش در ساخت ماکت هستند. این ابزارها، دارای تیغهای قابل تعویض در انواع مختلف‌اند. از این نوع

تیغ، برای برش مقواهای سخت ماکت، چوب‌بالسا، چوب پنبه و پوششهای حصیری و نمدی کف‌اتاق (مانند موکت) و پلکسی‌گلس استفاده می‌کنند. جنس دستهٔ این نوع تیزبر، معمولاً فلزی با تلفیقی از پلاستیک است.

تیزبُرامور هنری: دستهٔ این تیزبُرها از جنس پلاستیک سخت است و با تیغهای متعدد متصل به هم و قابل تعویض، ساخته شده است و از آن برای بریدن ورقهای مقوا، چوب بالسا و پلاستوفوم (یونولیت) استفاده می‌شود.

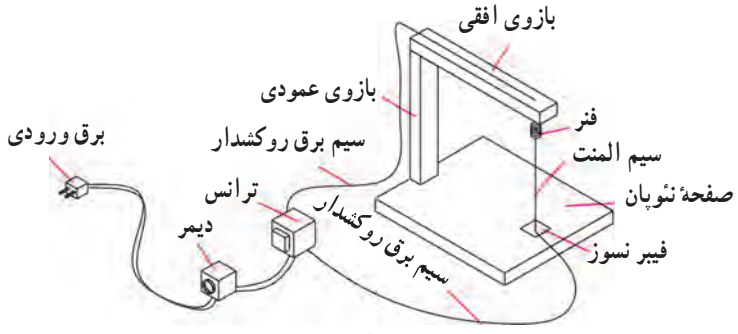
تیغهای جراحی (اسکالپل[1]): این نوع تیغ، بسیار تیز است و از آن، بیشتر برای کارهای ظریف استفاده می‌کنند. تیغهای جراحی بسیار متفاوت و تعویض‌پذیر هستند. گفتنی است که بعضی از پرگارها، دارای پایه‌های مخصوص، برای نصب تیغهای برش هستند که در برش قطعات منحنی شکل به‌کار گرفته می‌شوند. برای استفاده از تیغهای برش، می‌باید به نکاتی توجه نمود تا کارها بهتر و مطمئن‌تر انجام شود.

دستگاه برش پلاستوفوم: یکی دیگر از ابزارهایی که در ساخت ماکت، از اهمیّت بسیاری برخوردار است، دستگاه برش قطعات پلاستوفومی (یونولیتی) است. پلاستوفوم، نسبت به گرما بسیار حساس است و تغییر شکل می‌دهد. از این خاصیّت می‌توان در برش قطعات پلاستوفومی استفاده کرد. دستگاه برش، از یک سیم نازک المنت تشکیل شده است که با عبور دادن این سیم داغ از پلاستوفوم می‌توان آن را برید. باید توجه داشت که قطر سیم باید با جریان عبوری از آن متناسب باشد تا سیم، سرخ نشود و برش، تمیز و صاف از کار درآید.

در مواقعی که می‌خواهیم برشهای عمیق ایجاد کنیم این احتمال وجود دارد که پلاستوفوم، ذوب شده، در قسمت پشت سیم برش (قسمتی که قبلاً برش خورده) دوباره به هم جوش بخورد. برای جلوگیری از این وضعیّت، توصیه می‌شود که سیم برش را گاه در مسیر برش، به عقب هم ببریم. به این ترتیب، کلیهٔ مسیر برش همیشه باز باقی خواهد ماند. درضمن، دود ناشی از ذوب پلاستوفوم بسیار سمی‌است و از استنشاق آن باید خودداری کرد.

ساخت دستگاه برش پلاستوفوم: دستگاههای ویژهٔ برش پلاستوفوم موجود در بازار، به علت عرض و ارتفاع کم آرواره‌های آنها کاربرد محدود دارند و مناسب همهٔ کارهای ماکت نیستند. شما می‌توانید دستگاه برشی بسازید که برای شکل دادن به قطعات بزرگ پلاستوفومی نیز به سهولت قابل استفاده باشد و به همین منظور، یک تخته سه‌لایی به اندازهٔ ۲۰۰×۲۷۵ میلیمتر را که با چوب ۳۰ × ۲۰ میلیمتر کلاف شده است تهیه کنید. دو چوب ۴۰۰ × ۳۰۰ میلیمتر را به شکل گونیای ۹۰ درجه به هم متصل نمایید تا آروارهٔ فوقانی سیم‌گیر را بسازد. آن را با پیچ، بر روی کلاف صفحه متصل نمایید. اگر سر آرواره و میانهٔ تخته سه‌لا را که سیم المنت عبور می‌کند یک تکه فیبر نسوز بچسبانیم، دیگر، حرارت سیم نیز چوبها را خراب نخواهد کرد. یک فنر هم به یک سر المنت نصب کنید تا هنگام فشار آمدن به سیم المنت، سیم، بازی کرده، پاره نشود. یک سیم روکشدار را به سر بالایی و یکی دیگر را به سر پایینی المنت نصب نمایید و آنها را زیر چوب آرواره و تخته سه‌لایی با ظرافت پنهان نمایید.

دوسر سیم روکشدار را به یک ترانس کاهنده با جریان متناوب ۴ ولت ۲ آمپر وصل نمایید و سر ورودی ترانس را به برق شهر متصل کنید. اکنون دستگاه کار می‌کند. اگر سرراه دوشاخه به ترانس یک دیمر[2] بگذاریم می‌توانیم میزان حرارت سیم را نیز کنترل کنیم.



شکل ۳۶ــ ساختمان یک دستگاه سادهٔ برش پلاستوفوم

گیره‌ها: ابزارهایی هستند که ماکت‌ساز را در نگه‌داشتن قطعات برای برش یا متصل‌کردن عناصر مختلف، به‌خوبی یاری می‌دهند. گیره‌ها انواع و اقسام مختلف دارند :

گیره‌های رومیزی: برای نگه‌داشتن قطعاتی که اغلب باید برش داده شوند به‌کار می‌روند. این گیره‌ها در انواع مختلف عرضه می‌شوند. معمولاً نوع فک بدون آج آن به‌خاطر این که روی

۱ــ Scalpel

۲ــ دیمر: کاهندهٔ قابل تنظیم Dimmer

قطعه، اثری باقی نمی‌گذارد برای ماکت‌سازی مناسب‌تر است.

گیرهٔ دستی: برای نگه‌داشتن دو یا چند قطعه به‌کار می‌رود. معمولاً این گیره دارای پیچی خروسکی، برای محکم کردن فک آن می‌باشد.

گیرهٔ پیچ دستی: برای نگه‌داشتن چند قطعه به هم کاربرد دارد. یک فک این گیره متحرک بوده و به‌وسیلهٔ پیچی بلند که دارای دسته‌ای چوبی است، به‌کار رسیده و سپس سفت می‌شود.

گیرهٔ دستی فلزی (Clip) : این نوع گیره، برای نگه‌داشتن اشیایی به‌کار می‌رود که نیاز به گیرش خیلی محکم ندارند. این گیره در اندازه و شکلهای مختلف عرضه می‌شود.

گیرهٔ نوک‌بلند (انبر یا پنس): این گیره برای گرفتن و نگه داشتن اشیای ریز و ظریف به‌کار می‌رود.

شکل ۳۷ــ انواعی از گیره‌های بزرگ ماکت‌سازی ــ گیرهٔ رومیزی و پیچ دستی

نکات ایمنی و اصول رعایت آن در ماکت‌سازی

در بخشهای قبل، مطالبی دربارهٔ رعایت نکات ایمنی گفته شد. در این‌جا به‌طورکلی و اجمالی، به ذکر موارد دیگر می‌پردازیم :

۱ــ از ابزار ناسالم و نیمه خراب و غیراستاندارد، به هیچ‌عنوان استفاده ننمایید.

۲ــ هنگامی‌که کار می‌کنید آرامش داشته باشید.

۳ــ هنگام کار با ابزار تیز یا ابزار برقی، از قرار دادن دست و انگشتان خود در جهت حرکت تیغه‌ها اجتناب ورزید.

۴ــ به نکاتی که در دفترچه‌های ابزارهای ماشینی درج شده است حتماً توجه کنید.

۵ــ هنگام کار، با دیگران شوخی یا صحبت نکنید و تمرکز خود را بر روی کار حفظ کنید.

۶ــ از مواد و مصالح خوب و مطمئن استفاده نمایید تا هم کارتان خوب شود و هم این که همیشه سلامت باشید، هرچند که این مواد و مصالح کمی گران‌تر باشند، ولی در نهایت اقتصادی خواهند بود.

۷ــ از ابزارها، برای انجام کارهای غیر و نامعقول استفاده ننمایید. مثلاً از قیچی کاغذبر، برای بریدن مفتول استفاده نکنید.

۸ــ بدن خود را از نزدیک شدن به ابزار داغ و خطرآفرین دور نگه دارید و در صورت امکان، از دستکش و عینک ایمنی و در صورت لزوم از ماسک بهره بگیرید. هنگام کار با فومها، استفاده از ماسک الزامی است.

۹ــ در هنگام استفاده از لوازم برقی، از سیمهای سالم با روکش مناسب که خطر اتصال و برق گرفتگی در آنها وجود ندارد، استفاده کنید.

۱۰ــ به تمامی نکاتی که معلم و استادکارهای مربوط، تذکر می‌دهند عنایت داشته باشید.

نکات مهم در استفاده از تیغهای برش

۱ــ هنگام برش، با دقت و به آرامی، از تیغ یا ابزار برش استفاده کنید و مواظب انگشتان خود باشید و آنها را از محل برش دور نگاه دارید.

۲ــ برای زیرکار، از صفحات سخت مانند تخته‌سه‌لا، چوب فشرده، شیشه صفحهٔ پلاستیکی مخصوص یا هر نوع وسیلهٔ سخت دیگر استفاده کنید. باید توجه داشت که در صورت استفاده از صفحات سخت، قطعهٔ موردنظر خوب بریده می‌شود ولی تیغ، زودتر کند می‌گردد.

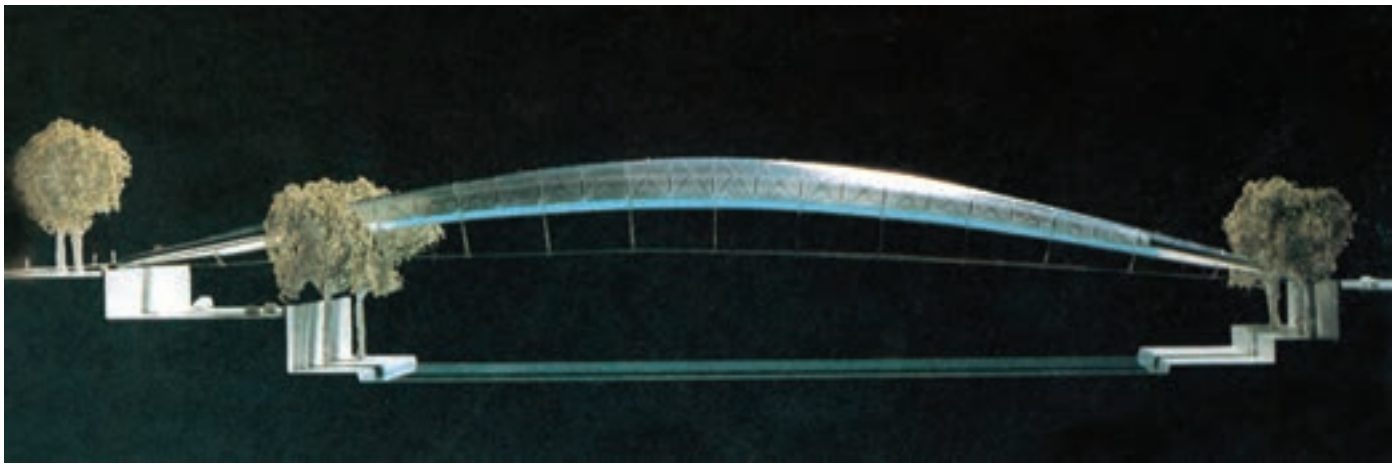
۳ــ هنگام برش و استفاده از این نوع تیغها، لازم است که از خط‌کشهای فلزی استفاده کنید. استفاده از خط‌کشهای پلاستیکی باعث می‌شود که دراثر تماس لبهٔ تیز تیغ با لبهٔ خط‌کش، خوردگی ایجاد شود و دقت لازم در کار و خط‌کش از دست برود.

۴ــ همان‌گونه که می‌دانیم اکثر کاغذها، مقواها یا قطعات چوب و ...، با چند مرحله کشیدن تیزبُر بر یک مسیر، از هم جدا می‌شوند. بنابراین می‌باید این کار را با دقت و حوصله بسیار انجام داد تا از بروز هرگونه سانحه یا انحراف مسیر تیزبُر جلوگیری گردد. بدین‌منظور همیشه در مرتبهٔ اول، تیزبُر را به آرامی بر کنارهٔ خط‌کش فلزی بکشید. با این کار، مسیر حرکت تیزبُر حک می‌شود و در دفعات بعد که تیغ را محکم‌تر می‌کشید مسیر حرکت مشخص می‌گردد و از انحراف تیزبُر به طرفین جلوگیری به‌عمل می‌آید و قطعه، صاف بریده خواهد شد.

۵ــ برخی اوقات دیده شده است که خط‌کشها، بر روی قطعات صیقلی، سُر می‌خورند. این جابه‌جایی، موجب انحراف تیزبُر و خرابی قطعهٔ موردنظر می‌شود. برای جلوگیری از این عمل، می‌توان یک قطعه چسب کاغذی یا پارچهٔ ماهوتی را به پشت خط‌کش چسباند تا اصطکاک بین خط‌کش و محل کار، بیش‌تر و حرکت آن حذف شود. باید توجه داشت که انحراف تیزبُر، از عمده‌ترین عوامل بروز سانحه است. بنابراین، دقت در این زمینه، ایمنی شما را تضمین می‌کند.

ساخت انواع اجزای ماکت

برای نمایش یک ستون، کابل، دیواره، گنبد یا پنجره، می‌توانیم از مواد مختلفی که با آنها آشنا شده‌ایم بهره جوییم. ولی شاید تنها یک یا دو نوع از آنها هستند که می‌توانند بهترین نتیجه را به‌دست دهند. مثلاً برای نمایش یک کابل می‌توان از نخ ماهیگیری، میله‌های پلاستیکی یا فلزی بهره جست. یک گنبد را می‌توان با برش مقوا ساخت ولی مقوا سطحی یک‌دست ارائه نمی‌دهد. حال اگر آن را به روش پاپیه‌ماشه بسازیم نتیجهٔ خوبی خواهیم گرفت. اگر یک گنبد (مثلاً گچی یا چوبی) بسازیم و یک ورق پلاستیک را گرم کرده، هنگامی که نرم و کش‌سان شد روی مدل گچی یا چوبی ساخته شده بکشیم، پلاستیک به شکل مدل درمی‌آید و پس از سرد شدن می‌توانیم آن را خارج کرده، پس از آرایش لبه‌ها، روی ماکت موردنظر یک گنبد با پوستهٔ پلاستیکی کاملاً یک‌دست و زیبا داشته باشیم. برای نمایش یک دیواره که با چوب ساخته شده است می‌توان بر روی یک مقوا، پس از شکل دادن با آبرنگ، بافتی چوب‌گونه ایجاد نمود، ولی اگر همین دیوار را با چوب بالسا بسازیم، نتیجهٔ بهتری خواهیم گرفت.



شکل ۳۸ــ نمای جانبی ماکتی از یک پل با سازهٔ کششی و فشاری ــ ساخته شده از انواع پلاستیک شفاف ــ مات و نخ ماهیگیری

درهرحال، انتخاب مواد و مصالح به عوامل زیادی مثل تجربه، سلیقه، خواست و انتظار ما از ماکت، میزان هزینه، مواد و مصالح در دسترس، دقت و حوصلهٔ ماکت‌ساز، زمان تخصیص یافته، تعداد افرادی که بر روی پروژه کار می‌کنند، بستگی دارد. محل کار مناسب نیز از عوامل مهم و مؤثر در ساخت یک ماکت مناسب و با کیفیت می‌باشد. زیرا در این فضا قطعات به‌طور مجزا ساخته شده و سپس برای مونتاژ کنار هم قرار می‌گیرند. اجزایی که از کنار هم قرار گرفتنشان پیکره‌ای کامل به‌وجود می‌آید. اجزایی که بسته به نوع طرح، از قسمتهای مختلفی به شرح زیر تشکیل می‌شوند : بخشهای اصلی درجهٔ اول مثل دیواره‌ها و ستونهای بزرگ، سقفها، گنبدها و نمودهای مطرح و بارز. اجزای درجهٔ دوم مانند ستونها، پنجره، در، سکو، راهرو، پله و غیره. عناصر میکرو درجهٔ سوم همچون دیتیلها، اتصالات مختلف کابلی، شیشه‌ای، پروفیلها و قسمتهای دیگری که در کنار بخشهای مختلف قرار می‌گیرند مانند سطوح منحنی، سطوح توپوگرافی، سطوح آسفالت که می‌توان آنها را با مواد مختلف ساخت :

سطوح منحنی : پاپیه‌ماشه، ورقهای گرم پلاستیکی، فلزات نازک فرم داده شده با ضربه و لایه‌گذاری.

توپوگرافی : لایه‌گذاری با صفحات چوب‌پنبه‌ای، مقوایی یا فومی.

سطوح آسفالت : کاغذهای سنباده با نرمیهای مختلف.

فضای سبز و گل و گیاه : گیاهان خشک طبیعی ریزنقش، اسفنجهای رنگ شده، سیمهای فلزی و غیره.

شیشه : ورقهای پلکسی گلاس، طلق رادیولوژی، طلق انیمیشن که در صورت نیاز، برای ساخت شیشه‌های دارای انعکاس می‌توان پشت طلقهای انیمیشن را رنگهای متالیک زد.

ستونها : میله‌های پلاستیکی و یا چوبی با مقاطع مختلف، به‌عنوان مثال تیرچراغ برق را می‌توان با یک سوزن ته‌گرد که سر آن را درون لاک سفید غلط‌گیری فرو برده و آن را خم کرده و دنبالهٔ آن را سبز نموده‌ایم، ساخت. نمونهٔ ساخت این اجزا در تصاویری که مراحل روند ساخت و سرهم‌بندی قطعات را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود. لیکن ساخت بخش عمده‌ای از این اجزا به خوش‌فکری فرد ماکت‌ساز بستگی دارد.

پرورش ساخت انواع ماکت ــ تمرین ماکت اتود

هنگام ساخت ماکت اتود باید به این مطلب توجه داشت که این کار، تنها یک «حجم‌سازی شناسایی» برای رؤیت و درک کلیّتی از پیکره (گشتالت[1]) است و نباید به نکات و اجزای ریز پرداخته شود. به این وسیله، تنها به سؤال چگونگی قرارگیری احجام در کنار یکدیگر، تناسبات و احساسی که کلیّت آنها را به بیننده القا می‌کند پاسخ داده خواهد شد.

درست است که ماکت اتود از ریزه‌کاریهای لازم برخوردار نیست ولی این امر دلیل بر نادیده‌گرفتن اشل و تناسبات در کار نیست.

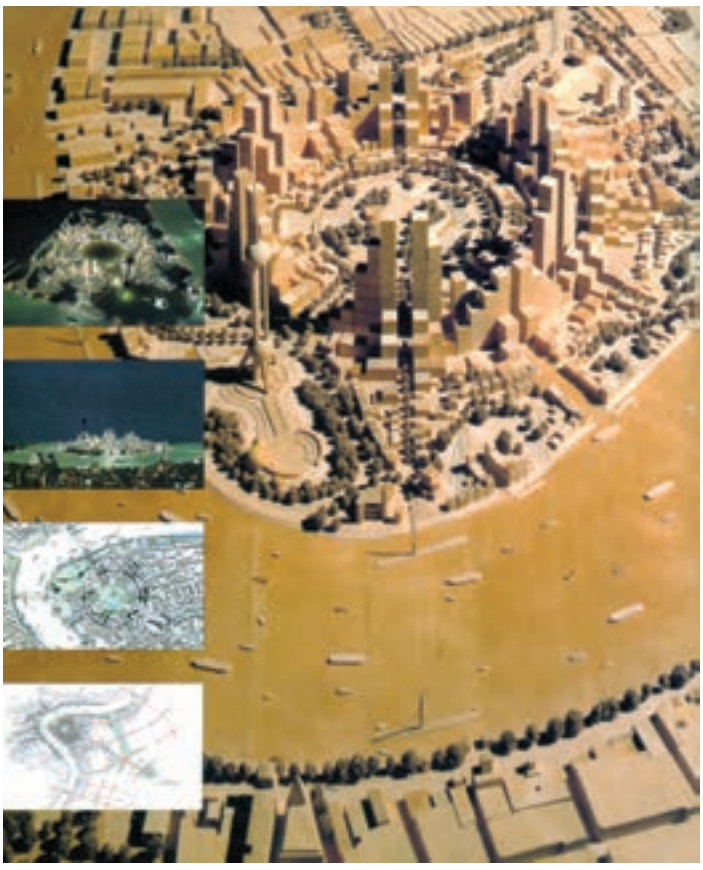
برای ساخت ماکتهای اتود، بهتر است از مواد و مصالحی مانند مقوا، فوم و خمیر که سریعاً فرم می‌گیرند، بهره جست. پس از تصحیحهای نهایی و یا رؤیت و تصویب کل پیکره، ماکت‌ساز به‌سراغ ساخت ماکت تکمیلی (ماکت اصلی) می‌رود و به کمک ماکت اتود، اقدام به ساخت یک طرح کامل با مواد و مصالح و اشل لازم می‌کند.

گاه پیش می‌آید که طرّاح مجبور می‌شود برای یک بخش، چندین طرح بزند و از بین آنها مثلاً سه نمونه را بسازد تا بهتر بتواند تصمیم‌گیری نماید. این کار با ماکت اتود به‌خوبی میسر است و نتیجهٔ مطلوب را به دست می‌دهد. در کل، ماکت اتود امکان واضح‌تر شدن طرح و زمینهٔ تصمیم‌گیری نهایی برای انتخاب در ساخت را فراهم می‌آورد.

برآورد مصالح ماکت‌سازی: برای ساخت یک ماکت، ابتدا باید به تمامی عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن اندیشید و اجزای ریز و درشت آن را از نظر گذراند و با تفکر در مورد بخشهای مختلف و نحوهٔ اتصال اجزا به هم و هر جزء دیگر، مناسب‌ترین مواد و روش را انتخاب نمود و سپس به فهرست نمودن مصالح برای تهیهٔ آنها اقدام کرد. معمولاً ماکت به خاطر حجم اندک، به مواد و مصالح کمی نیاز دارد، ولی فرآیند رسیدن به آن شکل مورد نظر است که زحمت و زمان زیادی را سبب شده و هزینه را بالا می‌برد.

نوع پرزانتهٔ ماکت نیز در این برآورد مهم است، مثلاً اگر بخواهیم یک ماکت را با تمامی عناصر ریز بسازیم، طبیعی است

۱ــ **گشتالت:** پیکره یا هیات کلی یک طرح یا یک جسم که در یک نگاه، اوّلین عنصرتأثیر گذارنده در ذهن بیننده است. Gestalt



شکل ۳۹ــ تصویر ماکتهای اتود و گذرا را در حاشیه تصویر اصلی برای تفهیم می‌توان دید و همچنین اتود و «کلیت» بودن در ماکت فضای شهری از سادگی عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن مشهود است ــ ساخته‌شده از مقوای ماکت ــ استایروفوم ــ بلوفوم ــ یلوفوم و مواد دیگر برای عناصر ریز آن.

که از مواد و مصالح بیش‌تری استفاده خواهد شد. برخی مواقع پیش می‌آید که ساخت یک قسمت یا جزئی از آن با دست، بسیار زمان‌بر است. در ماکتهایی که طبق سفارش برای کارفرما ساخته می‌شود چون مسایل مالی، از قبل پیش‌بینی شده و بخشی از هزینه از کارفرما اخذ شده است، بهتر است تا اجزای ریز دقیق را به مراکزی که با دستگاههای تراش C.N.C خدمات ارائه می‌دهند واگذار نماییم تا نتیجهٔ مطلوب حاصل گردد.

قابل توجه است، زمانی که شخص ماکت‌ساز برای ساخت چنین قطعاتی صرف می‌کند ممکن است به مراتب بیش از بودجه‌ای باشد که به مرکز خدماتی داده می‌شود از این‌رو، در اکثر مواقع بسیار اقتصادی است که از خدمات این‌گونه مراکز بهره جوییم.

گروهی از ماکتها را می‌توان به شکلی تلفیقی یعنی از چند جسم مختلف ساخت، مثلاً اگر قرار است از خمیر برای درست کردن ماکت استفاده شود، می‌توان ابتدا مغزی آن را با فوم ساخت و سپس یک لایه خمیر بر روی آن کشید و کل فرم را تکمیل کرد، سپس با رنگ و برچسبهای مخصوص قسمتهایی را که نیاز به تغییر رنگ دارند کامل نمود.

ساخت ماکت اتودشده

برای تجسم بهتر طرح، ماکتی را به شکل اتود (پیش‌ماکت) تهیه می‌نماییم و پس از این که کلیهٔ قسمتهای آن را مورد بررسی قراردادیم، بهترین جنس، اتصال و روش را برای ساخت ماکت اصلی انتخاب و ساخت آن را شروع می‌کنیم. در این قسمت، پس از ساخت بخشهای اصلی تشکیل‌دهندهٔ پیکره (عناصر ماکرو)، به‌سراغ بخشهای تکمیلی ریزتر (عناصر میکرو) رفته، پس از ساخت هر جزء، در نهایت کل اجزاء را به یکدیگر متصل می‌نماییم.

هنگام سرهم‌بندی، باید مواظب چسبها و میزان آنها باشیم تا از کار بیرون نزنند و قطعات به دقت در کنار هم نصب گردند. پس از سرهم‌بندی و نهایی شدن، ماکت را روی شاسی از قبل تهیه شده سوار می‌کنیم. ممکن است در برخی از کارها، لازم باشد از ابتدا قطعات ساخته شده بر روی شاسی اصلی سوار شوند که در این‌صورت باید مراقب باشیم و دقتمان را در تمیزکاری افزایش دهیم.

پیاده کردن قطعات مختلف ماکت

معمولاً ماکت نیاز به رنگ‌آمیزی کلّی ندارد. مگر این که تمیزکاری را دربارهٔ سطح زیر رعایت نکرده باشیم و یا بنا به خواست کارفرما، مجبور باشیم هرچیز را به رنگ واقعی خود ارائه دهیم. اما رنگ‌آمیزی برخی قطعات که باید با بقیهٔ عناصر کنتراست[1] رنگی یا بافتی داشته باشند تا تمایز لازم را ایجاد نمایند از بدیهیات کار است.

در ماکت‌سازی، با اهمیّت‌ترین نکته، دقت و تمیزی سطوح و یکنواخت بودن درزها و هماهنگی و در محور بودن قطعات با یکدیگر است.

وقتی هریک از قطعات، به‌طور جداگانه و مجرّد ساخته شدند و رنگ‌آمیزی یا برچسب‌گذاری و امور دیگر، بر رویشان صورت پذیرفت، حال تنها می‌باید با دقت و مرتب کنار هم نصب شوند. پس از نصب، کار ماکت‌سازی پایان یافته و پروژه حاضر خواهد بود.

پس باید به این نکته توجه داشته باشیم که اگر قرار باشد تمامی قطعات را روی هم سوار نماییم و بعد بخواهیم مثلاً رنگ‌آمیزی را شروع کنیم، ماسکه کردن[2] قطعات به سختی انجام می‌یابد و در نهایت، کار تمیزی لازم را نخواهد داشت و در برخی موارد، این روش غیرممکن است.

برای شروع سرهم‌بندی، ابتدا می‌بایست اجزای زیرین، روی شاسی کار گذاشته شوند (قطعاتی که اصلی هستند) و سپس دیگر قطعات الحاقی روی آن به ترتیب اهمیّت نصب گردند، یعنی چیزی شبیه کار معماری اصلی بنا، که در ابتدا مثلاً سطوح توپولوژی[3] شناسایی شده و سپس تبدیل به سطوح توپوگرافی می‌شوند. صفحات توپوگرافی روی هم قرار گرفته و ناهمواریها را به‌وجود می‌آورند بعد محوّطهٔ فضا، خود ساختمان، عناصر تکمیل‌کنندهٔ آن، فضاهای مجاور و محوّطهٔ سبز و به‌طور مثال در آخر، ماشینها و اشلهای انسانی مورد نیاز.

انتخاب شاسی ماکت

از آن‌جا که ماکت، از قطعات ظریفی تشکیل شده و اتصال آنها به یکدیگر نیز بسیار حساس است از این‌رو، نباید این ساختار دچار پیچیدگی و اعوجاج شود. در غیراین‌صورت، اجزای آن دچار صدمه شده، ممکن است از هم بگسلند. بدین سبب، داشتنِ یک شاسی محکم برای یک ماکت ثابت از ضروریات است. این شاسی می‌تواند به اشکال مختلف و با موادّ گوناگون ساخته شود. ولی از طرفی، به‌خاطر نمایش بهتر و نمود و جلوهٔ بیش‌تر، می‌بایست از فرم، رنگ، بافت و موادی استفاده گردد که هم کار را محفوظ بدارد و هم کنتراست مناسبی را با کار ایجاد نماید تا ماکت بهتر دیده شود.

این شاسی می‌تواند از چوب، پلکسی گلاس، شیشه، مقوای ضخیم یا مواد دیگر ساخته شود.

اگر برای ساخت شاسی از چوب استفاده می‌شود باید مواظب بود که چوبها خشک باشند ؛ روی چوبها پوشش محافظ لاکی زده شود تا رطوبت را به خود جذب نکرده، تغییر ابعادی و فرمی ندهد. سطح میانی می‌تواند از نئوپان و یا تخته‌های چندلایی باشد. اگر زیر تا اطراف ورق نئوپان، چوبی با عرض بیش‌تر از ضخامت نئوپان بچسبد، استحکام شاسی را بالا می‌برد.

اگر برای ساخت شاسی از شیشه استفاده می‌شود، شیشه باید ضخامت لازم را داشته باشد. برای شاسیهای بزرگتر از ۴۰×۴۰ سانتیمتر بهتر است از شیشه با ضخامت ۱۰ میلیمتر استفاده گردد.

دور شیشه باید حتماً ابزار (سنگ) خورده و گرد (لول) یا پخ خورده شود. تا هم به زیبایی کار بیفزاید و هم از بروز جراحت جلوگیری به‌عمل آورد.

از آن‌جا که ماکت ممکن است جابه‌جا شود، بنابراین هر اندازه شاسی محکم‌تر و سبک‌تر باشد، بازدهی کار بهتر خواهد بود.

شاسیهایی که دارای رنگ، جنس، بافت و شفافیّتی متضاد با ماکت هستند، توانایی نمایش بهتر کار را خواهند داشت.

ساخت ماکت بناهای سنتی و مدرن

چون کتـاب حاضر برای دانش‌آموزان رشتهٔ معماری

۱ــ **کنتراست:** تضاد Contrast

۲ــ **ماسکه کردن:** پوشش دادن بخشی از کار به وسیلهٔ یک لایهٔ پوشانندهٔ نازک (فیلم) Mask

۳ــ **توپولوژی:** علم شناخت ناهمواریهای زمین ــ وضعیت جغرافیایی Topology

نگارش یافته است و هرگونه عملی که این عزیزان بخواهند انجام دهند باید برپایه و اساس درست، منطقی و با آگاهی کامل از آنچه هست و انجام می‌دهند صورت پذیرد، از این‌رو، در بخش اول این قسمت که مربوط به ساخت ماکت از بناهای سنتی‌است لازم دیده شد تا از چگونگی تفکر و پایه و اساس به‌وجود آمدن این بناها سخن به میان آید و در ابتدا، بر کل پیکره و سپس عناصر تشکیل دهندهٔ این فضاها و نقوش آنها، نظری افکنده شود.

هنر اسلامی برگرفته از تفکر و فرهنگ ملل مختلف ایرانی، هندی، ترک، عرب، یونانی، اسپانیایی و مصری است که هریک صدها سال پیش از ظهور اسلام، گذشته‌ای تابناک در هنر داشته‌اند. لیکن با گسترش اسلام در این سرزمینها و تبادل فرهنگ ملتهای آنان با یکدیگر و در زیر پرچمی واحد، این هنر شکوفا گشت و بسط یافت.

بهره‌گیری از طرحهای هندسی، همچون پایه‌ای در ترکیب شکلها، فقط از امتیازات انحصاری هنر اسلامی نیست و این‌گونه طرحها را می‌توان کم و بیش در همهٔ هنرهای سنّتی شرقی و غربی مشاهده کرد ؛ چه در معماری اماکن مقدّسهٔ هند و چه در تزیینات پنجرهٔ برخی از کلیساهای اروپا. اما در هنر اسلامی است که این «اشکال هندسی مقدس» گسترده می‌شوند و ضابطه‌ای منطقی می‌یابند و به کمال می‌گرایند.

از میان هنرهای اسلامی، نقشهای هندسی اهمیّتی خاص یافت و پایه‌ای گشت برای شکوفایی هنر معماری که اوج آن را در طرّاحی کلی و بخشهای مختلف مساجد می‌توان به وضوح مشاهده نمود همچنین در پیدایش نقشهای دلکش و دلاویز اسلیمی و پیشرفت و تکامل طرحها و تزیینات دیوارها و دیگر بخشهای ابنیه ساخته شده با کاشی معرّق، آجرچینی و گچبریهای با شکوه، نقش به سزایی را ایفا نموده است.

الگوهای هندسی، آفریدهٔ ذهن خلّاق و مبتکر کسانی‌ست که در این هنر و هندسه، غرق شده‌اند و الگوی اولیهٔ آنها دایره بوده است که تصویری‌ست از کمال و هنگامی که محیط آن را به‌طور یکسان تقسیم نماییم سبب پیدایش چندضلعیهای منظمی می‌گردد که رفته رفته به شکل ستاره‌های منظم و خوش‌نما درمی‌آیند.

این الگوهای هندسی، در روزگارهای کهن در معماری، برای اندازه‌گیری به‌کار گرفته می‌شد. درواقع، در غیاب واحدهای اندازه‌گیری دقیق، به بهره‌گیری از انتقال و انطباق یک نقشه به اندازه‌های مختلف از طریق جادادن آن در یک «دایرهٔ مبنا» در اندازه‌های گوناگون می‌پرداختند. به‌عنوان مثال، یک دایرهٔ بزرگ محیطی با یک ریسمان درمحل درنظر گرفته شده برای مشخص شدن محل پایه‌های ساختمان می‌کشیدند و آن‌گاه این دایره را به اجزای معینی تقسیم می‌کردند و سپس شکل هندسی موردنظر را که در نقشهٔ اصلی درنظر داشتند در آن منتقل می‌کردند. چون اساس طرح منتقل می‌شد، بی‌درنگ هنرمند می‌توانست عوامل مختلف ضروری را در آن جای دهد و ذهن و نیروی تصور خود را با ابتکار و نوآوری به‌کار گیرد و اصول کاملی را به دست آورد.

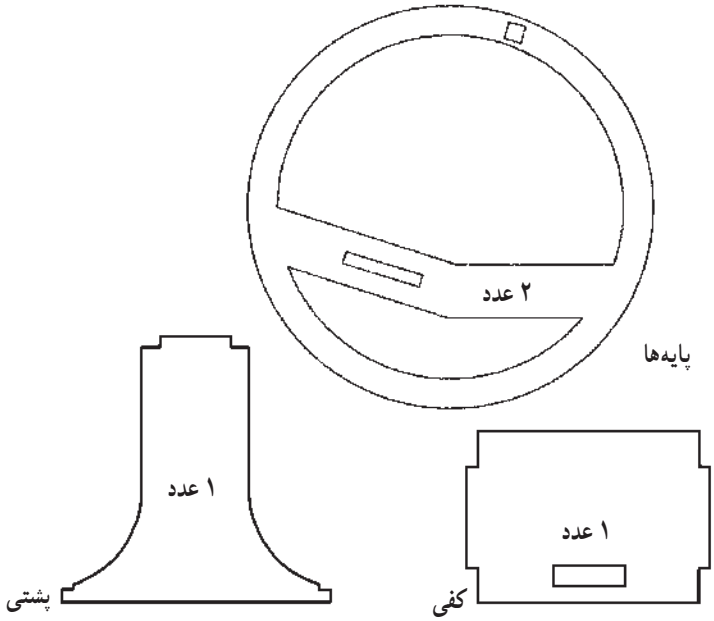
قوانین آفرینش بر پایهٔ میزان (تعادل و نظم) است و نقوش هندسی نیز بر همین پایه استوارند. جالب است بدانیم که از طریق برداشت هندسی در قالب طرحها بود که تناسبات، وزن، ضرب، فاصله و ردیف مدون شدند و منجر به اجرای منظم هنرهای تزیینی، خوشنویسی، معماری، ترکیب الحان موسیقی و اوزان شعر یکپارچه و هماهنگ گردیدند.

بهره‌گیری از شیوه‌های هندسی، هنرمند را توانا ساخت تا با داشتن قدرت مانوری بالا با روشی درست و به آسانی، بدون برخورد با محدودیتهای دستگاه اعداد، به‌کار بپردازد. با استفاده از نقوش هندسی یک کلیّت به‌دست آمد و با این اصل که تمامی آفرینش هماهنگ و همسان است سازگاری داشت و بر این اساس، روز به روز بر سرعت رشد و گسترش آن افزوده شد. میراث اسلام خود حلقه‌ای‌ست بس ارزنده در زنجیر پیشرفتهای آدمیان که میراث تمدنهای بین‌النهرین، مصر باستان، فرهنگ آسیایی و یونانی نیز با آن درآمیخته و در آن جذب شده است.

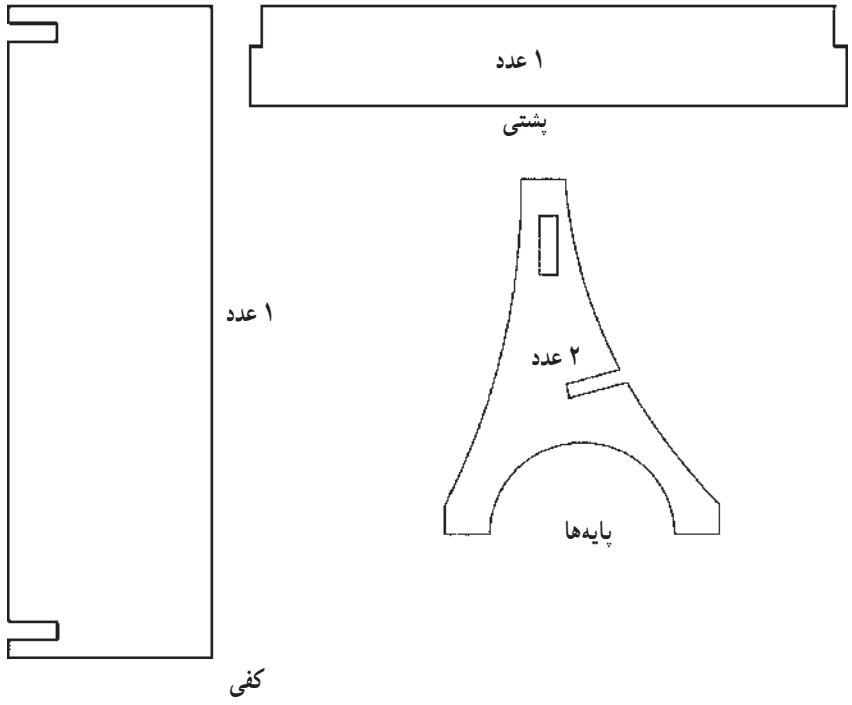
تمرین

این دو پروژه را با مقوای ماکت ۳ میلیمتر بریده، به یکدیگر متصل گردانید : (در صورت داشتن مواد و ابزار مناسب، می‌توانید این ماکت را با استفاده از تخته سه‌لایی نیز بسازید.)

(الف)



(ب)

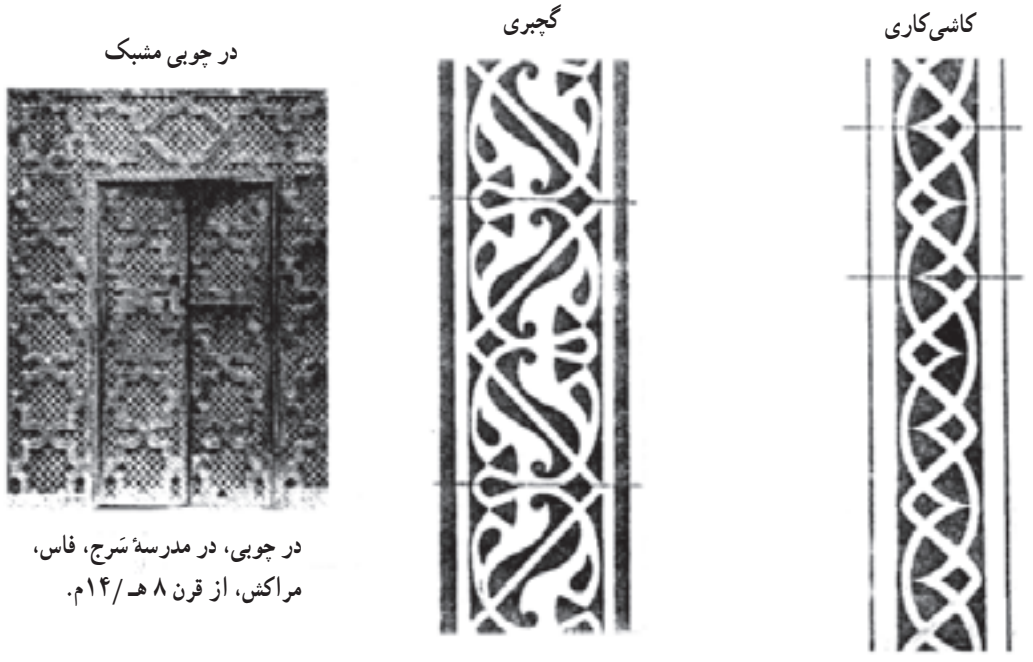


کاربرد نقوش هندسی در تزیینات معماری

همان‌گونه که می‌دانیم، الگوهای هندسی با ترکیب شکلهای هندسی که در آن خلّاقیت منظمی به کار گرفته شده است پدیدار می‌شوند. اگر قالب و محدوده‌های متناسبی برگزیده شود، امکان آفرینش الگوهایی با درهم آمیختن بی‌شمار شکلهای هندسی، فراهم می‌آید. بدین‌گونه، طرّاح آزادی گزینش محدوده‌های سازندگی خود و نیز آزادی بهره‌گیری از گوناگونیهایی را که این محدوده‌ها در دسترس او قرار می‌دهند به‌دست می‌آورد. پس، شیوهٔ هندسی، روشی را به‌دست می‌دهد که در آن اجزای تشکیل‌دهندهٔ زیبایی با تناسبی خاص به‌دست آیند. اما نمی‌توان آن را جریانی کاملاً مکانیکی و خودبه‌خودی تلقی کرد، زیرا که در آن، عامل ارادهٔ آدمی بسیار تعیین کننده است، شاهکارهای هنری نشانگر نظم، حقیقت، قدرت بیان، اصالت، چیره‌دستی و کوشش هنرمندانی است که شخصیّت خود را بدین‌گونه در متن کار خویش جای داده‌اند.

هندسه که همان زبان معماری است، امکان گسترش شیوه‌های گوناگون نماسازی را فراهم ساخته است و این خود، وسیلهٔ بازشناختن نوع بنا می‌باشد و نیز دیگر انواع هنر را که برانگیزانندهٔ هیجانات می‌باشد پدیدار ساخته است.

نقوش هندسی، می‌توانند در بخشهای مختلف تشکیل‌دهندهٔ فضا، به شکل آجر چینی، کاشی‌کاریهای مختلف، آیینه‌کاری، گچبری و نظایر آن به‌کار روند و یا به اشکال مختلف، در به‌وجود آوردن فضاهای جدید، متنوع و خاص، نقش به‌سزایی ایفا نمایند، همانند اُرسیها (دیواره‌های چوبی جداکنندهٔ فضاها از یکدیگر که داخل آنها غالباً به اشکال هندسی بریده و در آن شیشه‌های رنگی کار گذاشته می شد.)، مشبکهای سفال یا سرامیکی، پنجره، دریچه، سردر، نرده‌های چوبی و از این دست.



در چوبی، در مدرسهٔ سَرج، فاس، مراکش، از قرن ۸ هـ/۱۴م.

شکل ۴۰ــ نقوش روی مواد مختلف

تعریف نقوش هندسی

نقوش هندسی، نقوشی هستند که تحت یک قالب منظم و مشخص درآمده و از قواعد معین هندسی پیروی می‌کنند ولی در این بین تفکر و سلیقهٔ هنرمند طرّاح، نقش به‌سزایی در آفرینش نقوش جدید و متفاوت دارد. نقوشی که با قرار گرفتن در کنار هم گسترش یافته، پیکری جامع و واحد را به‌وجود می‌آورند. در بسیاری از نقوش هندسی اسلامی، دایره، اساس به‌وجود آمدن طرحهای مختلف است. ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰ و ۱۲ ضلعیها، از درون دایره پدید می‌آیند؛ رشد می‌یابند و طرحهای بدیعی را به‌دست می‌دهند. (رجوع شود به بخش روش ترسیم نقوش هندسی)

شکل ۴۱ــ پاراوان گره‌سازی شده معرق مشبک

کاربرد نقوش هندسی در هنر معماری

یک معماری جامع، شامل موارد و اجزای مختلفی است و در عین حال که خود از نظم و گسترش مشخصی برخوردار است. تمامی اجزای آن نیز دارای سازمانی معلوم و مشخص‌اند.

سازماندهی عوامل ساختمانی و آرایشی مانند ستونها، طاق‌ها، دیواره‌ها، پنجره‌ها و تناسبات آنها نیز، با ابعاد کلی ساختمان هماهنگی می‌یابند و در کل، پیکره‌ای هماهنگ را تشکیل می‌دهند. از این‌روست که معماری را «موسیقی مجسم» خوانده‌اند.

قدما برای نقشه‌کشی یا طراحی ساختاری هندسی از ترکیب مربع (مثلاً شبکه‌های مربعی) و مثلث (مثلث قائم‌الزاویه یا نسبت به ۵ :۴ :۳) و مثلثهای متساوی‌الساقین که به نسبت‌های ۲ :۱، ۴ :۱،۸ :۱ و ۵ :۸ (نسبت ارتفاع به قاعده) درست شده بودند، استفاده می‌کرده‌اند.

این طرح‌ها با روش هندسی تکثیر یابنده‌ای بر پایهٔ دایره و چندضلعیهای محاطی، محیطی، اقطار، شعاع و قطرهای چهارضلعی، به ترتیب ساخته شده‌اند تا خطهای مشبک اصلی را که کاملاً با خطهای حاشیه‌ای طرح ساختمان مربوط هستند پدیدار سازند.

همان‌طور که مشخص است در اساس روش‌شناسی یا طرح‌ریزی معماری اسلامی، پایه‌ای استوار در میان بوده است. شبکه اساسی که بر آن نقشه‌ها طرح می‌شوند دارای گونه‌ای یگانگی و وحدت بودند.

ولی آزادی در گزینش طرح، میدانی برای آفرینش هنری و گسترش شیوهٔ خاص بومی و محلی فراهم کرده که این امر باعث تنوع بسیاری شده بود.

در اسلام، بر چهارگونه و چهار بخش بودن هر چیزی اشاره شده است ؛ مثل چهارفصل سال، چهار جهت اصلی، چهار عنصر اصلی حیات و نظایر آن. از این‌رو، بر عدد چهار و چهارضلع و ستون و بخش بودن بسیاری چیزها تأکید شده است و بر پایهٔ همین تفکر است که می‌توانیم به وضوح ببینیم که بلافاصله دایره بر یک چهارضلعی نشانده شده است به‌طوری که بخش اعظم معماری اسلامی بر این پایه استوار گردیده است.

روش ترسیم نقوش هندسی

برای بررسی نقش و نگارها از نظر محاسبات، می‌توان از سه مأخذ موجود استفاده کرد :

۱ــ نقش و نگارهای موجود در طرحهای معماری

۲ــ دفاتر گِره یا طومارها، که از پیشینیان به یادگار مانده‌اند (اگر در دسترس باشند)

۳ــ تجربهٔ استادان فن

در قدیم، استادان برای حفظ و انتقال نقشهای آفریده شده، آلبومهایی داشتند که سیمای نقش و نگار را در آن می‌کشیدند. این آلبومها معروف به «دفتر یا طومار گره» بودند.

برای تحلیل محاسبات یا تقسیمات یک نقش و نگار، اساس تشخیص، این دفاتر و اطلاعات‌اند. ولی متأسفانه این دفاتر و اطلاعات نمی‌توانند پاسخگوی سؤالات یک بررسی کامل باشند، چرا که نقش و نگارهای دفاتر یا بدون خطهای قاعده ترسیم شده‌اند یا خطهای قاعده را از داخل نقش پاک کرده‌اند. در صفحات بعد، نمونه‌هایی از نقوش هندسی به همراه روش ترسیم بعضی از آنها ارائه خواهد شد.

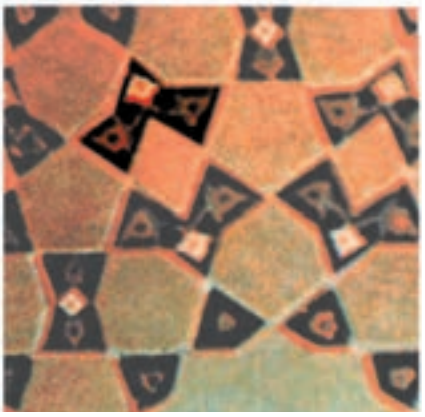
شکل ۴۲ــ تُکَه

شکل ۴۳ــ سِکِرون هشت و زهره

شکل ۴۴ــ طبل چاکدار یا طبل دو لنگی

شکل ۴۵ــ طبل پاگیوه یا طبل گیوه پا

شکل ۴۶ــ شمسهٔ نه



شکل ۴۷ــ سِکِرون کُند شُل

شکل ۴۸ــ شمسهٔ دوازده

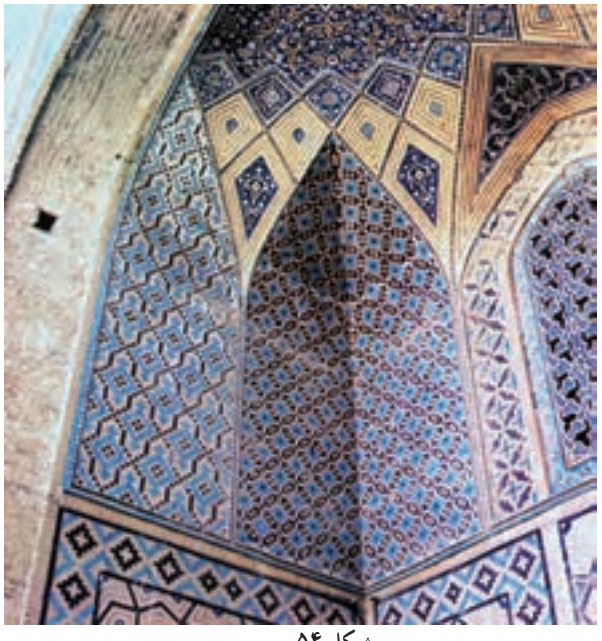
شکل ۴۹ــ پیلی ترنج سرخود

شکل ۵۰– موج کشیده

شکل ۵۱ ــ دانه

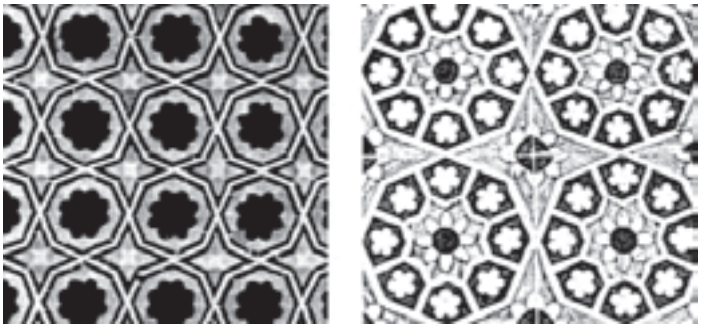
شکل ۵۳ ــ سُرمه‌دان

شکل ۵۲ــ موج آسیابی



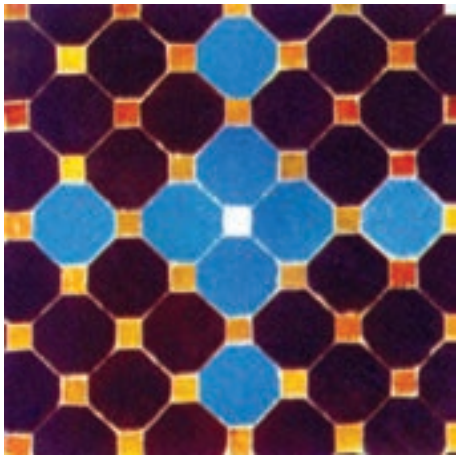
شکل ۵۴ــ موج

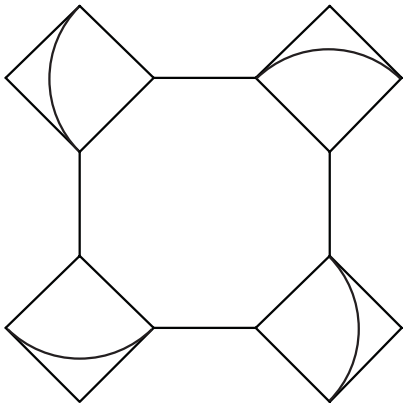
چهار لنگه: مربع ABCD را رسم و از وسط هر ضلع به دو رأس مقابل آن وصل می‌کنیم. خطوط پر رنگی که در شکل مشخص شده‌اند چهار لنگه را تشکیل می‌دهند.



شکل ۵۵

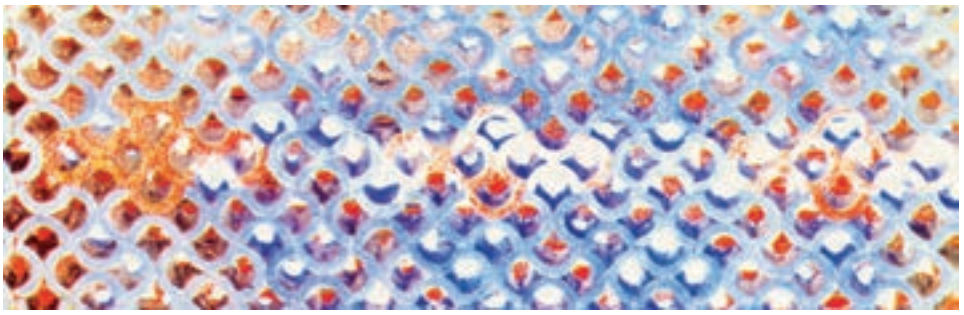
هشت و صابونک یا هشت و مربع: پس از رسم هشت‌ضلعی منتظم، روی چهار ضلعی متناوب آن، چهار مربع رسم می‌کنیم.

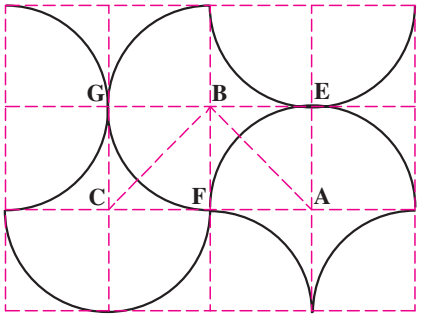




شکل ۵۶

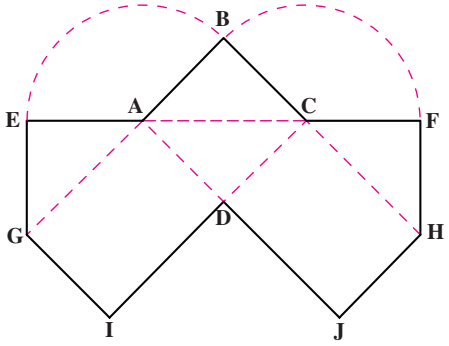
سینه باز: روی جدول شطرنجی، پایهٔ پرگار را در رأس مربع روی نقطه A قرار می‌دهیم و به شعاعی برابر یک ضلع مربع(AF)، کمانی معادل ۱۸۰ درجه رسم می‌کنیم. این نیمدایره دو مربع را دربر می‌گیرد. سپس از نقطهٔ A قطر مربع AFBE را می‌کشیم. آنگاه به مرکز B، که انتهای قطر است، به همان شعاع، یعنی به شعاع BF همچنین کمانی معادل ۱۸۰ درجه می‌کشیم. از نقطهٔ B قطر مربع FCGB را کشیده از نقطهٔ C به شعاع CF مانند دو کمان قبل عمل می‌کنیم.





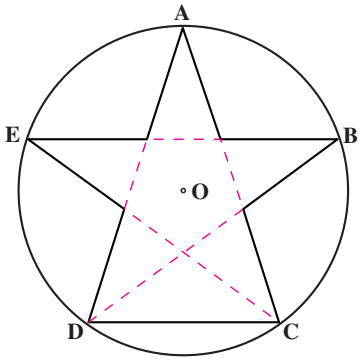
شکل ۵۷

سکرون هشت و «زهره»: مربع ABCD را رسم می‌کنیم. قطر AC و اضلاع مربع را مطابق شکل امتداد می‌دهیم. طول AE و CF را به اندازهٔ ضلع مربع جدا کرده، دو عمود بر آنها اخراج می‌کنیم تا امتداد BA و BC را در G و H قطع کند. سپس از G و H دو خط موازی AD و DC رسم می‌کنیم تا امتداد CD و AD را در I و J قطع کند. خطوط پر رنگ شکل نشان دهندهٔ سکرون هشت و زهره هستند.



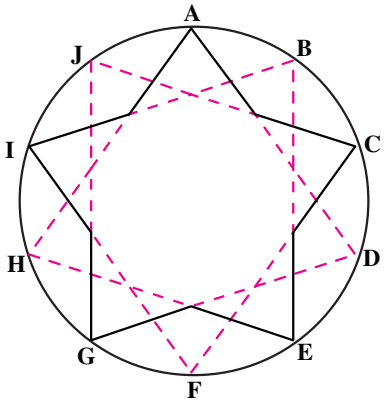
شکل ۵۸

عروسک: دایره‌ای به مرکز O و شعاع OA رسم می‌کنیم. محیط آن را به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم تا نقاط ABCDE به دست آیند. نقاط مزبور را مطابق شکل (از A به C و D ، از B به E و D ، و از C به E و A) وصل می‌کنیم. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند عروسک را تشکیل می‌دهند.



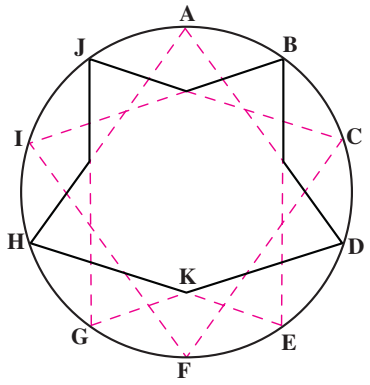
شکل ۵۹

پنج پری کند شل: شمسهٔ تند[ABC...J] مفروض است (نقطه چین). خطوط پر رنگی که در شکل مشخص شده‌اند پنج‌پری کند شل را تشکیل می‌دهند.



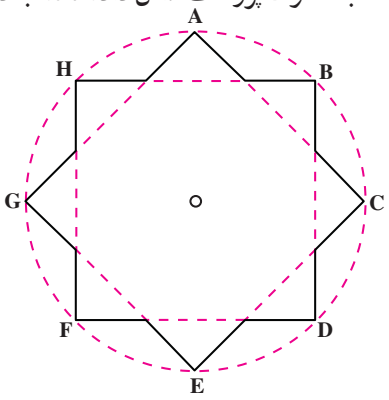
شکل ۶۰

پنج ته بریده: این نقش، بر اساس همان قاعدهٔ پنج پری شل رسم می‌شود. مطابق شکل، از امتداد دو ضلع از این پنج‌پری و تقاطع آنها در نقطهٔ K شکل پنج ته بریده حاصل می‌شود.



شکل ۶۱

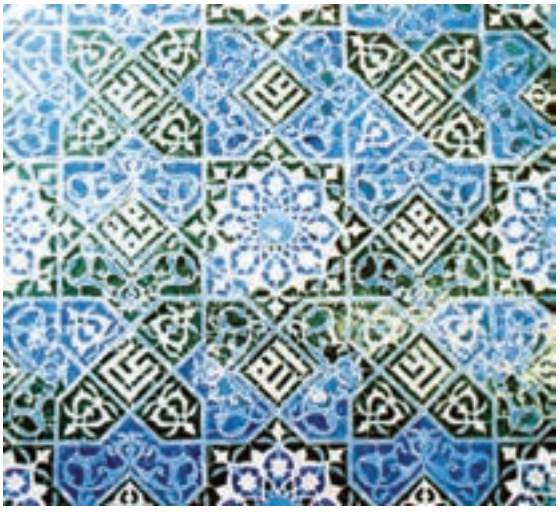
دانهٔ زمینه هشت و سلی: پس از رسم شمسهٔ هشت و تیز ABC...H و امتداد دادن اضلاعی که در شکل مشخص شده‌اند، شکل دانه، که با خطوط پررنگ نشان داده شده، به دست می‌آید.

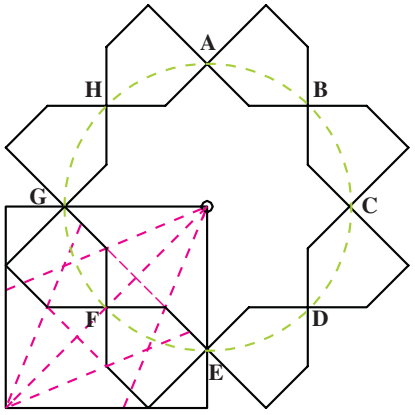


شکل ۶۲

شمسهٔ هشت و تیز یا شمسهٔ چهار سلی بازوبندی: دایره‌ای به مرکز O و شعاع OA رسم می‌کنیم. محیط آن را به هشت قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را یک در میان به هم وصل می‌کنیم. (از A به C، از B به D ...از G به A). [همانند شکل بالا] خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند شمسهٔ هشت و تیز را تشکیل می‌دهند.

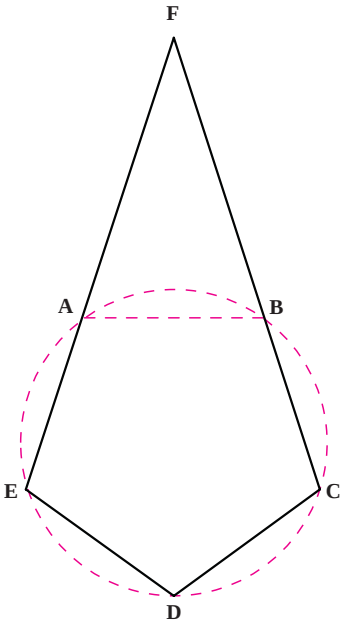
نصف شمسهٔ هشت و تیز، نصف این شکل و ربع شمسهٔ هشت و تیز، یک چهارم آن می‌باشد.





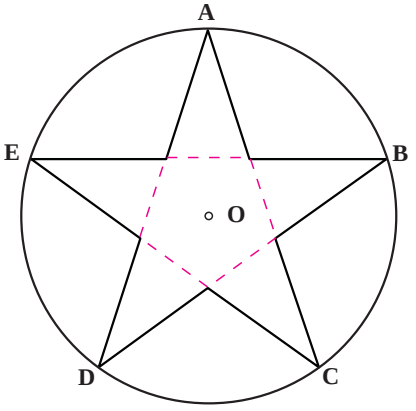
شکل ۶۳

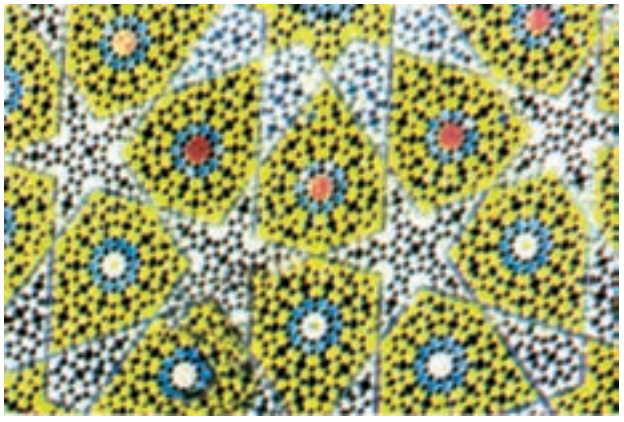
ترنج تند: پنج ضلعی منتظم ABCDE را رسم می‌کنیم و دو ضلع غیر مجاور آن را ادامه می‌دهیم تا یکدیگر را قطع کنند. مثلاً امتدادهای AE و BC یکدیگر را در F قطع می‌کنند. خطوط پر رنگی که در شکل مشخص شده‌اند ترنج تند را تشکیل می‌دهند.



شکل ۶۴

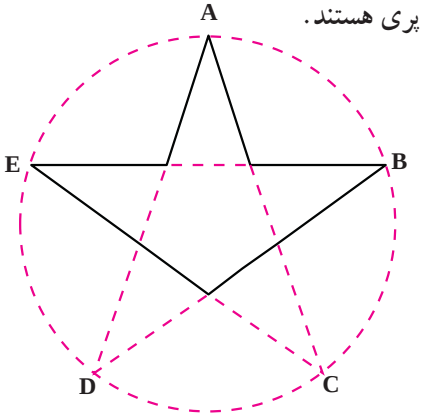
ستاره یا پنج پری تند: دایره‌ای به مرکز O و شعاع OA رسم می‌کنیم. آن را به پنج قسمت مساوی تقسیم کرده، نقاط را یک در میان مطابق شکل به هم وصل می‌کنیم.(از A به C، از C به E ...از D به A) خطوط پررنگ، ستاره یا پنج پری تند را نشان می‌دهند.





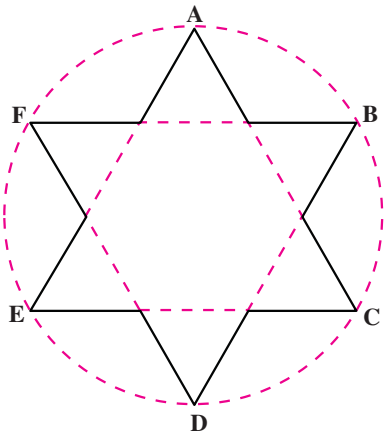
شکل ۶۵

ترقه یا سه پری یا قمی: در اینجا از همان قاعدهٔ تقسیمات ستاره (پنج پری تند) استفاده می‌شود. خطوط پررنگ شکل، نشان دهندهٔ سه پری هستند.



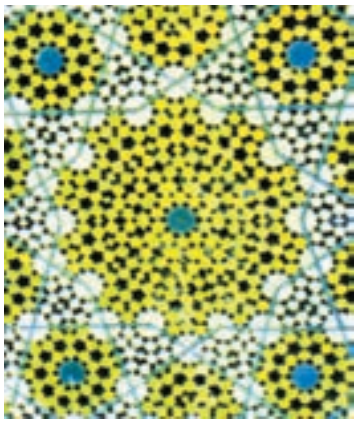
شکل ۶۶

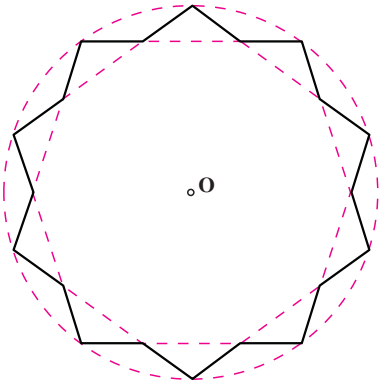
شش پری: محیط دایره را به شش قسمت مساوی تقسیم کرده، نقاط تقسیم را یک در میان به هم وصل می‌کنیم. (A به C ...، F به B ...) خطوط پررنگ شکل، نشان دهندهٔ شش پری هستند.



شکل ۶۷

شمسهٔ ده کند: پس از ترسیم دایرهٔ O و تقسیم آن به ده قسمت مساوی، نقاط تقسیم را یک درمیان به هم وصل می‌کنیم. خطوط پررنگ شکل شمسهٔ ده کند را نشان می‌دهند.

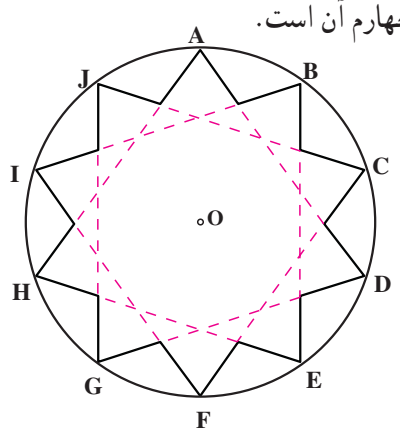




شکل ۶۸

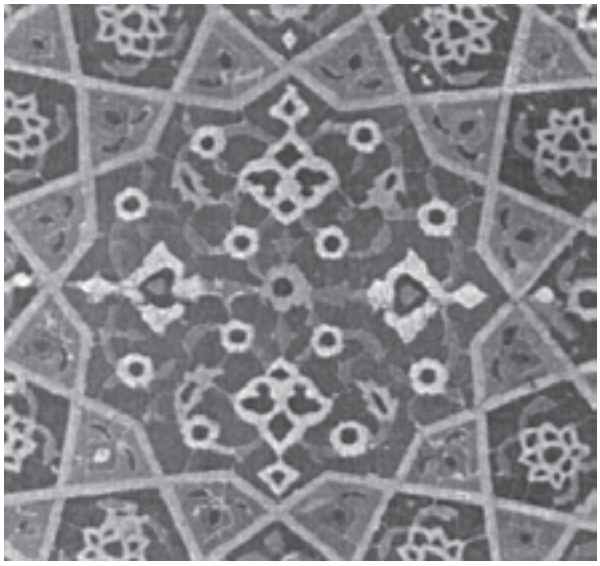
شمسهٔ ده تند: دایره‌ای به مرکز O و شعاع OA رسم می‌کنیم. محیط آن‌را به ده قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. نقاط حاصل را مطابق شکل، دو در میان (از A به D، از B به E ...از J به C) به هم وصل می‌کنیم. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند شمسهٔ تند را تشکیل می‌دهند.

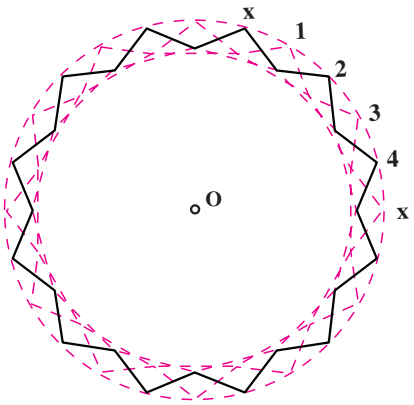
توضیح: نیم شمسهٔ تند، نصف این شکل و ربع شمسهٔ تند، یک چهارم آن است.



شکل ۶۹

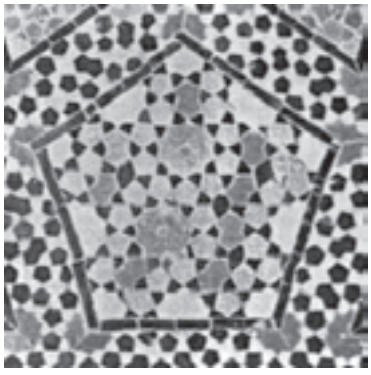
شمسهٔ دوازده: دایرهٔ O را به بیست و چهار قسمت مساوی تقسیم کرده، نقاط تقسیم را چهار در میان به هم وصل می‌کنیم. خطوط پررنگ شکل شمسهٔ دوازده را نشان می‌دهند.

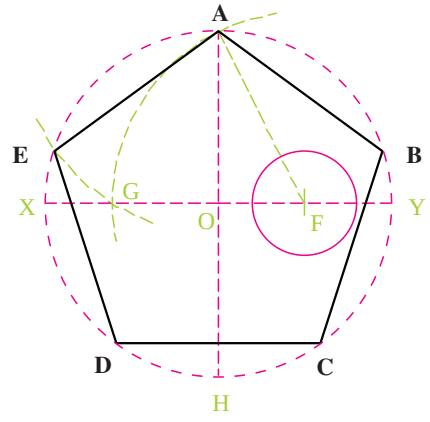




شکل ۷۰

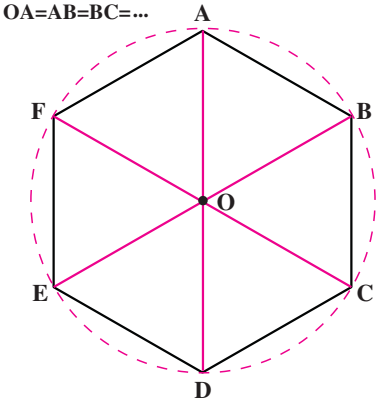
پنج کند (پنج ضلعی منتظم): دایره‌ای به مرکز O و شعاع دلخواه رسم می‌کنیم. سپس دو قطر عمود بر هم AH و XY را رسم کرده، به مرکز F، وسط OY، و شعاع AF، کمانی رسم می‌کنیم تا قطر XY را در نقطهٔ G قطع کند. آن‌گاه به مرکز A و شعاع AG کمان دیگری رسم می‌کنیم. تا دایره را در نقطهٔ E قطع کند. AE یکی از پنج ضلع شکل مورد نظر است.





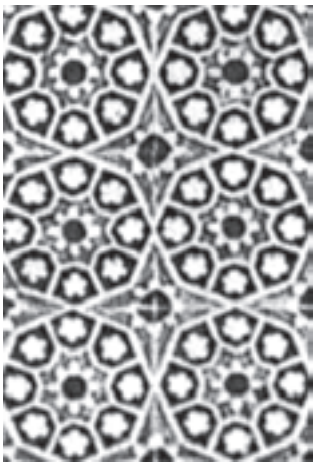
شکل ۷۱

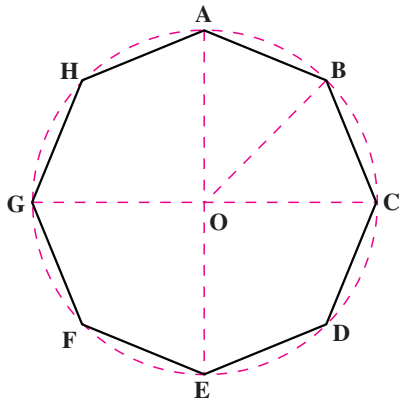
شش ضلعی منتظم: هر ضلع شش ضلعی منتظم برابر است با شعاع دایرهٔ محیطی آن.



شکل ۷۲

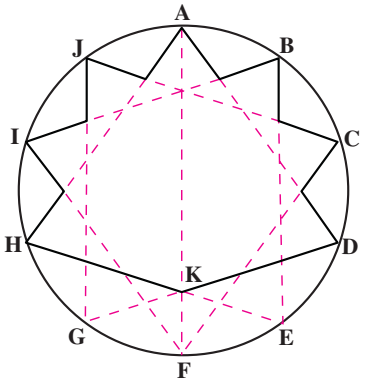
هشت ضلعی منتظم: دایره‌ای به مرکز O و شعاع دلخواه رسم می‌کنیم. دو قطر عمود بر هم GC و AE را رسم کرده، نیمساز زاویهٔ AOC را می‌کشیم. این نیمساز در نقطهٔ B با دایره متقاطع می‌گردد و کمان AC را نصف می‌کند. طول AB یا BC یک ضلع از هشت ضلعی است.





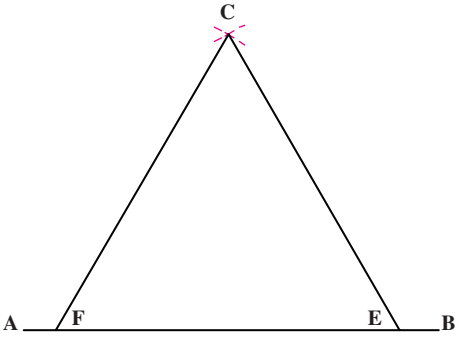
شکل ۷۳

تـه بریـده: شمسهٔ تـنـد [ABC...J] مـفـروض است (نقطه‌چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند شمسهٔ ته بریده را تشکیل می‌دهند.



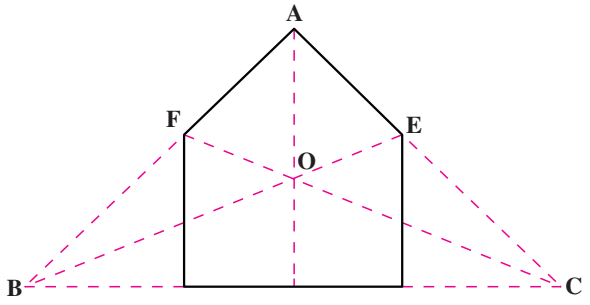
شکل ۷۴

تُکه: خط AB مفروض است. به اندازهٔ دلخواه FE روی آن جدا می‌کنیم. سوزن پرگار را در نقطهٔ E قرار داده به اندازهٔ FE کمانی در بالای خط AB می‌کشیم. سپس سوزن پرگار را در F می‌نهیم و به همان اندازهٔ FE کمان دوم را به نحوی می‌کشیم که کمان اول را در نقطهٔ C قطع کند. از C به E و F وصل می‌کنیم تا تُکه به‌دست آید.



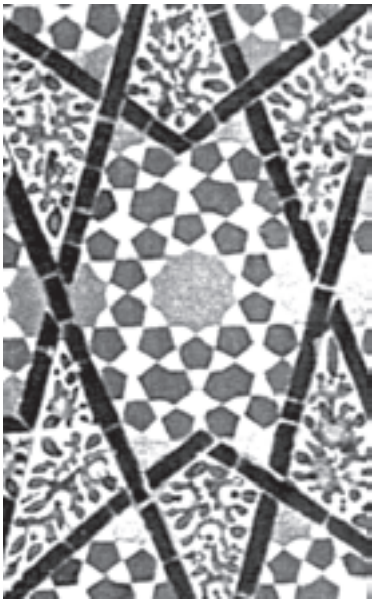
شکل ۷۵

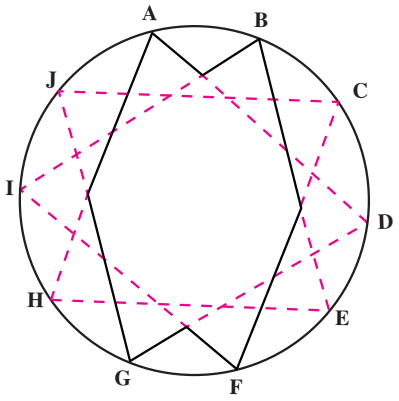
سِلی: مثلث قائم الزاویه متساوی‌الساقین ABC مفروض است. نیمسازهای رئوس B و C، دو ضلع AB و AC را به ترتیب در F و E قطع می‌کنند. از E و F دو عمود بر BC فرود می‌آوریم. خطوط پررنگ شکل، نشان دهندهٔ سِلی هستند.



شکل ۷۶

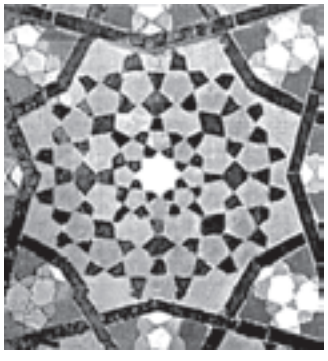
ماکو: شمسهٔ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه‌چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند ماکو را تشکیل می‌دهند.

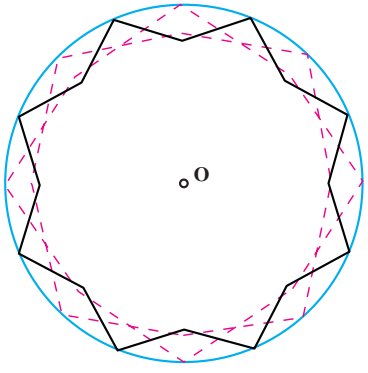


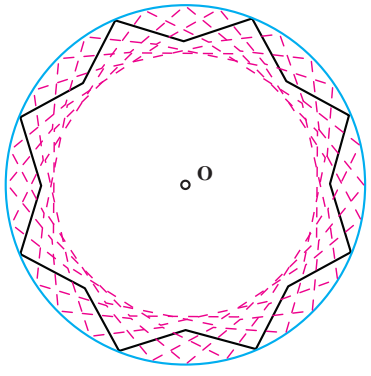


شکل ۷۷

شمسهٔ هشت کند یا شمسهٔ هشت و چهار لنگه: دایرهٔ O را به سی و دو قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را مطابق شکل متناوباً پنج در میان یا شش در میان به هم وصل می‌کنیم. سپس خطوط را در دایرهٔ پنج در میان به شکل یک در میان پررنگ می‌کنیم و در دایرهٔ شش در میان به شکل سه در میان پررنگ می‌نماییم. خطوط پررنگ شکل، نشان دهندهٔ شمسهٔ کند هستند.

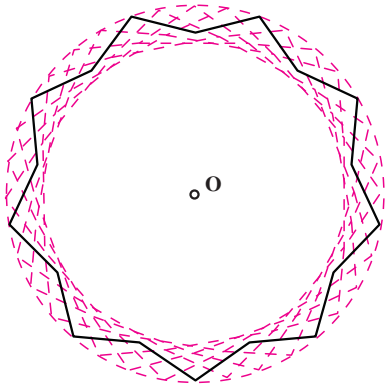






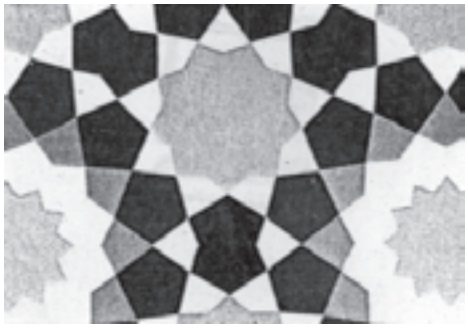
شکل ۷۸

شمسهٔ نه: دایرهٔ O را به سی و شش قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را، مطابق شکل، شش در میان به هم وصل می‌کنیم.



شکل ۷۹

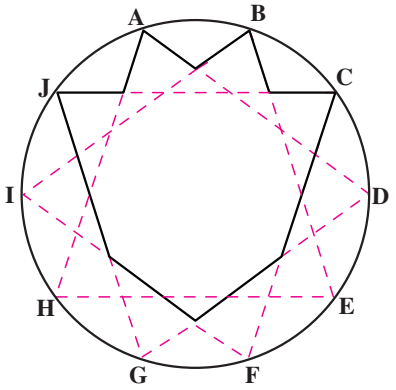
خطوط پررنگ شکل، نشان دهندهٔ شمسهٔ نه هستند.



شش پری کند یا شمسهٔ شش کند: پس از ترسیم دایره و تقسیم آن به دوازده قسمت مساوی(به وسیلهٔ سه ربع در دایره)، نقاط تقسیم را یک در میان به‌هم وصل می‌کنیم. مطابق شکل شش پری کند یا شمسهٔ شش کند حاصل می‌شود.

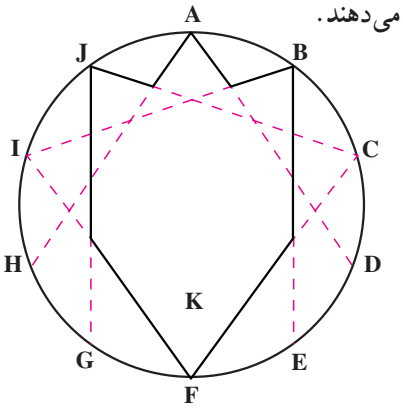
شکل ۸۰

برگ چنار: شمسهٔ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه‌چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند برگ چنار را تشکیل می‌دهند.



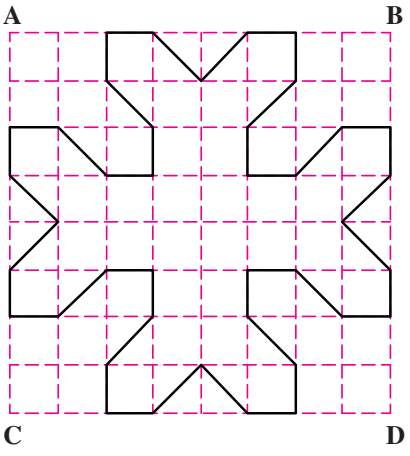
شکل ۸۱

دانهٔ تند: شمسهٔ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه‌چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند، دانه را تشکیل می‌دهند.



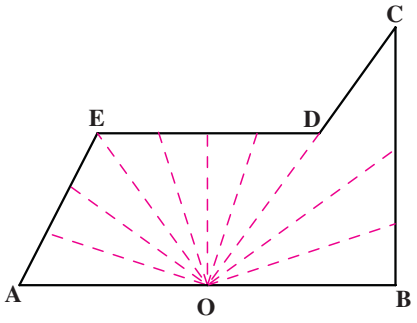
شکل ۸۲

موج آسیابی: مربع ABCD را به زمینهٔ شطرنجی هشت در هشت تقسیم می‌کنیم. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند، موج آسیابی را تشکیل می‌دهند.



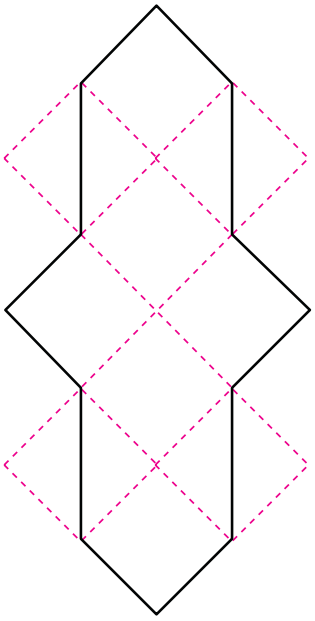
شکل ۸۳

موج: روی خط AB، نقطهٔ O را، در وسط AB، در نظر می‌گیریم و این زاویهٔ نیم صفحه را به ده قسمت مساوی تقسیم کرده، خطوط قاعده را رسم می‌کنیم. خط هفتم قاعده، در نقطهٔ C با عمودی که از B اخراج می‌کنیم متقاطع می‌شود. از نقطهٔ D، وسط OC، خطی به موازات AB رسم می‌کنیم تا خط سوم قاعده را در نقطهٔ E قطع کند، از E به A وصل می‌کنیم. یک چهارم شکل به دست می‌آید که می‌توان آن را کامل کرد.



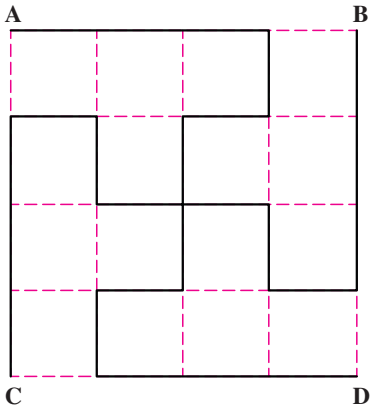
شکل ۸۴

موج کشیده: مطابق شکل، از وصل کردن رئوس ده مربع مجاور، موج کشیده حاصل می‌شود (خطوط پررنگ).



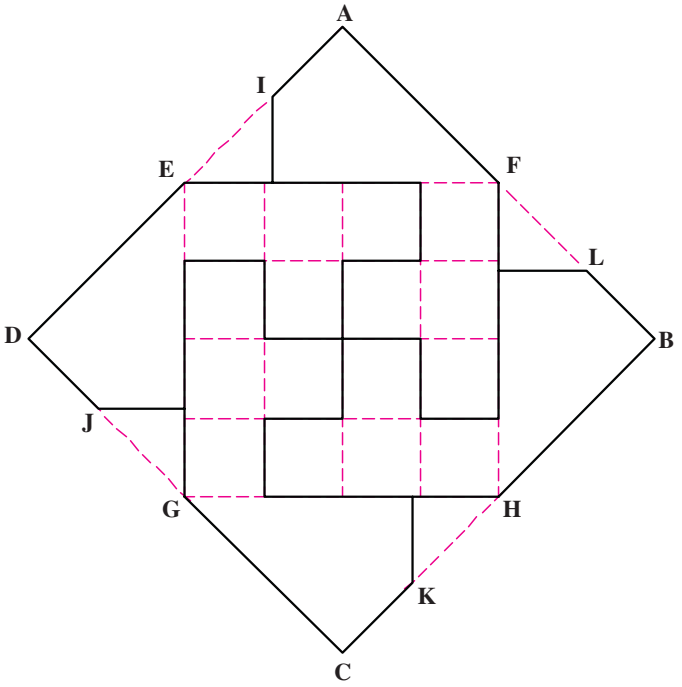
شکل ۸۵

پیلی: مربع ABCD را رسم می‌کنیم. اضلاع آن را به چهار قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را مطابق شکل به هم وصل می‌کنیم تا زمینهٔ شطرنجی به دست آید. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند پیلی را تشکیل می‌دهند.



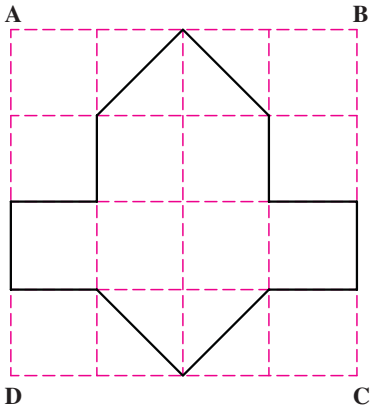
شکل ۸۶

پیلی ترنج سر خود: مربع ABCD را رسم می‌کنیم. سپس از وصل کردن اواسط اضلاع مربع، مربع دیگری به دست می‌آوریم که آن را EFGH می‌نامیم. در داخل این مربع، یک پیلی رسم می‌کنیم. سپس نیمساز هر یک از زوایای BFG، CGH، DHE و AEF را رسم می‌کنیم تا ضلع مقابل خود از مربع ABCD را به‌ترتیب در نقاط J، K، L و I قطع کنند. در پایان، از این نقاط، چهار عمود بر اضلاع مربع EFGH فرود می‌آوریم. خطوط پررنگ شکل، پیلی ترنج سرخود را نشان می‌دهند.



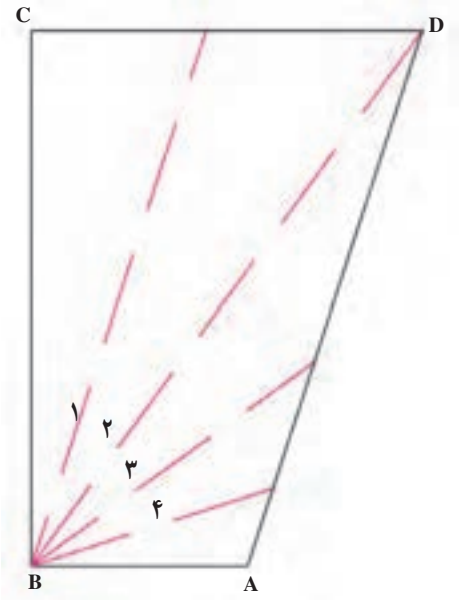
شکل ۸۷

سِکِرون هشت و پیلی یا سکرون در سکرون : مربع ABCD را رسم می‌کنیم و آن را به زمینهٔ شطرنجی چهار در چهار تقسیم کرده، رئوس مربعهای واحد را مطابق شکل به هم وصل می‌کنیم.



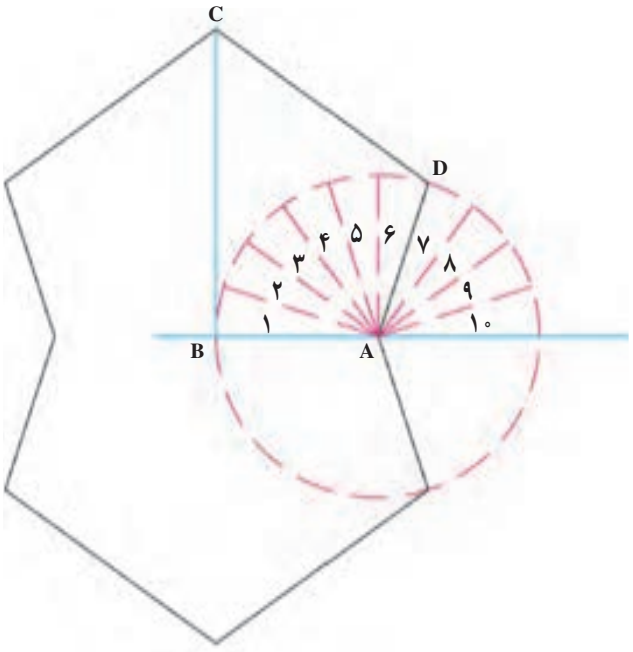
شکل ۸۸

گیوه: زاویهٔ قائمه B مفروض است. آن را به پنج قسمت مساوی تقسیم کرده خطوط قاعده را می‌کشیم. نقطهٔ A را روی یک ضلع زاویه به اندازه‌های دلخواه جدا می‌کنیم. از A خطّی موازیِ خط اول قاعدهٔ B رسم می‌کنیم (خط ۱) تا خط دوم قاعده را در D قطع کند. از D خطی موازی AB رسم می‌کنیم تا ضلع دیگر زاویهٔ B را در نقطهٔ C قطع کند. به این ترتیب یک چهارم شکل حاصل می‌شود، که می‌توان آن را کامل کرد.



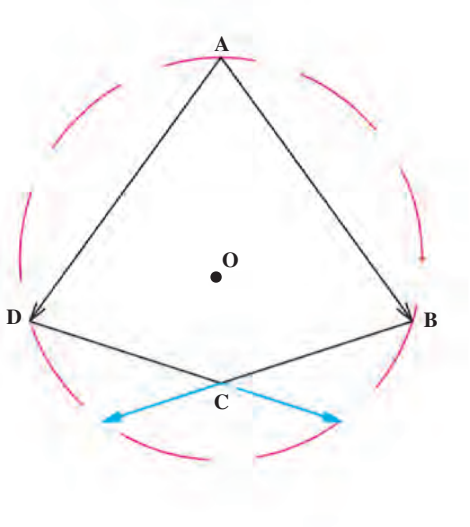
شکل ۸۹

طبل کند: زاویهٔ نیم صفحهٔ A را به ده قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و خطوط قاعده را می‌کشیم . نقطهٔ B را روی یک ضلع از این زاویه انتخاب کرده، عمودی از آن خارج می‌کنیم و به‌اندازهٔ AB روی خط ششم قاعده جدا می‌کنیم تا نقطهٔ D خطی موازی خط دوم قاعده رسم می‌کنیم تا عمودی را که بر AB اخراج کرده‌ایم در نقطهٔ C قطع کند. به این ترتیب یک چهارم شکل رسم شده است و می‌توان آن را کامل کرد.



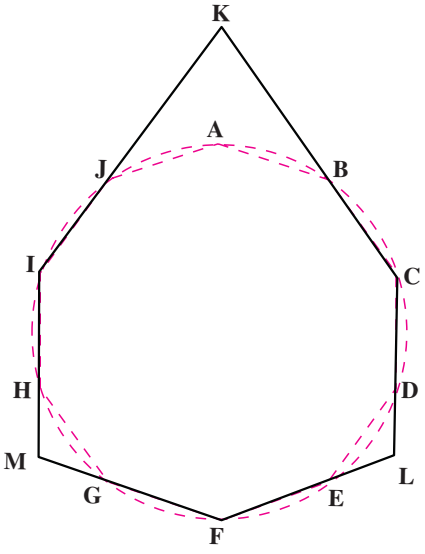
شکل ۹۰

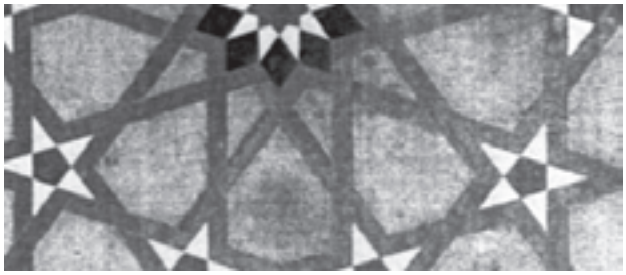
ترنج کند: دایره‌ای به مرکز O و شعاع OA رسم می‌کنیم. محیط آن را به ده قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را از نقطهٔ A یک‌بار از سمت چپ و یک‌بار از سمت راست دو در میان مطابق شکل به هم وصل می‌کنیم. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند ترنج کند را تشکیل می‌دهند.



شکل ۹۱

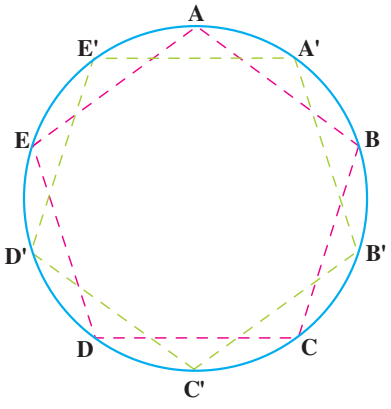
شش تند: ده ضلعی [ABC...J] را رسم می‌کنیم. دو ضلع BC و IJ را امتداد می‌دهیم تا یکدیگر را در نقطهٔ K قطع کنند. همچنین از امتداد CD و FE نقطهٔ L حاصل می‌شود و نقطهٔ M از امتداد FG و IH به دست می‌آید. شکل مسدود KCLFMI را شش تند می‌گویند.



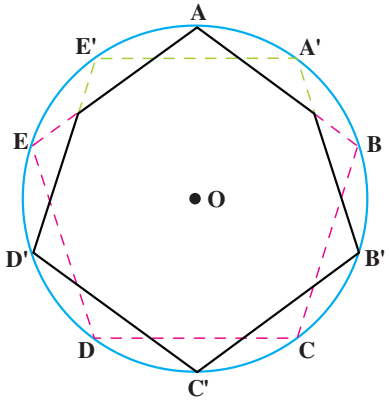


شکل ۹۲

شش کند شل: دایره‌ای به مرکز O و شعاع دلخواه رسم می‌کنیم و محیط آن را به ده قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. دو پنج ضلعی درون آن رسم نموده و سپس مانند شکل آنها را به هم وصل می‌نماییم. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند شش کند شل را تشکیل می‌دهند.



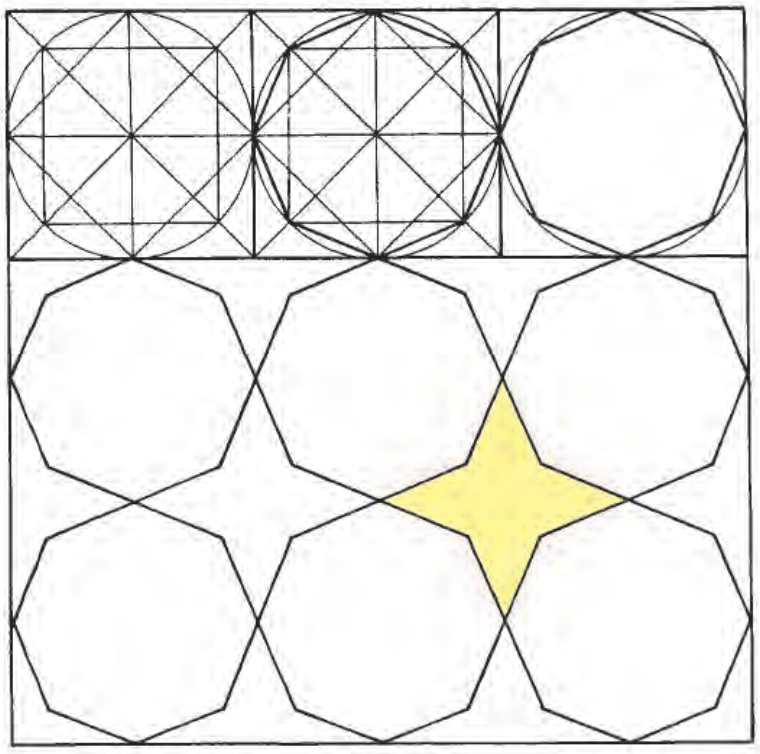
الف



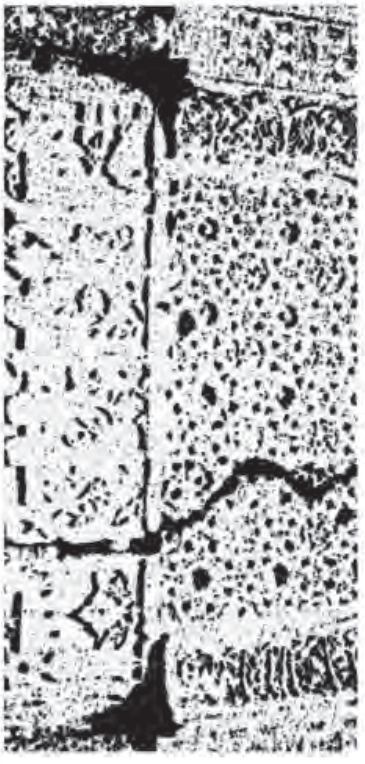
ب

شکل ۹۳

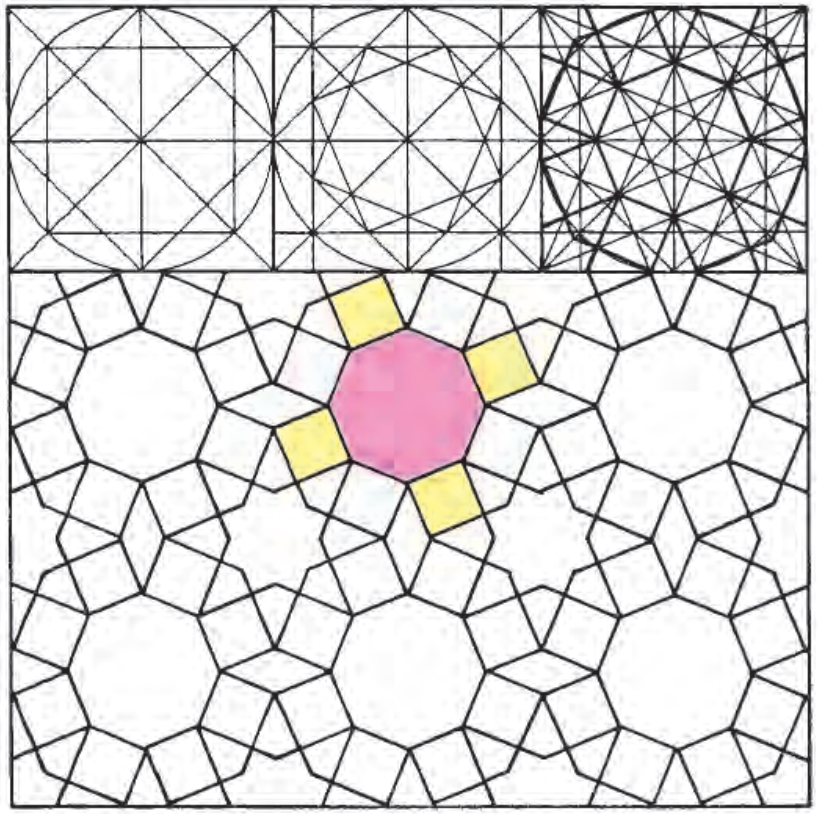
مسجد جامع فرومد، ایران، از قرن ۷ هـ /۱۳م.



طرز ترسیم کامل شکل ۵۵ (چهار لنگه)

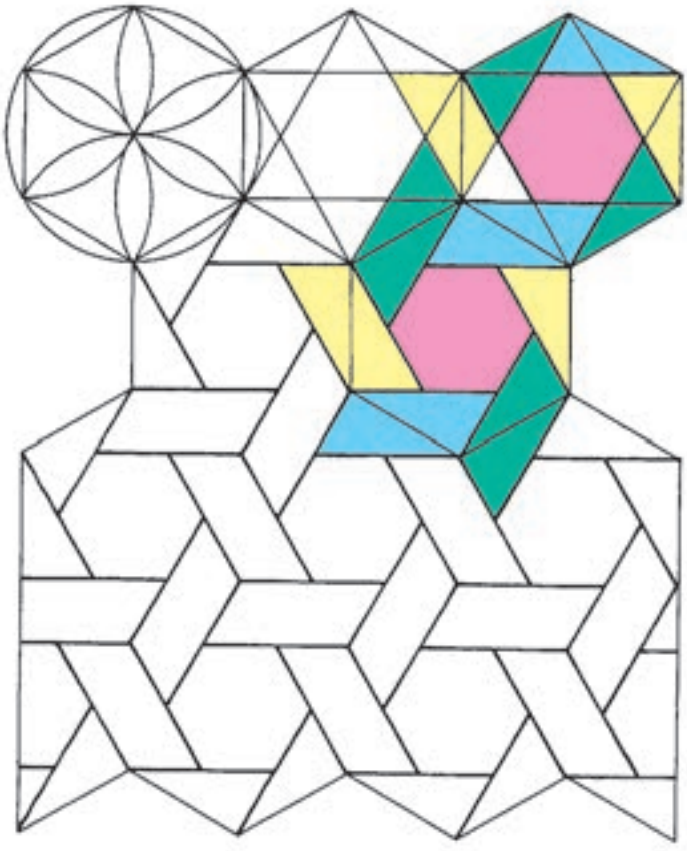


قسمتی از آرامگاه خواجه اتابک،
کرمان، ایران از قرن۶هـ /۱۲م.



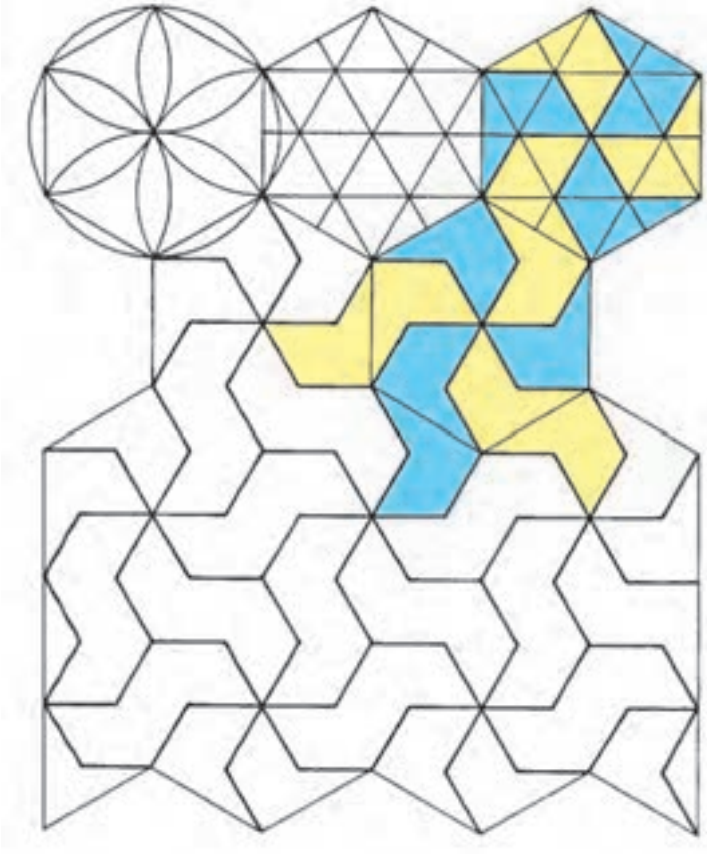
طرز ترسیم کامل شکل ۵۶ (هشت و صابونک یا هشت و مربع)

از خمسهٔ نظامی، هرات، افغانستان، مورخ ۸۹۹ هـ/ ۱۴۹۴ م.



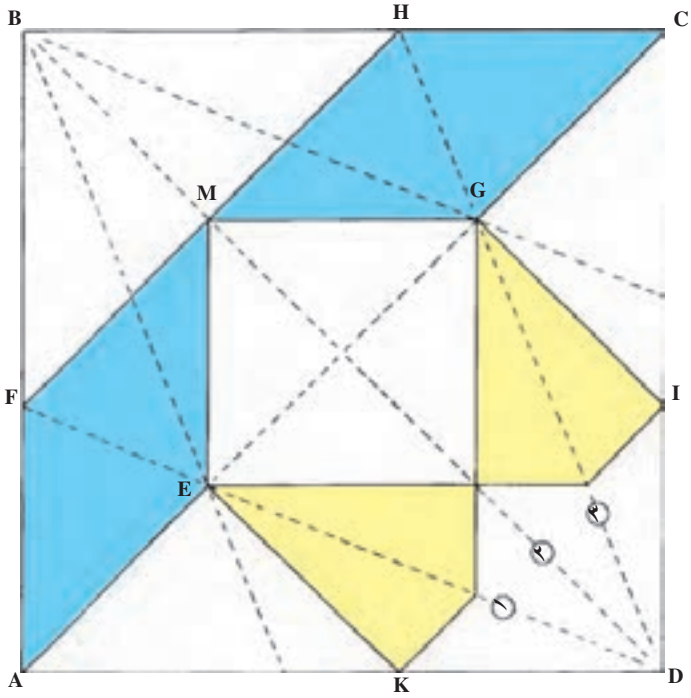
یک نوع دیگر از به‌کارگیری شش ضلعی منتظم (توضیح بیشتر شکل ۷۲) در کنار عنصری دیگر

برج مزار، خرقان، ایران، مورخ ۴۵۹ هـ / ۱۰۶۷م.

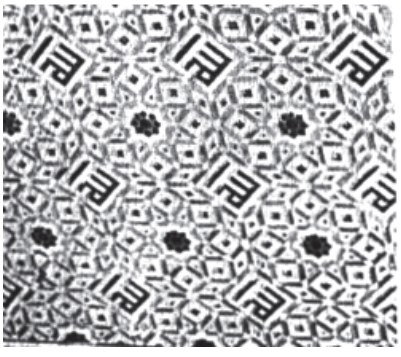


به‌کارگیری قالب شکل بالایی (شش‌ضلعی منتظم) با تداخل در هندسهٔ شش‌ضلعی کناری، که منجر به پیدایش شکل جدیدی شده است.

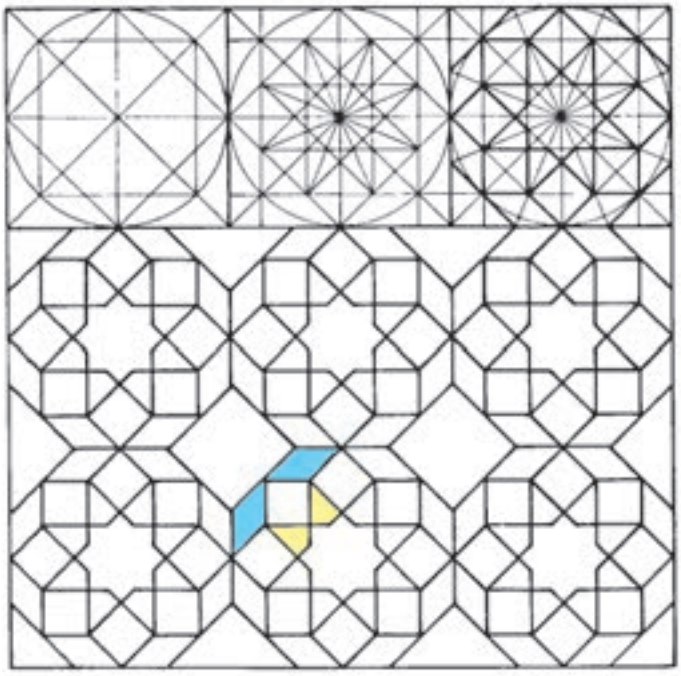
هشت و مربع گردان روآلت یا کلیل: زاویهٔ $\hat{D}$ از مربع ABCD را به چهار قسمت مساوی تقسیم کرده، خطوط قاعده را می‌کشیم. خط اول قاعده در E با قطر AC و در F با ضلع AB تلاقی می‌کند و خط سوم قاعده در G با قطر AC و در H با ضلع BC متقاطع می‌شود. از G دو خط رسم می‌کنیم، اولی به‌موازات قطر BD، که در نقطهٔ I با ضلع CD تلاقی می‌کند و دومی به‌موازات CD. همچنین از E دو خط می‌کشیم، اولی به‌موازات قطر BD که در نقطهٔ K با ضلع AD متقاطع می‌شود و دومی به‌موازات AD. از I به K و از F به H وصل می‌کنیم. FH در نقطهٔ M با قطر BD تقاطع می‌کند. از M به E و G وصل می‌کنیم. شکل کامل می‌شود (خطوط پررنگ) و می‌توان آن را به‌روش قرینهٔ محوری گسترش داد.



شکل ۹۴ــ طرز ترسیم هشت و مربع گردان

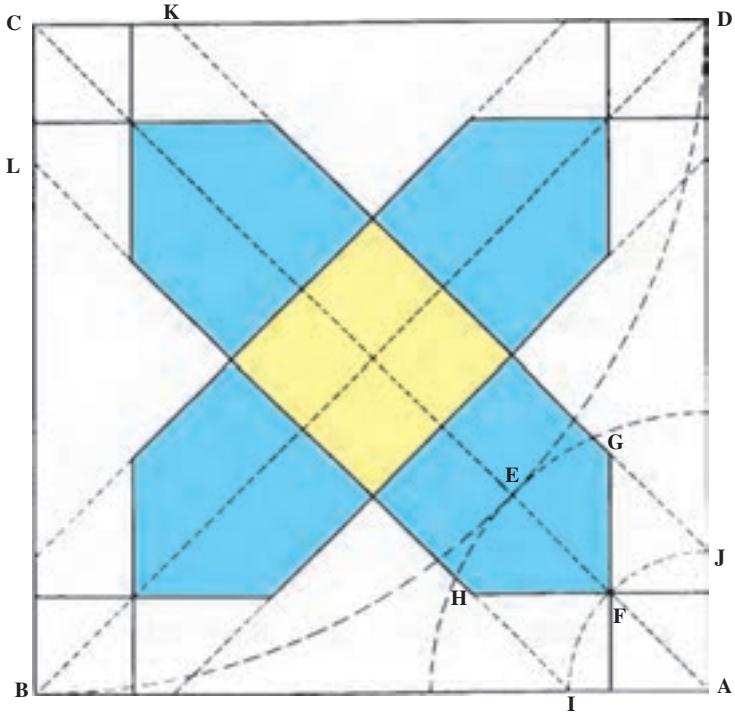


مدرسه، خرگرد، ایران، مورخ ۸۴۸ هـ /۱۴۴۴ م.

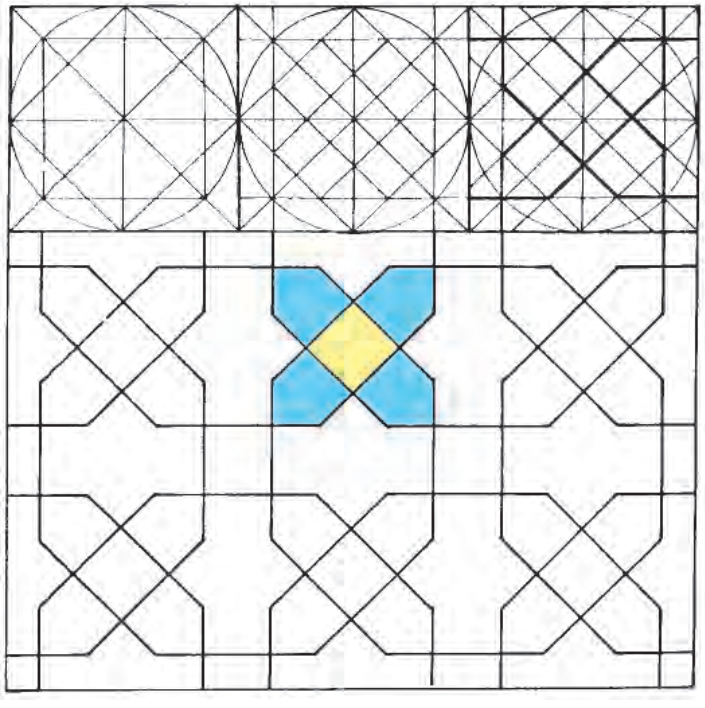


شکل ۹۵ــ طرز ترسیم یک طرح تکمیلی از هشت و مربع گردان

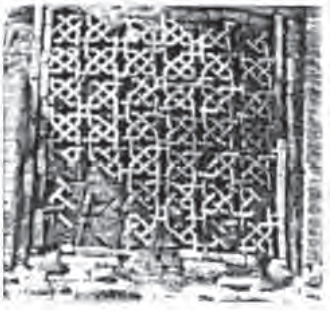
موج و سِلی مربع قناس: مربع ABCD را به ضلع دلخواه رسم می‌کنیم و کمانی به مرکز C و شعاع $\overline{CB}$ می‌زنیم. این کمان قطر AC را در نقطهٔ E قطع می‌کند. سپس به مرکز A و شعاع $\overline{AF} = \frac{۱}{۲}\overline{AE})\overline{AF}$ کمان دیگری می‌زنیم تا اضلاع AB و AD را به‌ترتیب در نقاط I و J قطع کند. آن‌گاه خطوط زیر را رسم می‌کنیم : از J و I دو خط به‌موازات قطر AC و از F نیز دو خط، یکی به موازات AD و یکی به موازات AB. خطوط دیگر را مطابق همین قاعده برای زوایای دیگر مربع رسم می‌کنیم تا شکل کامل گردد. (خطوط پررنگ) و می‌توان آن را به‌روش قرینهٔ محوری گسترش داد.



شکل ۹۶ــ طرز ترسیم موج و سِلی مربع قناس

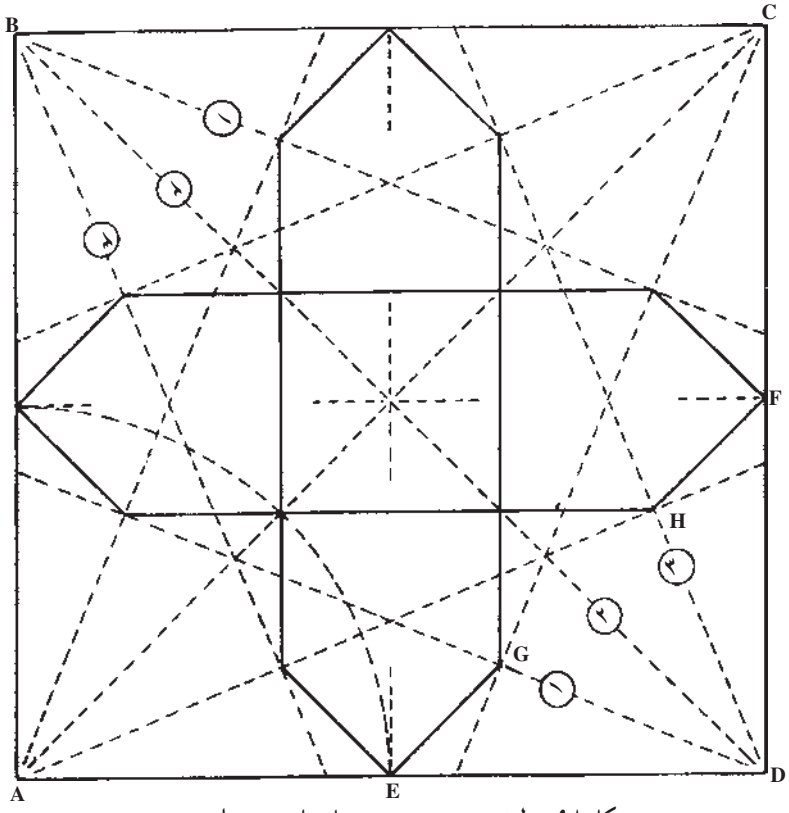


شکل ۹۷ــ یک طرح تکمیل شده با استفاده از نقش فوق

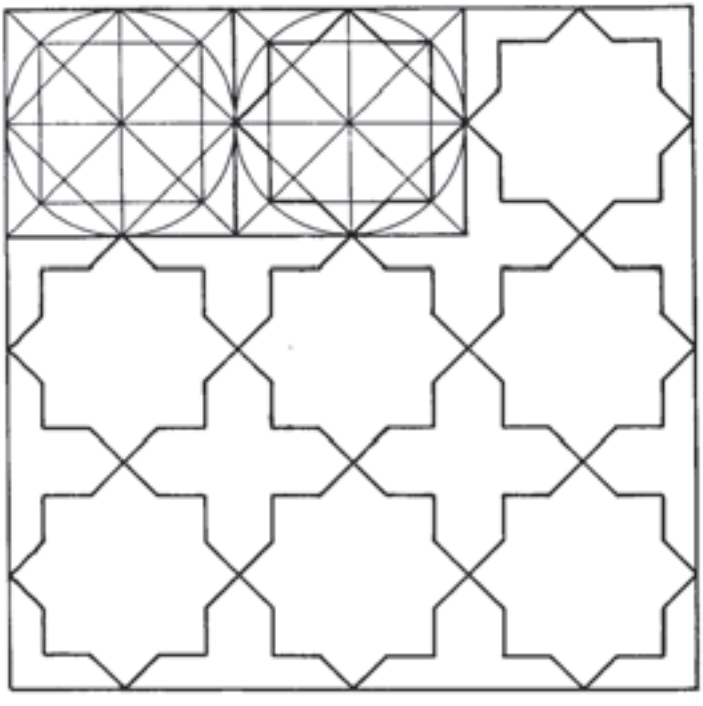


مناره، جام، افغانستان، از قرن ۷ هـ /۱۳ م.

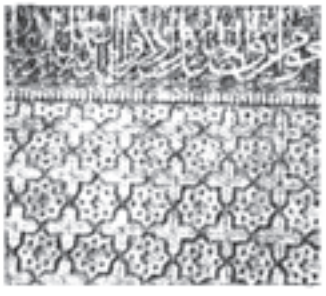
شمسه و چهار سلی مربع‌دار: زوایای مربع ABCD را به چهار قسمت مساوی تقسیم و خطوط قاعدهٔ آنها را رسم می‌کنیم. از نقطهٔ E، وسط AD، به نقطهٔ F، وسط CD، وصل می‌کنیم. این خط در نقطهٔ G با خط اول و در نقطهٔ H با خط سوم قاعدهٔ $\hat{D}$ متقاطع می‌شود. از G خطی به‌موازات CD و از H خطی به‌موازات AD رسم می‌کنیم. اگر خطوطی را که در زاویهٔ $\hat{H}$ کشیدیم در سایر رئوس مربع تکرار کنیم، شکل کامل می‌شود (خطوط پررنگ) و می‌توان آن را به‌روش قرینهٔ محوری گسترش داد.



شکل ۹۸ــ طرز ترسیم شمسه و چهارسلِی مربع دار



شکل ۹۹ــ یک طرح گسترش‌یافته از نمونهٔ فوق



مسجد جامع، ورامین، ایران، از قرن ۸ هـ /۱۴ م.

تمرین

۱ــ یکی از نقشهای هندسی موجود در کتاب را طبق روش گفته شده ترسیم نمایید و سپس، بدون این که خطوط فرضی را پاک کنید، خطوط اصلی را پر رنگ نمایید.

۲ــ یکی از نقشهای هندسی ارائه شده را در جدولی با ابعاد ۱۰×۱۰ سانتیمتر، ابتدا با مداد ترسیم نموده، سپس خطوط اصلی را پررنگ و ترسیمات مدادی را پاک کنید. اینک، درون اجزای مختلف نقوش هندسی را به سلیقهٔ خود رنگ‌آمیزی نمایید. (به یاد داشته باشید که برای رنگ‌گذاری، از مقوای مناسب و رنگهای مرغوب استفاده کنید.)

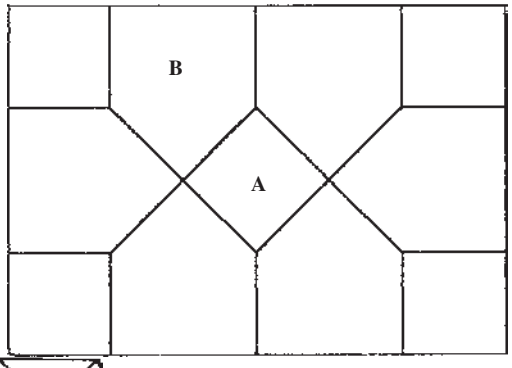
* نکته‌ای که در پایان این بخش ذکر آن ضروری به‌نظر می‌رسد این است که دانش‌آموزان عزیز امتحان درس حاضر را به‌صورت عملی و با استفاده از ترسیم، برگزار خواهند کرد.

کاربرد نقوش هندسی در گره‌کشی

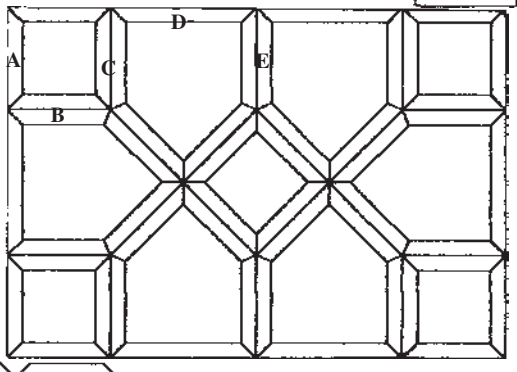
هندسه، به‌خاطر قانونمندبودن و دقتی که در جزءجزءِ ساختارش نهفته‌است می‌تواند قالبی بسیار مناسب برای به‌وجود آوردن و چیدمان نقوشی باشد که با قدرت خلاقهٔ هنرمندان حاصل می‌شود.

در نقوش هندسی تنوع بسیاری وجود دارد. بعضی، از خطوط مستقیم تشکیل شده‌اند و برخی، کاملاً منحنی و دارای پیچشهای نرم‌اند. آنهایی که از خطوط صاف تشکیل شده‌اند، برای گره‌کشی چوب، کاشی و آجر مناسب‌ترند و نقوشی که دارای انحنا هستند در گره چینیهای گچ و معرقهای کاشی و چوب، کاربرد بهتری دارند.

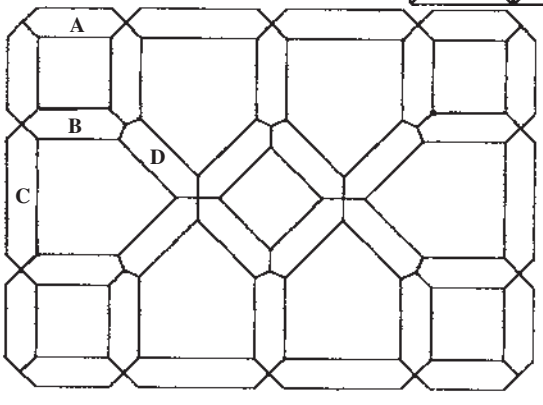
کلاً، نقوش هندسی متشابه به‌خاطر شکل خاص قابل گسترش، این توانایی را در اختیار سازنده قرار می‌دهند که وی بتواند با تنوعی محدود و با سرعتی بسیار بالاتر از پیچیدگی طرح به پیش رفته، کار خود را به‌خوبی ادامه دهد و به اتمام برساند.



شکل ۱۰۰ــ گرهٔ کاشی ۲ تکه



شکل ۱۰۱ــ گرهٔ آجر ۵ تکه



شکل ۱۰۲ــ گرهٔ چوب ۴ تکه

تعریف گره: گره‌ها نقوشی هندسی هستند که از چیدن لتهای (قطعات) مختلف در کنار یکدیگر پدید می‌آیند. گره‌ها را با مواد و مصالح مختلفی مانند چوب، کاشی، آجر و... می‌توان به‌وجود آورد.

اکثر این نقش و نگارها در شکلهای هندسی مانند مربع مستطیل یا چند ضلعی ساخته می‌شوند و این چند ضلعیها از طریق تقسیم سطح نقش و نگار به‌وسیلهٔ خطوطی که خط قاعده نامیده می‌شوند و تکراری هستند پدید می‌آمده‌اند.

این مربعها یا مربع مستطیلها ساده نیستند و به‌وسیلهٔ خطهای قاعده، آنها را به بخشهای زیادی قسمت می‌کنند که اجزای ریزتری به‌وجود می‌آورند، مانند مثلث و چند ضلعی و غیره.

در هرصورت گره را نیز مانند نقوش هندسی می‌توان به دو جزء خطهای قاعده یا محاسبات تشکیل دهندهٔ نقش اصلی و بخشهایی که داخل اجزای نقش اصلی ترسیم می‌شوند، تقسیم کرد.

چون گره، در گچ، کاشی، چوب و آجر وجود دارد، چند نوع تعریف می‌توان برای آن متصوّر شد :

● گره‌سازی بر روی گچ، از دیر باز در ایران مرسوم بوده ولی در دوران اسلامی به اوج خود رسیده است. به این شکل که نقوش هندسی گره را روی دیواره‌ای گچی ترسیم می‌نموده و برخی قسمتها را می‌تراشیده و گود یا برجسته می‌کرده‌اند و در برخی کارها نیز، دیواره‌های گچی را که روی آن نقوش گره ترسیم شده بود به شکل مشبک درمی‌آورده‌اند و گاهی اوقات نیز از تلفیق هر دو، به نتایج مطلوب‌تری دست می‌یافته‌اند.

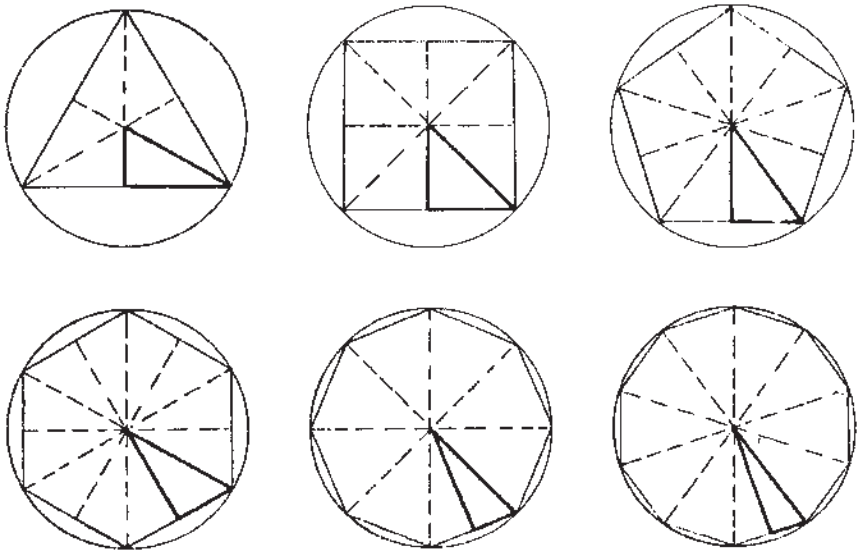
● درمورد کاشی نیز طرح و نقشهای مختلفی با اشکال چند ضلعیهای هندسی، در کنار یکدیگر قرار می‌گرفته و درنتیجه نقشهای بدیع گره کاشی، حاصل می‌شده است.

● گره چوب، یکی دیگر از انواع گره است که از زمان صفویه رایج گردیده است. نمونهٔ آن را می‌توان در اکثر پنجره‌های آن زمان مشاهده نمود. از لحاظ سازه، گره‌های چوب اتصالات کوچکی هستند که به‌صورت فاق و زبانه در یکدیگر قفل می‌شوند. گاه دربین گره‌ها، به‌تناوب شیشه‌های رنگی گذارده می‌شوند که با تابیدن نور، جلوه و درخشش زیبایی به‌وجود آورده و سبب ایجاد آرامشی روحانی در محیط می‌گردند. (این کار اکنون نیز به شکل بسیار ساده‌تر رایج است.)

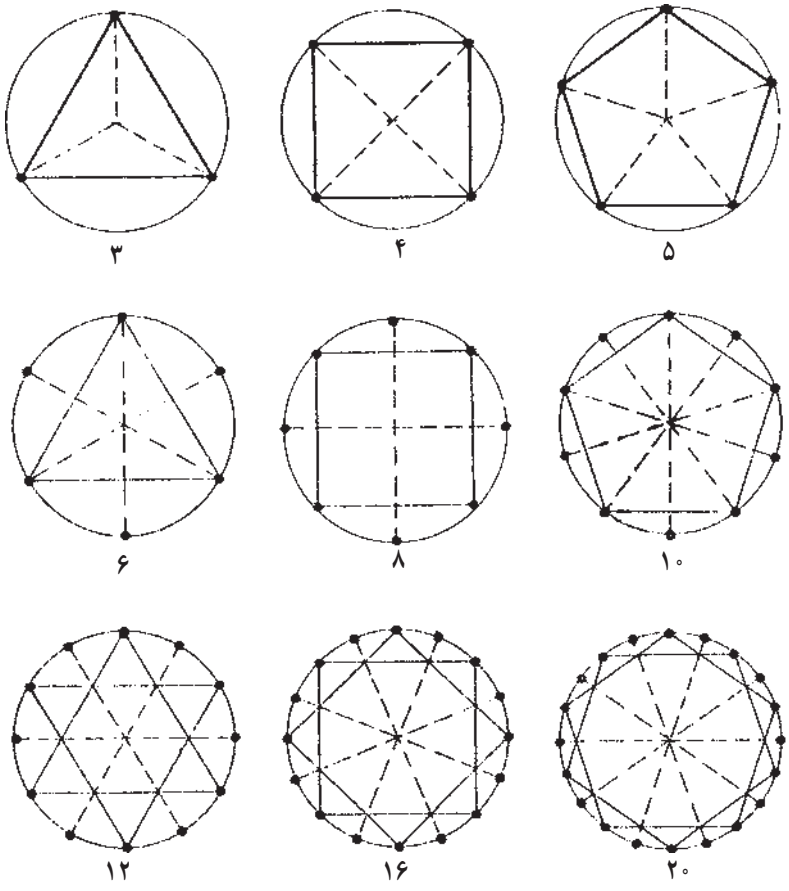
گره‌سازی مشبّک: گاه در گره‌چوب، تکه‌هایی از مشبک داخل می‌کنند که به «گره‌سازی مشبک» معروف است.

گره‌سازی معرّق: اگر در بین اتصالات و گره‌ها، از تکه چوبهای معرّق استفاده شود، گره‌کاری معرق ایجاد می‌گردد گاهی نیز می‌توان از وجود معرّق و مشبّک، به‌صورت توأم در گره‌سازی استفاده کرد که نتیجهٔ بسیار زیباتری را در پی خواهد داشت.

گره‌کشی آجر، بسیار سریع‌تر از گره‌های دیگر است و می‌تواند در به‌وجود آمدن طرحهای ساده و کارآ، به‌ویژه دردیواره‌های مشبک بین دو فضا، ستونها، سر درها و مناره‌ها به‌خوبی عمل کرده، فضاهای مناسب و نویی را بیافریند و همان‌گونه که مشخص است این گره‌ها از کنار هم قرار دادن آجرهایی که در طولهای متفاوت و با زوایای مشخص بریده شده‌اند به‌وجود می‌آیند. نقوش گره روی دیواره و مناره‌ها اغلب به شکل خطوط کوفی بنایی بوده و از آجرهای تزیینی منقوش و یا آجر با اشکال خاص ساخته شده است که در طرحهای کتاب به آنها اشاره شده است.



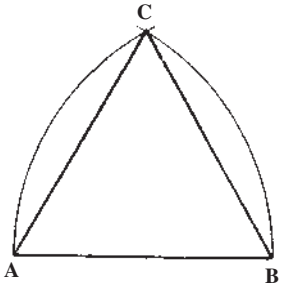
شکل ۱۰۳ــ واحدهای جزء مثلث قائم‌الزاویه، درون واحدهای مبنای محاط در دایره



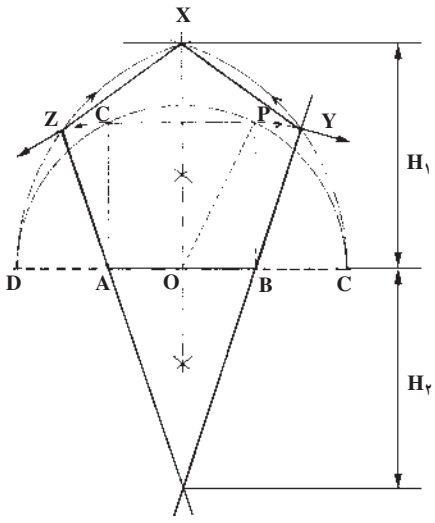
شکل ۱۰۴ــ تقسیمات اولیهٔ محیط دایره به چندضلعیها

ترسیم گره براساس زیر نقش دایره، مربع، مثلث (تصاعد هندسی)

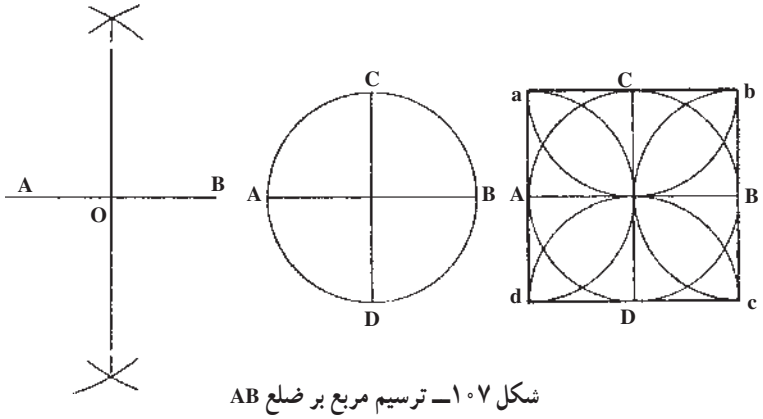
همان گونه که در قسمتهای قبل ذکر شد، گره‌ها می‌توانند براساس نقششان از دایره، مربع یا مثلث نشأت گرفته و به‌وجود آمده باشند. در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می‌کنیم :



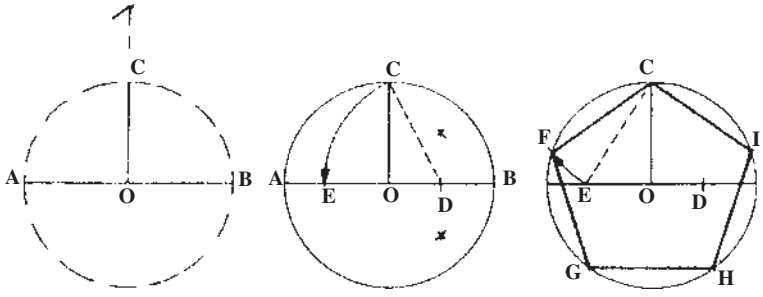
شکل ۱۰۵ــ به‌دست آوردن یک سه ضلعی منظم براساس ضلع AB



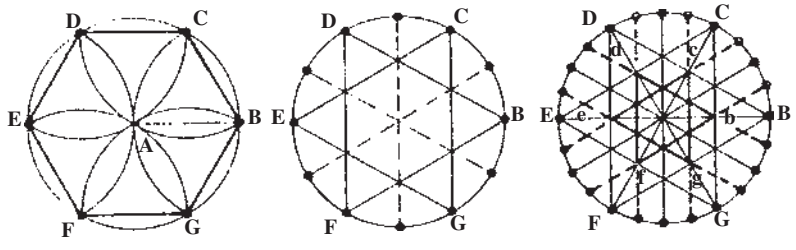
شکل ۱۰۶ــ ترسیم یک پنج ضلعی براساس ضلع داده شدهٔ AB



شکل ۱۰۷ــ ترسیم مربع بر ضلع AB



شکل ۱۰۸ــ ترسیم پنج ضلعی بر قطر AB

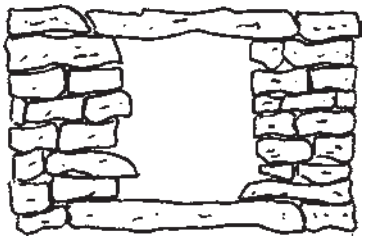


شکل ۱۰۹ــ ترسیم شش ضلعی بر شعاع AB

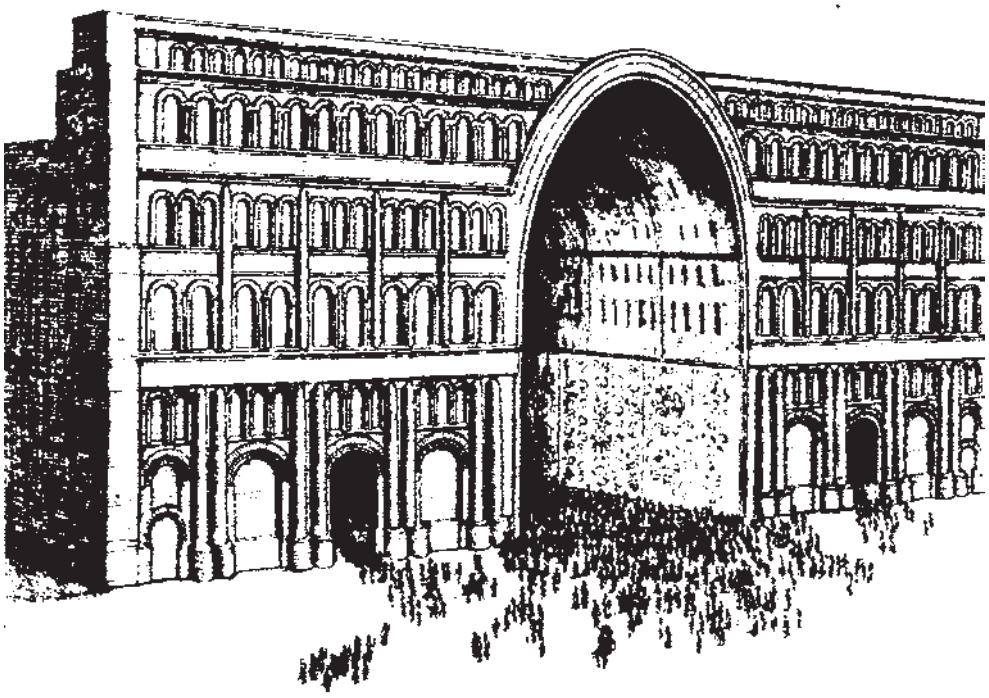
طاق و قوس در معماری ایران ــ تاریخ پیدایش قوس

انسانهای نخستین که در آغاز سرپناه ثابتی نداشتند، با پشت‌سر گذاشتن دوران صحراگردی و کوه‌نشینی، به غارنشینی روی آوردند و در این زمان بود که سرپناه در ابعادی محدود به‌وجود آمد. با توجه به شکل(۱۱۰)، ملاحظه می‌شود که این پوشش، اولین قوسی بوده است که انسانهای نخستین ساخته‌اند و ایستایی آن، فقط ناشی از پیوند قطعات سنگی است. با پیدایش نژادها و اقوام، آداب و رسوم، فرهنگ و درنتیجه هنر قومی به‌وجود آمد.

از عصر ساسانیان، بناهایی باقی مانده است که با انواع قوسها و پوششهای طاقی ساخته شده است، ازجمله : طاق کسری و طاق بستان.



شکل ۱۱۰



شکل ۱۱۱ــ طاق کسری

شکل ۱۱۲ــ طاق بستان

معماران ایرانی که مقارن ظهور اسلام از هرجهت در هنر معماری پیشرفت کرده بودند، هنرهای وسیع خود را به‌خدمت اسلام گرفتند.

در اینجا به برخی از انواع رایج طاق و قوس به‌همراه تصاویر و بعضی روشهای ترسیم آنها، اشاره می‌شود :

تقسیم‌بندی قوسها

به‌طور کلّی، قوسها به‌سه دسته تقسیم می‌شود :

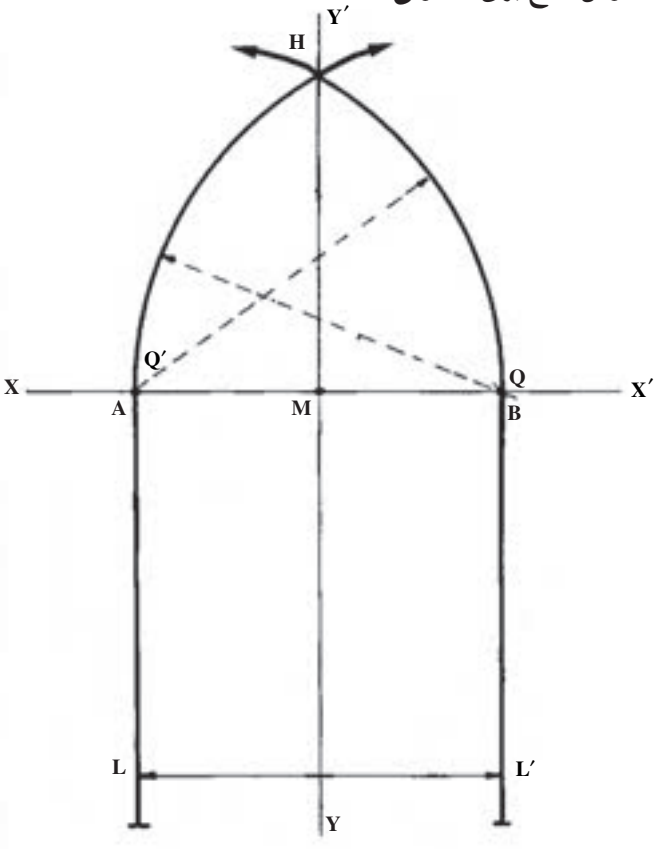
۱ــ قوسهای مدوّر و مشابه آن ۲ــ قوسهای تیز (شاخ‌بزی)

۳ــ قوسهای تزیینی

۱ــ قوسهای مدوّر و مشابه آن: این قوسها برای تحمّل نیروهای فشاری و در بعضی موارد، به‌عنوان قوسهای تزیینی به‌کار می‌رود. اکثر قوسهای اولیهٔ مدور، از این گروه بوده‌اند. از جمله کاخهای سیستان و طاق کسری.

۲ــ قوسهای تیز (شاخ‌بزی): این قوسها برای تحمّل نیروهای فشاری، به‌خصوص در پوشش گنبدها به‌کار می‌رود. دربـعضی موارد از قوس تـیز، در کارهای تزیینی استفاده می‌شود.

قوس شاخ بزی معمولی



گنبد قبر آقا در تهران

هتل عباسی تهران

شکل ۱۱۳

طرز ترسیم:

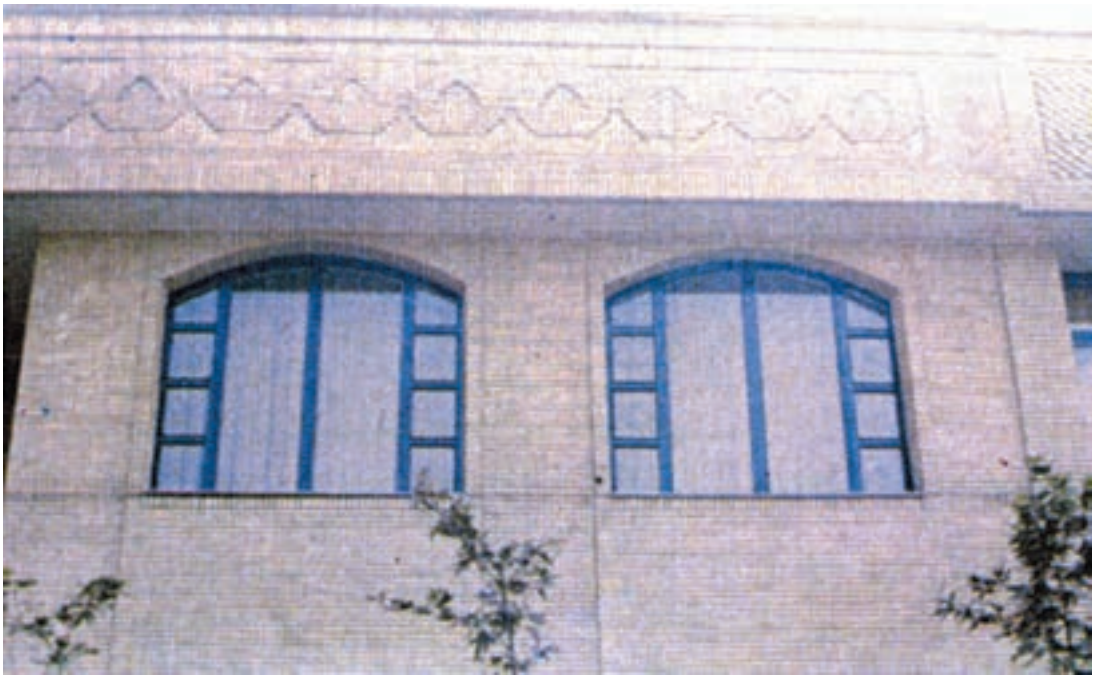
۱ــ ابتدا خطوط دو ستون (BL′ و AL) و محورهای عمودی (YY′) و افقی (LL′ و XX′) رسم می‌شود.

۲ــ سپس به مراکز A و B (محل تلاقی محور افقی با دو ستون) به شعاع OA و QB کمانهایی رسم می‌شود تا محور عمودی را در H قطع کند.

قوس تخت

شکل ۱۱۴ــ طاق با قوس تخت ضلع شمالی کاخ گلستان

قوس‌کمانی



شکل ۱۱۵ــ نماسازی آجری در بناهای جدید

برای ایجاد قوسها ابتدا باید قالبی برای آنها تهیه نمود. در این مبحث طرز ساختن قالب یک قوس به‌عنوان نمونه تشریح می‌شود.

روش ساختن قالب قوس کمانی

برای ساختن قالب قوس، ابتدا باید زمینی تراز داشته باشیم. سپس قوس را به شرح ذیل روی زمین خط گذاری می‌نماییم (شکل ۱۱۶).

۱ــ امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی را به اندازهٔ واقعی روی زمین «خط» می‌کنیم.

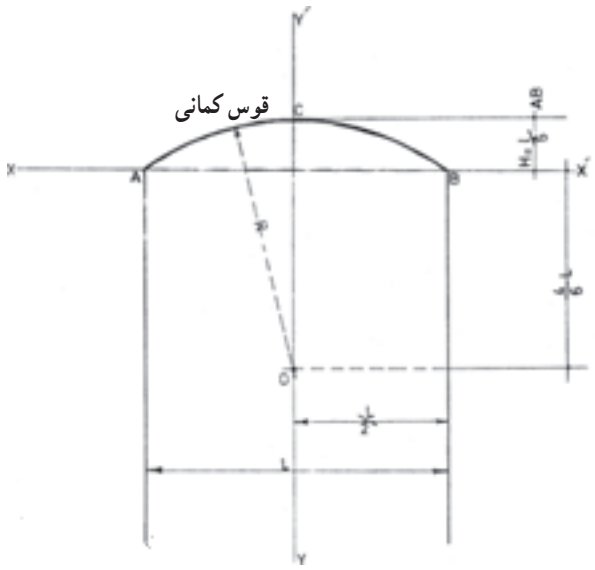
۲ــ ارتفاع خیز قوس را از نقطهٔ O بر روی خط وسط نشانه مشخص کرده (نقطهٔ C) و بعد نقطهٔ جَست قوس یعنی A را تعیین می‌کنیم و قوس را تا B ادامه می‌دهیم.

۳ــ برای یافتن نقطهٔ قرارگیری سوزن پرگار ریسمانی، حلقه‌ای که به سر ریسمان زده‌ایم را حول میخ کوبیده شده در نقطهٔ O می‌اندازیم و سر دیگر ریسمان را که به مداد وصل است را تا نقطهٔ A ادامه می‌دهیم. خط‌کشی را از نقطهٔ A با محوریت O آغاز کرده و تا نقطهٔ B ادامه می‌دهیم. اکنون خط قوس را که نمای نهایی است داریم.

۴ــ برای مشخص‌کردن خط زیر قالب (قالب مخصوص آجرچینی دارای ضخامتی می‌باشد که روی آن مطابق با خط کشیده‌شدهٔ بالاست. ولی برای مشخص‌کردن خط زیر این قالب که باید زیر همان خط روی زمین ترسیم شود، باید ضخامت قالب را داشته باشیم) به اندازهٔ ضخامت قالب از نقطهٔ O پایین رفته و خط زیرین را در پایین خط اصلی قوس ترسیم می‌نماییم. اکنون ترسیمات پایان‌یافته و کار آمادهٔ قراردهی آجرها برای ساخت قالب و سپس قراردهی قالب بین دو ستون ساختمان می‌باشد تا عملیات آجرزنی شروع شود. ولی اکنون باید قالب را مطابق محاسبات تعیین‌شده روی خطوط ترسیم‌یافته، بسازیم.

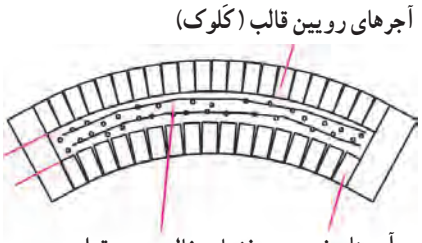
۵ــ برای ساختن قالب گچی آجرهای لازم را همان‌گونه که باید روی کار اصلی چیده شوند در بالای قوس ترسیمی می‌چینیم (کَلوُک‌چینی) (شکل ۱۱۷). و همین کار را هم در پایین قوس انجام می‌دهیم. فاصلهٔ بین دو آجر طبق محاسبات باید به اندازهٔ یک آجر میانی باشد. بین آجرها را با ملات آب‌بندی کرده و اقدام به ریختن گچ تا نیم ارتفاع می‌نماییم. سپس میل‌گردها را روی گچ ریخته شده قرار داده و بقیهٔ دوغاب گچ را می‌ریزیم تا ارتفاع پر شود.

پس از خشک شدن، کلوکها را برداشته و قالب را خارج می‌نماییم. آن‌را پرداخت کرده و بین دو ستون ساختمان برای ساخت قوس آجری قرار می‌دهیم.



شکل ۱۱۶ــ پیاده کردن قوس روی زمین

قوس مستقیم یک و دو



شکل ۱۱۷ــ قالب برای ساختن قالب قوس هلالی

شکل ۱۱۸ــ بنای برج آزادی

روش ترسیم قوس مستقیم یک و دو

۱ــ امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.

۲ــ مرکز O_2 روی محور عمودی به فاصله $\frac{1}{6}$ از محور افقی (AB) مشخص می‌شود.

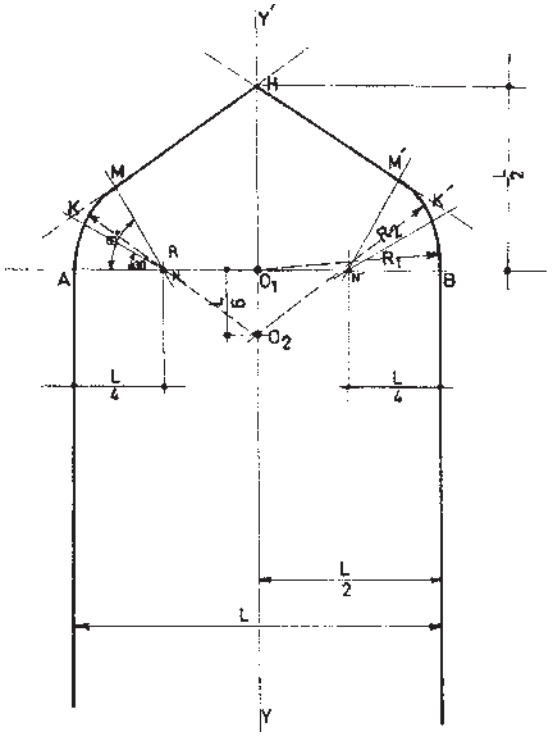
۳ــ نقطهٔ N روی محور افقی به فاصله $\frac{1}{4}$ (AB) از ستونها تعیین و از این نقطه دو خط NK و NM به زاویه ۳۰ و ۶۰ نسبت به محور افقی خارج می‌شود.

۴ــ یک کمان از محور O_1 به B (R_L) و دیگری از O_2 به K' (R_2) کشیده شده و تا M' ادامه می‌یابد که در تقاطع ۳۰ درجه و ۶۰ درجه با هم برخورد کرده و یک قوس ترکیبی را به‌وجود می‌آورند.

۵ــ ارتفاع قوس روی محور عمودی به طول $\frac{1}{2}$ دهانه (L) از نقطهٔ O_1 تا نقطه H معلوم می‌شود ($\frac{L}{2}$).

۶ــ دو نقطه M' و H در یک امتداد مستقیم به‌هم وصل می‌شود.

۷ــ موارد ذکر شده برای ترسیم شانه دیگر قوس نیز به‌کار می‌رود.



شکل ۱۱۹

۳ــ قوسهای تزیینی: همان‌طور که از نام این دسته از قوسها برمی‌آید برای زینت دادن نماهای بناها به‌کار می‌رود. این قوسها به اشکال گوناگون ترسیم می‌شوند که قوس مستقیم یا تخت، از ساده‌ترین انواع آنهاست. از دیگر انواع این قوس می‌توان به قوس کمانی و قوس نیم‌دایره اشاره کرد.

قوس نیم‌دایره

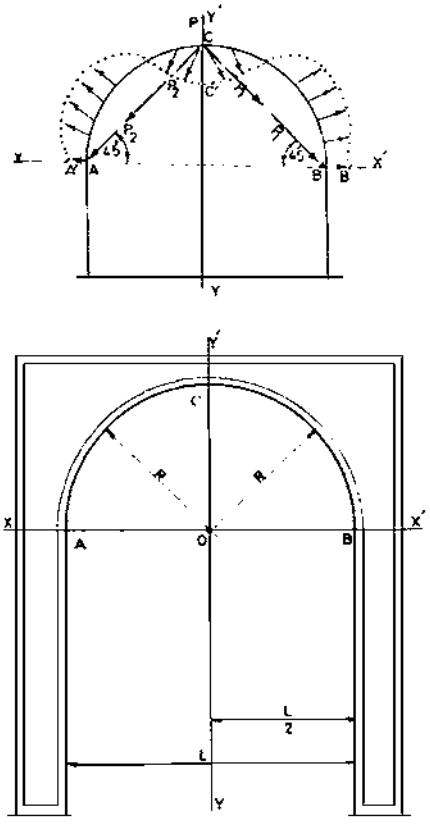
ترسیم قوس نیم‌دایره

۱ــ محور عمودی، به فاصله $\frac{1}{2}$ دهنه از دو ستون ترسیم می‌گردد.

۲ــ محور افقی، عمود بر محور قائم رسم می‌شود.

۳ــ دو ستون از نقاط A و B به فاصله $\frac{1}{2}$ دهنه از محور عمودی به‌موازات یکدیگر رسم می‌شود.

۴ــ از نقطه O مرکز تقاطع دو محور افقی و عمودی، به شعاع $\overline{R}$ ($\frac{1}{2}$AB) از نقطهٔ A شروع و پس از عبور از نقطه C یعنی نقطه خیز، به ضلع مقابل ختم (B) و نیم‌دایره رسم می‌شود.



شکل ۱۲۰

شکل ۱۲۱ــ عمارت چهلستون قزوین

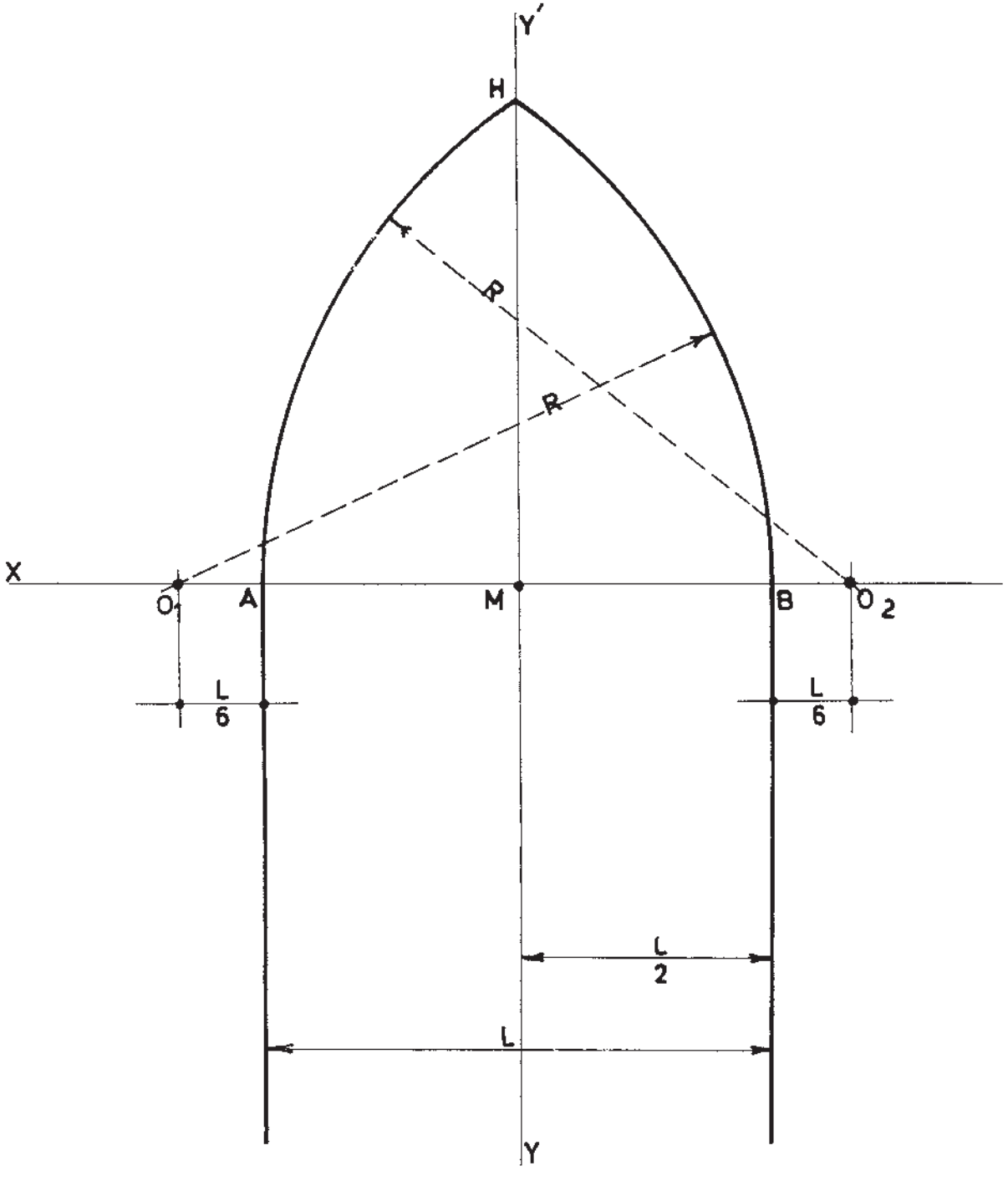
شکل ۱۲۲ــ دروازه کوشک قزوین

قوس شاخ‌بزی تند

۱ــ امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.

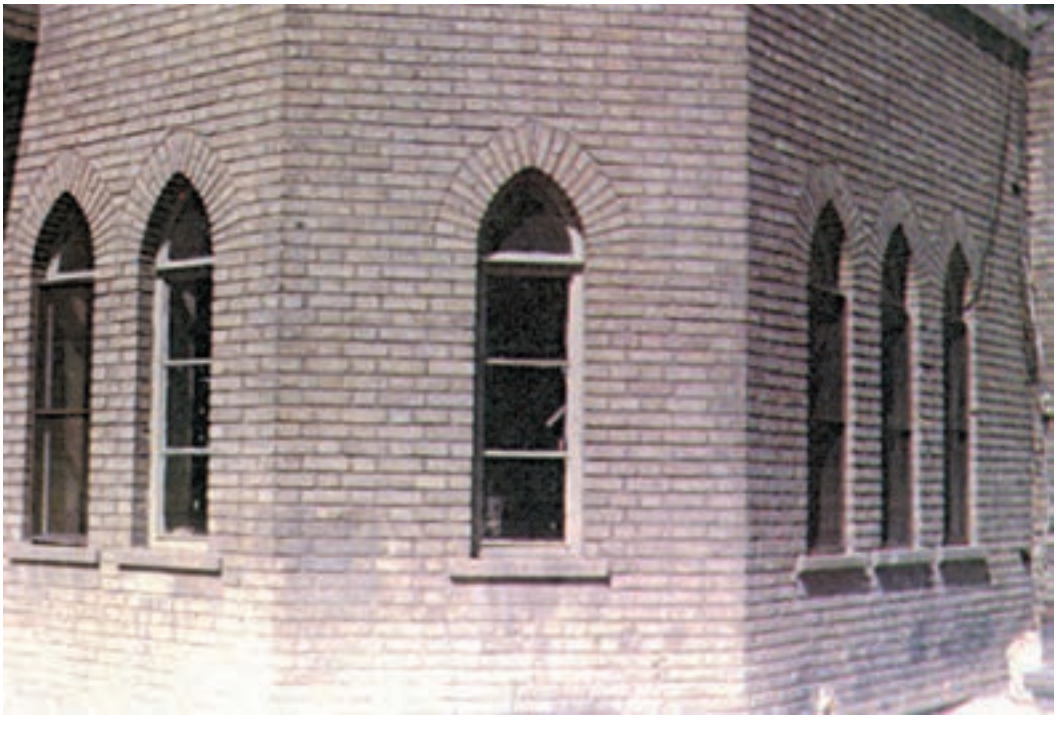
۲ــ مراکز O_1 و O_2 روی محور افقی به فاصلهٔ $\frac{L}{6}$ از کنارهٔ ستونها انتخاب می‌شود.

۳ــ به شعاعهای O_1B و O_2A و به مراکز O_2 و O_1 قوسهایی رسم می‌شود که در نقطهٔ H با محور عمودی تلاقی می‌کنند و دو شاخهٔ قوس را تشکیل می‌دهند.



شکل ۱۲۳

شکل ۱۲۴ــ نمای کلیسای مریم در ارومیه

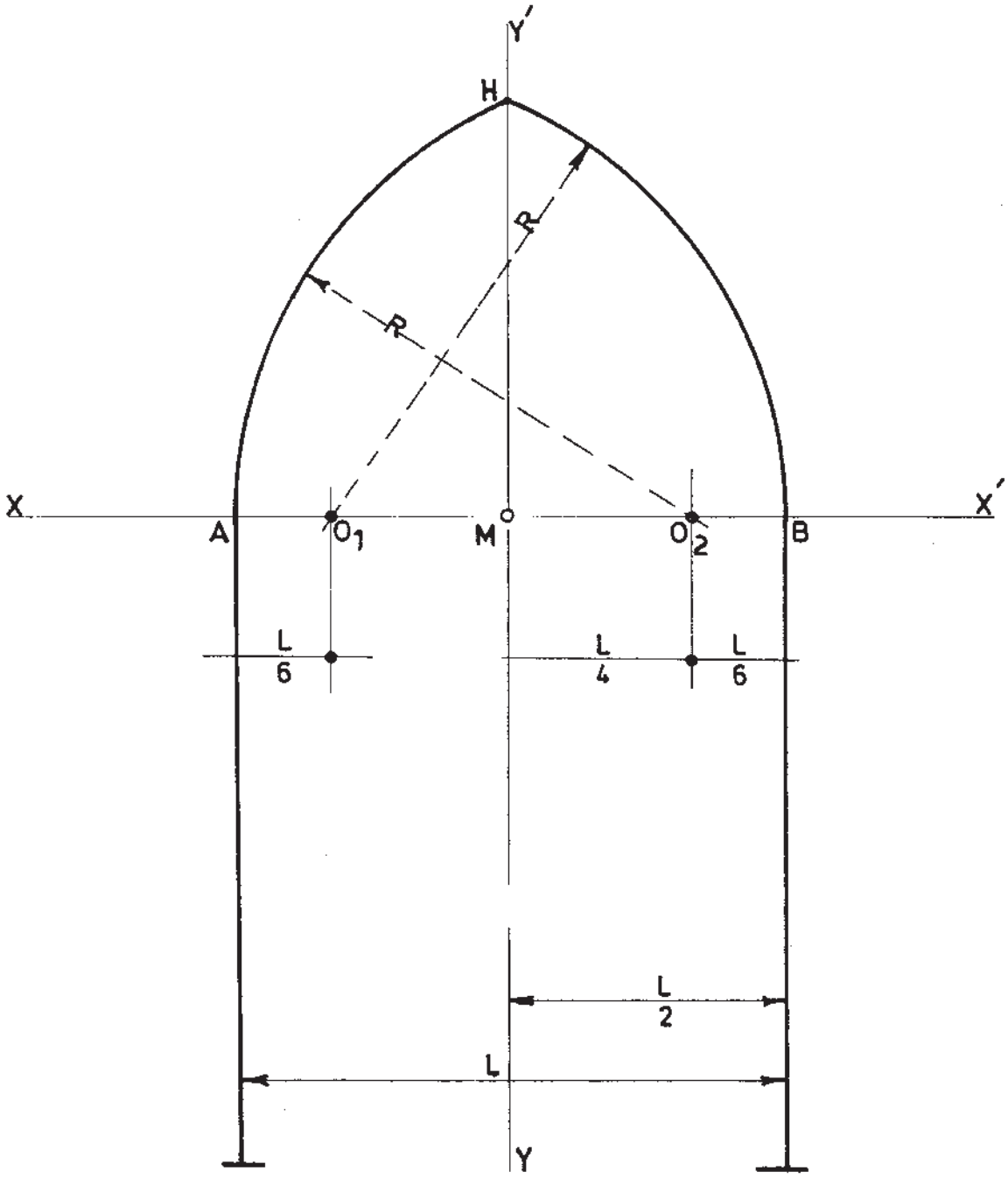


شکل ۱۲۵ــ نمای آجری در بناهای معاصر، بیوتات بانک بازرگانی سابق تهران

قوس شاخ‌بزی کند

۱ــ پس از ترسیم دو ستون و رسم دو محور عمودی و افقی، دو مرکز O_1 و O_2 به‌فاصله $\frac{1}{6}$ از هر ستون برروی محور افقی مشخص می‌شود.

۲ــ به شعاع O_2A و مرکز O_2 نیمه‌ای از کمان قوس تا محل تقاطع با محور عمودی (H) رسم می‌شود و نیمهٔ دیگر کمان، به‌همین طریق به مرکز O_1 رسم می‌شود.



شکل ۱۲۶

شکل ۱۲۷ــ امامزاده انار در یزد

شکل ۱۲۸ــ دور رسمی‌بندی در صنجرههای طبقه زیرین مسجد آقا بزرگ کاشان

قوس پنج و هفت‌تند

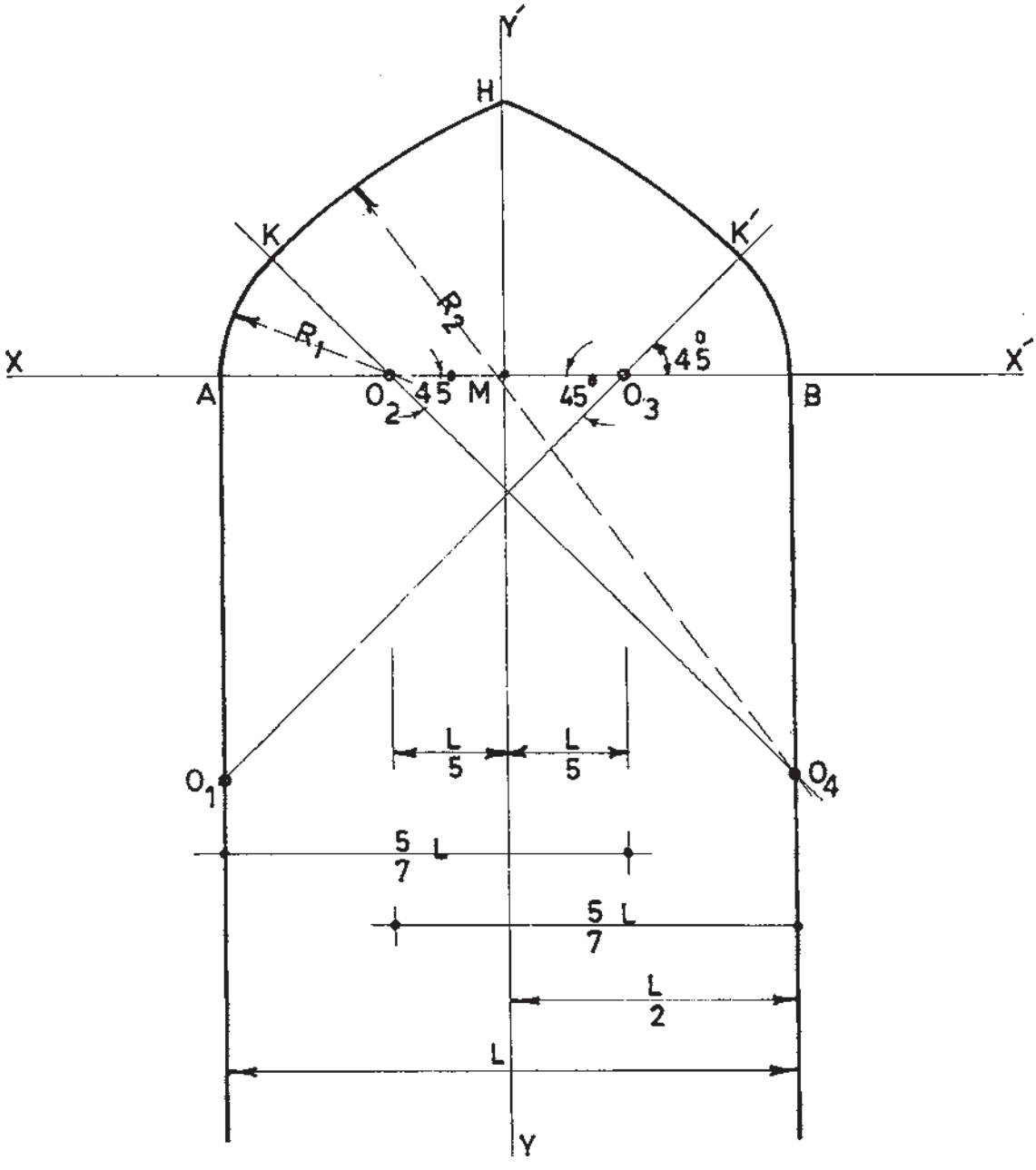
۱ــ محور عمودی و افقی و امتداد دو ستون رسم می‌شود.

۲ــ نقاط O_2 و O_3 روی محور افقی به فاصلهٔ $\frac{1}{5}$ از محور عمودی جدا می‌شود.

۳ــ خطوطی با زاویهٔ ۴۵ درجه از این دو نقطه رسم می‌شود تا امتداد ستونها را در نقاط O_1 و O_4 قطع کند.

۴ــ به شعاع O_2A و مرکز O_2 و O_3 قسمتی از کمان قوس رسم می‌شود تا خطوط O_2O_4 و O_1O_3 را به ترتیب در نقاط K و K' قطع کند.

۵ــ ادامهٔ کمان قوس به مراکز O_1 و O_4 و شعاع O_1K' تا نقطهٔ H محل تلاقی کمان با محور عمودی، رسم می‌شود.



شکل ۱۲۹

شکل ۱۳۰ــ ایوان مسجد امام اصفهان

شکل ۱۳۱ــ ایوان اصلی مسجد میرچخماق یزد

شکل ۱۳۲ــ ضلع جنوبی کاخ گلستان در تهران

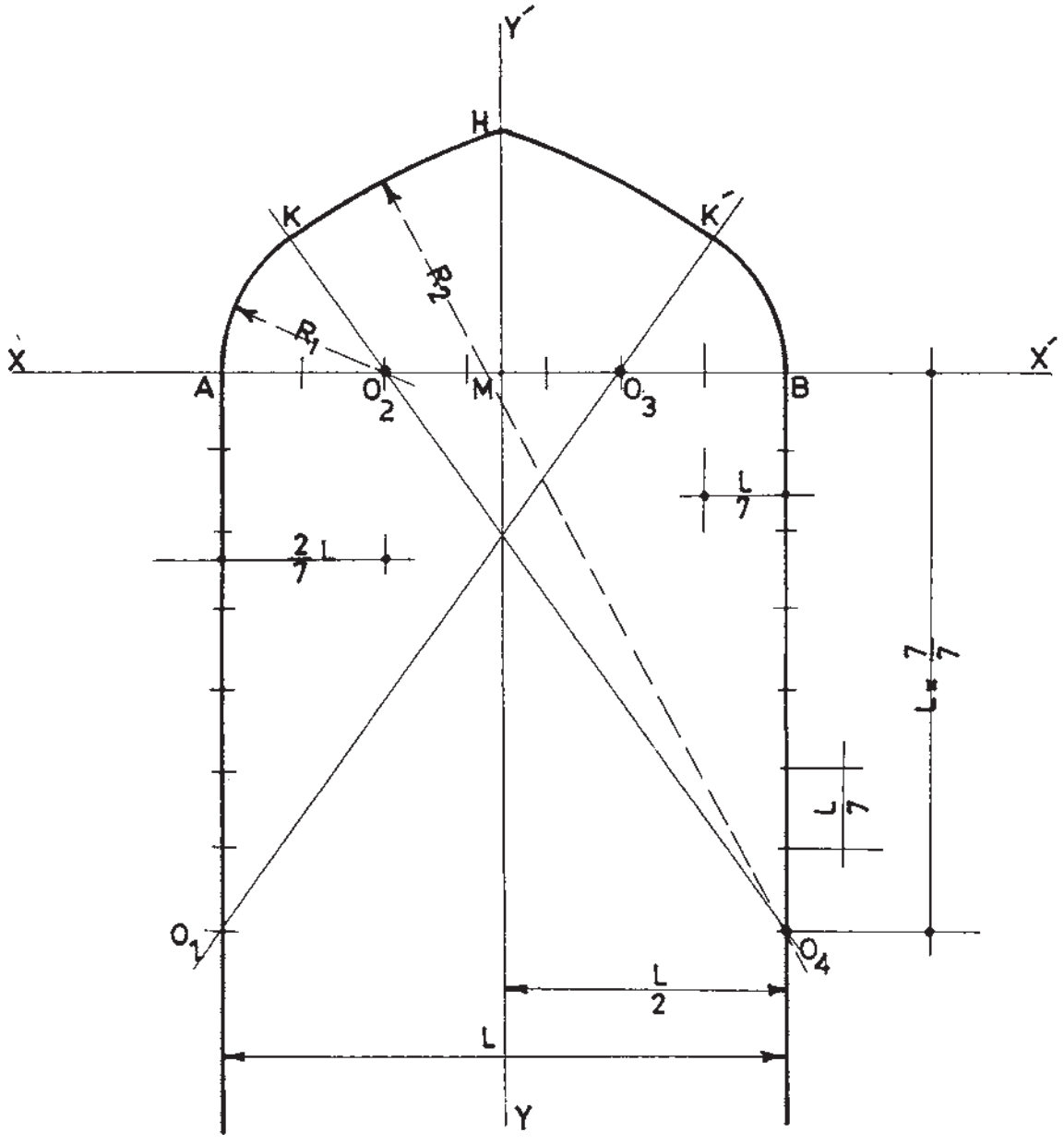
قوس پنج و هفت معمولی

۱ــ پس از رسم دو محور افقی و قائم، امتداد دو ستون نیز ترسیم می‌شود.

۲ــ محور افقی در فاصلهٔ بین دو ستون به هفت واحد مساوی تقسیم می‌شود و دو مرکز O_2 و O_3 به فاصلهٔ دو واحد از هر ستون روی آن مشخص می‌گردد.

۳ــ از نقاط A و B، محل تقاطع محور افقی با ستونها، دونقطه به فاصلهٔ دهنه (AB) روی ستونها انتخاب می‌شود تا نقاط O_1 و O_4 به‌دست آید.

۴ــ به شعاع O_2A و مراکز O_2 و O_3 دو کمان ترسیم می‌شود تا امتداد خطوط O_1O_3 و O_4O_2 در K' و K قطع شود. سپس به مراکز O_1 و O_4 و شعاع O_1K' و O_4K دو کمان دیگر رسم می‌شود تا محور عمودی را در H قطع کند.



شکل ۱۳۳

شکل ۱۳۴ــ ایوان معصوره مسجد چخماق در یزد

شکل ۱۳۵ــ بازار پشت مدرسه چهارباغ در اصفهان

شکل ۱۳۶ــ مدرسه ابراهیم خان در کرمان

قوس پنج و هفت کند

۱ــ دو محور افقی و عمودی و امتداد ستونها رسم می‌شود.

۲ــ محور افقی به هفت واحد مساوی تقسیم می‌شود و مراکز O_1 و O_2 به‌فاصلهٔ $\frac{۱}{۷}$ از امتداد دو ستون روی محور مشخص می‌گردد.

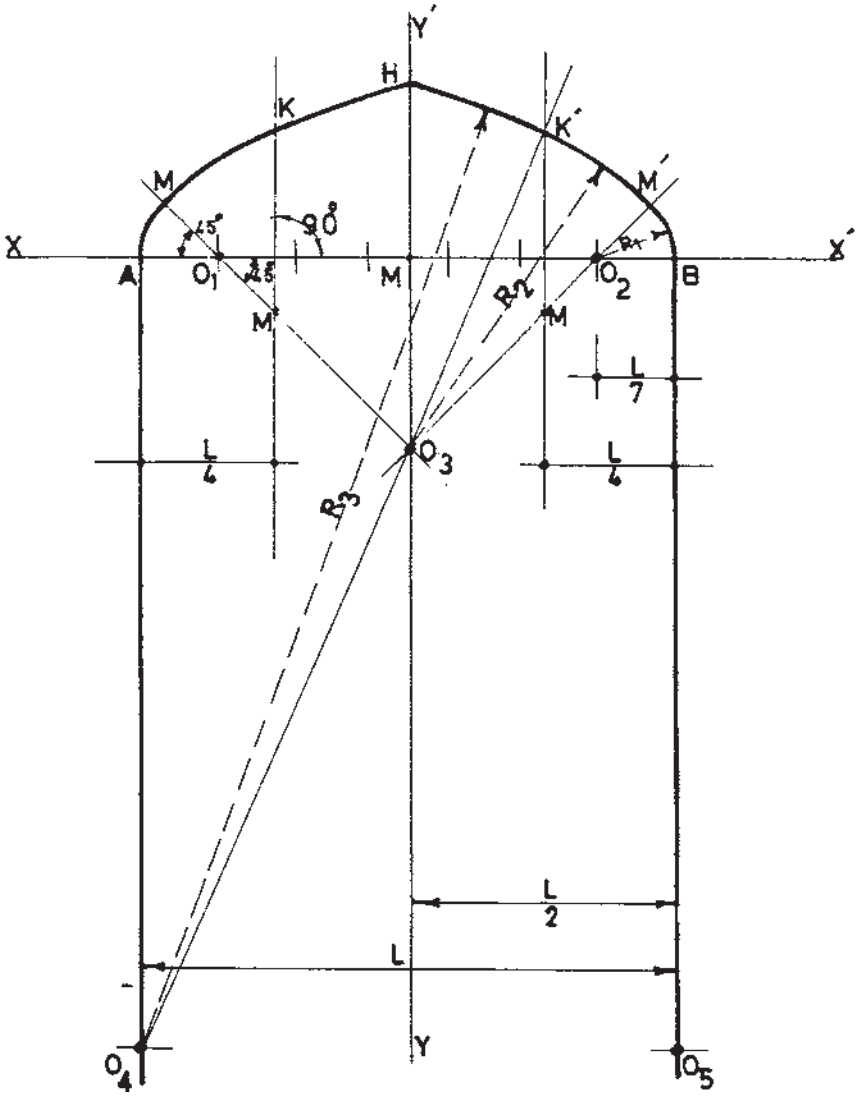
۳ــ از نقاط O_1 و O_2، دو خط کمکی تحت زاویه ۴۵ درجه نسبت به محور افقی رسم می‌شود تا محور عمودی را در نقطهٔ O_3 قطع کند.

۴ــ به فاصلهٔ $\frac{۱}{۴}$ از امتداد دو ستون، خطی کمکی، قائم برمحور افقی، رسم می‌گردد.

۵ــ به شعاع O_1A و مراکز O_1 و O_2 کمان اولیه قوس از نقاط A و B تا M و M' محل تقاطع کمان و امتداد O_1O_3 و O_3O_2 زده می‌شود.

۶ــ به شعاع O_3M و مرکز O_3 قسمت بعدی قوس از نقاط M و M' تا K و K' محل تقاطع با خطوط قائم رسم می‌شود.

۷ــ به مرکز O_4 و O_5 (محل تقاطع خطوط $K'O_3$ و KO_3) و شعاع O_4K' قسمت سوم کمان قوس از K' و K تا H زده می‌شود.



شکل ۱۳۷

شکل ۱۳۸ــ بازار وکیل کرمان

شکل ۱۳۹ــ شبستان مسجد امام اصفهان

شکل ۱۴۰ــ صفه شاگرد مسجد جامع اصفهان

شکل ۱۴۱ــ عمارت کاخ هشت بهشت در اصفهان

قوس پنج و هفت تند ــ ترسیم به روش دیگر

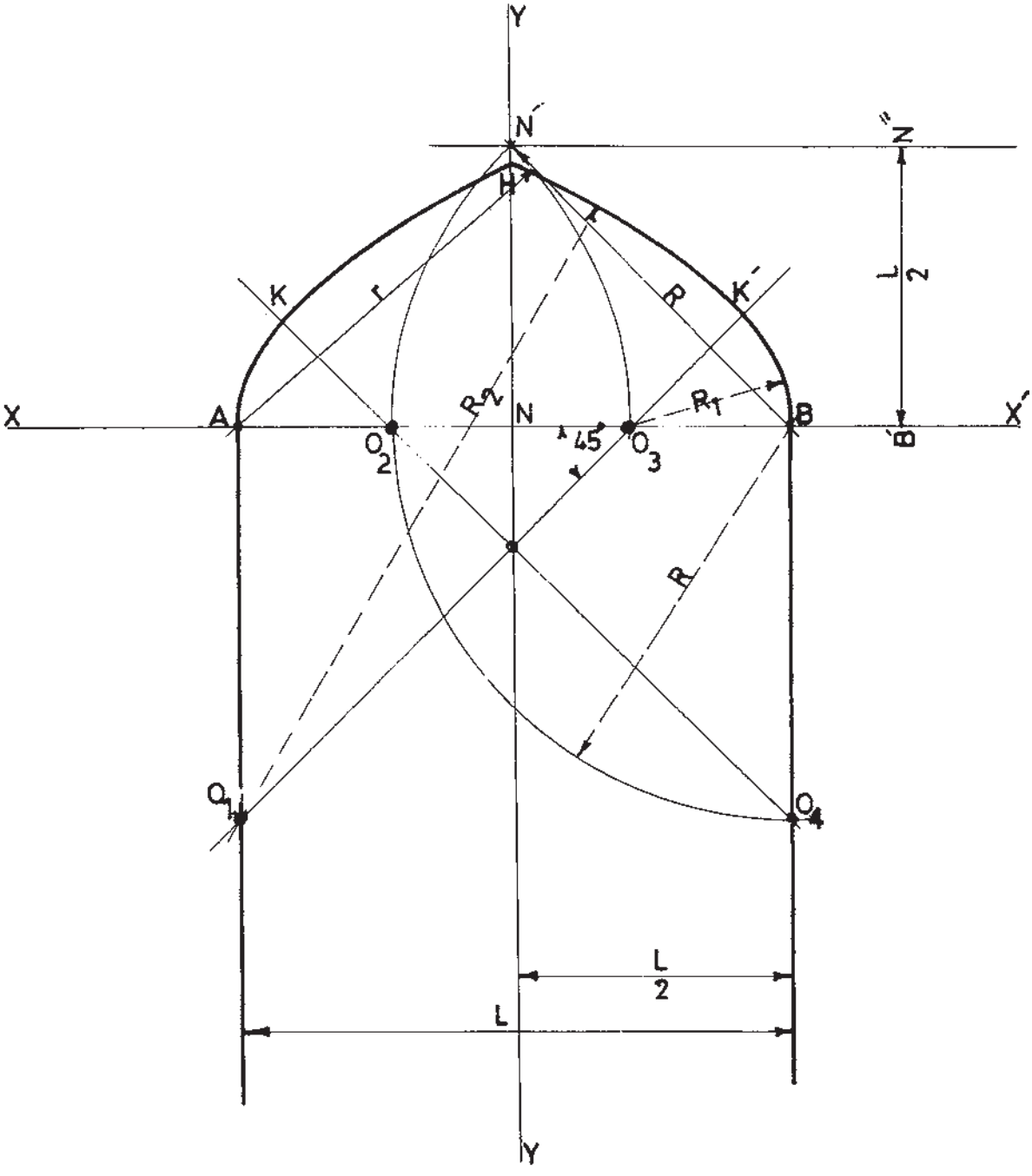
۱ــ محورهای عمودی و افقی و امتداد دو ستون ترسیم می‌شود.

۲ــ طول NN' روی محور عمودی به اندازهٔ $AB\frac{L}{۲}$ استخراج می‌شود.

۳ــ به شعاع $N'A$ و مراکز A و B دو قوس زده می‌شود تا محور افقی در نقاط $O_۳$ و $O_۲$ و امتداد ستونها در $O_۱$ و $O_۴$ قطع گردد.

۴ــ نقاط $O_۲$ به $O_۴$ و $O_۳$ به $O_۱$ وصل می‌شود.

۵ــ به مرکز $O_۲$ و $O_۳$ و شعاع $O_۲A$ کمانی رسم می‌شود تا امتداد خطوط $O_۴O_۲$ و $O_۱O_۳$ در K و K' قطع گردد. به‌شعاع $O_۱K'$ و مراکز $O_۱$ و $O_۴$ ادامهٔ کمان تا محل تقاطع محور عمودی رسم می‌شود.



شکل ۱۴۲

شکل ۱۴۳ــ بازار وکیل شیراز

شکل ۱۴۴ــ شبستان مسجد امام اصفهان

شکل ۱۴۵ــ سرای والی در کاشان

تمرین

۱ــ با راهنمایی دبیر خود، شیوهٔ ترسیم انواع قوس پنج و هفت را بررسی کنید و یکی از انواع این قوس را در کاغذ رسم (کالک) ترسیم نمایید.

۲ــ یکی از انواع قوس شاخ‌بزی را ترسیم نموده، سعی کنید چند بنای معروف را که از این قوس در ساخت آن استفاده شده است نام ببرید. (برای این کار می‌توانید از مجموعه کتابهای معماری ایرانی کمک بگیرید.)

۳ــ یک تحقیق : چند طاق و قوس معروف را که در کتاب نیامده است، معرفی کنید و ترجیحاً روش ترسیم آنها را نیز به‌طور خلاصه بیان نمایید.

مفاهیم رنگ در نقش و نقشمایه‌ها

اگر هدف از معماری را ساختن فضایی راحت، ملموس، زیبا و قابل اعتماد برای انسان بدانیم، نمی‌توانیم تأثیرات روانی رنگ را به‌عنوان عاملی شگرف در به‌وجود آوردن فضاهای موردنظر نادیده انگاریم.

هنگامی که در یک نظر، فضایی را شاد، غمگین، سرد، گرم، غریب و یا عرفانی و مذهبی می‌پنداریم، نباید غافل شویم که ممکن است جادوی رنگ، ذهن ما را به تسخیر خود درآورده باشد.

علاوه‌بر مطالبی که گفته شد از جنبهٔ نمادینِ رنگ درنقشمایه‌های سنّتی مورد استفاده در معماری نیز نباید غافل ماند. زیبایی خیره‌کنندهٔ رنگ فیروزه‌ای مورد استفاده در گلدسته‌ها و گنبدهای مساجد، امروزه نمونه‌ای منحصر به‌فرد برای معماری سنّتی ایران محسوب می‌گردد تا جایی که جهانیان نام آبی محمدی را با معماری مساجد ایرانی عجین می‌دانند.

با مشاهدهٔ یک بنای تاریخی درخواهید یافت که در عین کثرت و تنوع نقوش و رنگها، در مجموعهٔ بنا نوعی پیوستگی و همسانی به چشم می‌خورد ؛ به‌گونه‌ای که هیچ احساس جدایی و تعدّد اشکال و مکانها را در بیننده برنمی‌انگیزد و این حاکی از شناخت عمیق هنرمندان گذشته است.

امروزه نیز، این نقوش می‌تواند دستمایه‌های غنی و ریشه‌داری برای هنرمندان معاصر باشد. با نگاهی به نمونه‌هایی از این آثار می‌توان دریافت که چگونه رنگ، نقش مؤثّری در تکامل آثار هنری داشته است. تأثیراتی که رنگ می‌تواند در نقش ایجاد کند همانا تکمیل فرم و شکل نقوش است به‌گونه‌ای که مجموعهٔ فرم و رنگ، تصویر واحدی را به دست دهد و دارای خصوصیّات مختلف یک اثر هنری باشد.

شکل ۱۴۶ــ گلدسته حرم مطهر حضرت معصومه (س)

شکل ۱۴۷ــ گنبد آرامگاه عطار نیشابوری

ساخت ماکت از بناهای مدرن

معماران در نیمهٔ دوم سده بیستم، توانسته‌اند مفاهیم تازه‌ای از فضا را از طریق روشهای جدید ساختمانی یا روشهای قدیمی و اغلب با استفاده از بتن مسلّح و مواد جدید به شیوه‌ای نو مطرح کنند که هدف از آن، تغییر و دگرگون‌سازی سلیقه‌ها و ساختار فضایی جامعه است. برخی از زمینه‌هایی که معماران به‌طرز بی‌سابقه‌ای در آن فعالیت کرده‌اند صرف‌نظر از آسمان‌خراش و دیگر ساختمانهای اداری از این قرار بوده‌اند : کارگاهها و کارخانه‌های صنعتی، مراکز پژوهش، محوطه‌های دانشگاهی، بناهای مذهبی، مراکز فرهنگی (موزه‌ها، تئاترها، تالارهای موسیقی) و فرودگاهها.

خصوصیّات معماری مدرن

۱ــ تقلیل عناصر معماری و رفتن به سوی فرمهای ساده و فرار از تزیینات و فرمهای بدون کارکرد.

۲ــ در معماری مدرن فرم یعنی کارکرد، اگر فرمی در بنایی به‌کار برده می‌شود حتماً کارکرد معینی دارد و ترکیب فرمها هم مطابق کارکرد نهایی بناست.

۳ــ پرداختن به اشکال و فرمهای خالص و تجریدی که تعلق به اقلیم خاصی ندارند. (نادیده گرفتن فرهنگ، اقلیم، سنت و صحبت کردن از یک معماری جهانی و فراگیر)

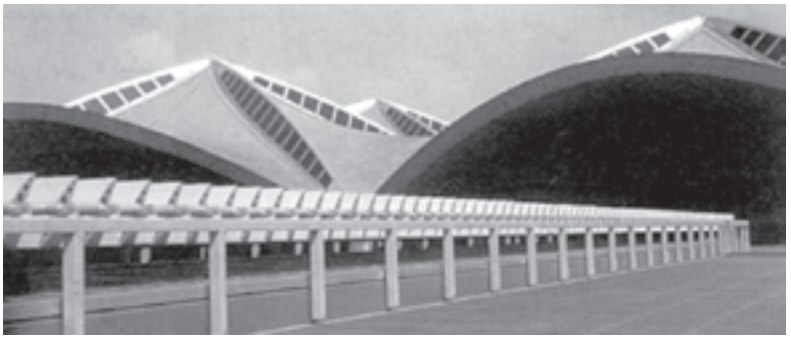
۴ــ استفاده از پلان و نمای آزاد و نامتقارن.

۵ــ استفادهٔ غالب از مصالح بتن، فلز و شیشه.

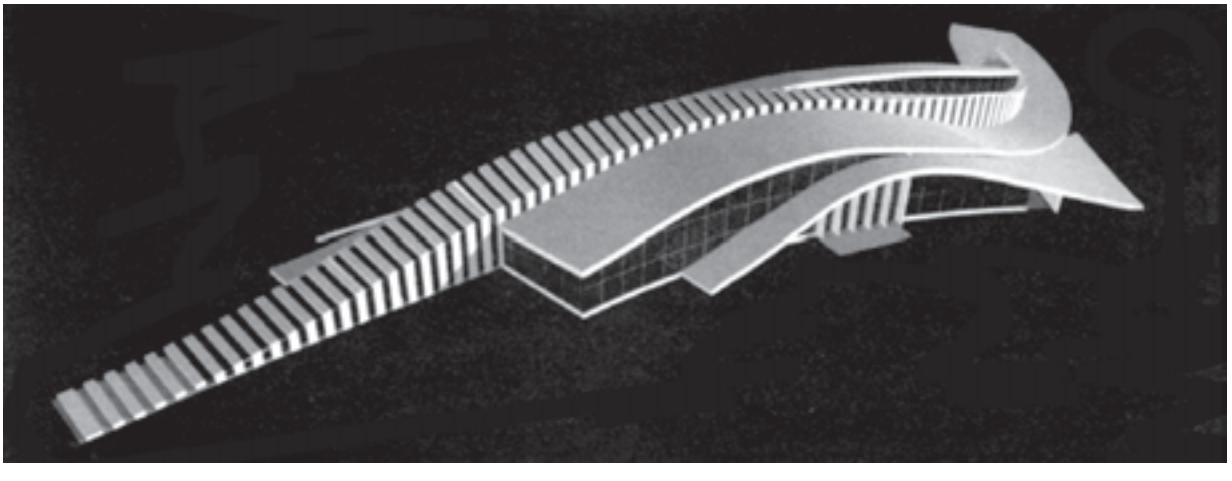
در اینجا چند نمونه از بناهایی که به سبک مدرن طراحی و ساخته شده‌اند، همچنین برخی از ماکتهای ساخته شده از بناهای مدرن، ارائه می‌شود.

شکل ۱۴۸ــ در طرح طاق لادِفانس پاریس، دستاوردهای تکنولوژی ساختمان در عصر مدرن به نمایش گذاشته شده است.(سال ساخت۸۹ ــ۱۹۸۲)

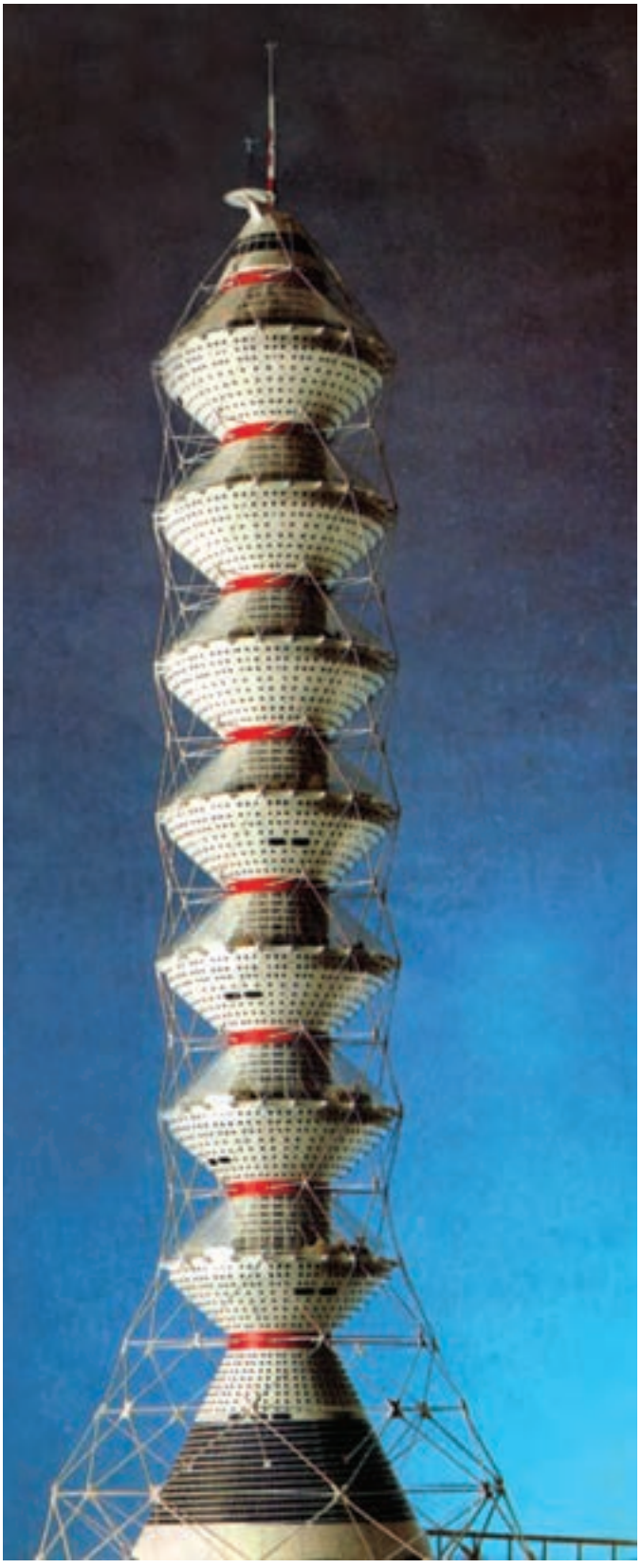
شکل ۱۴۹ــ برج دوقلوی پتروناس در مالزی



شکل ۱۵۰ــ تصویر بنای فرودگاه بین‌المللی کوالالامپور



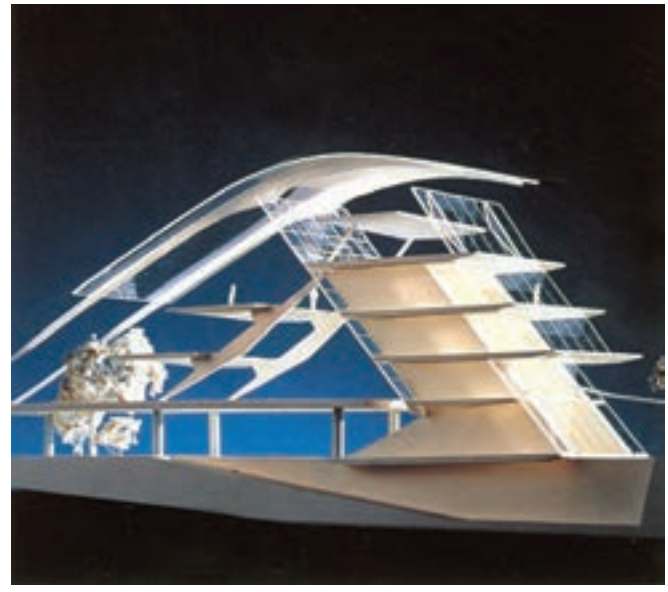
شکل ۱۵۱ــ تصویر ساخته شده از یک بنای مدرن



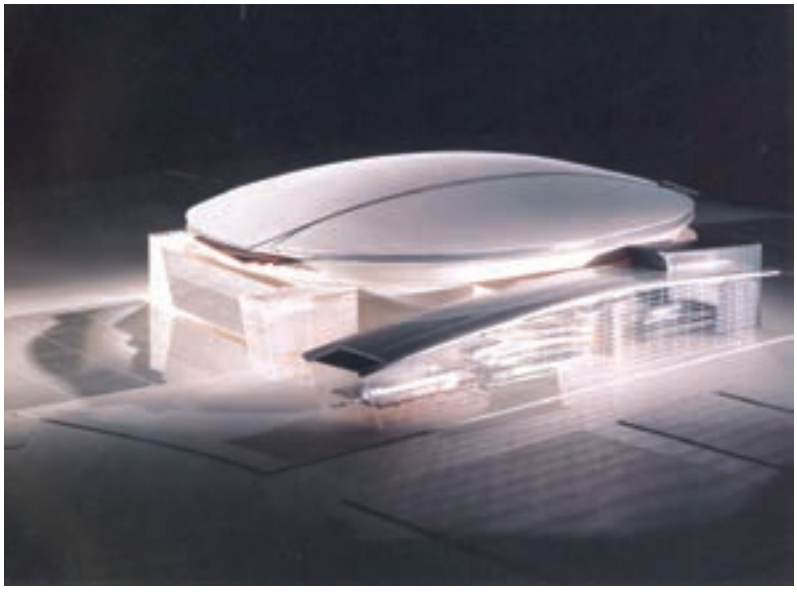
شکل ۱۵۲ــ ماکت برج همزیستی

شکل ۱۵۳ــ ماکت انستیتو هنرهای معاصر لندن

شکل ۱۵۴ــ ماکت فضایی مسکونی ــ تجاری برای آینده



شکل ۱۵۵ــ ماکت فضایی با چشم‌انداز باز



شکل ۱۵۶ــ ماکت فضاهای مدرن ــ ساخته‌شده از ورقهای P.V.C ــ پلکسی گلس و مواد دیگر

شکل ۱۵۷ــ ساختمانی با سازه‌های متفاوت، ریتمیک و جاذب

شکل ۱۵۸ــ نمایی از مرکز ژرژ پمپیدو در بافت تاریخی شهر پاریس که در آن دستاوردهای تکنولوژی ساختمان در عصر مدرن به نمایش گذاشته شده است.

محوطه‌سازی

محوطه به انواع زیر تفکیک می‌گردد.

الف ــ محوطه‌هایی که محدود به ساختمانها هستند ؛مانند حیاطها

ب ــ محوطه‌هایی که خود، فضای اصلی محسوب می‌گردند مانند پارکها، میدانها، آبنماها و...

ج ــ محوطه‌هایی که جزء فضای اصلی محسوب می‌گردند ؛ مانند فرودگاهها، کارخانه‌ها، سدها و... همچنین انواع دیگری از محوطه‌ها وجود دارند که فعلاً به آنها اشاره نخواهیم کرد.

جهت ساخت محوطه‌ها در بخشهای گذشته توضیحاتی آورده شد. در این بخش نیز، به‌برخی مطالب دربارهٔ محوطه‌ها، به شکل کلّی اشاره خواهد شد :

- **ساخت زمینهای آسفالت:** با استفاده از سنباده‌هایی با درجات زبری متفاوت.
- **ساخت محوطه‌های چمن:** با استفاده از سنباده‌هایی با درجات زبری متفاوت یا پارچه‌های پرزدار ریزبافت با رنگ‌آمیزی مناسب.
- **ساخت محوطه‌های شنی و ماسه‌ای:** با استفاده از دانه‌های ماسه که به‌وسیلهٔ چسب به سطح می‌چسبند.
- **ساخت پستی و بلندیهای مشخص:** با استفاده از ورقه‌های چوب‌پنبه‌ای بریده شده که روی یکدیگر سوار می‌شوند.
- **گل و گیاه محوطه:** با استفاده از نمونه‌های حاضر در فروشگاههای لوازم ماکت‌سازی و یا استفاده از گیاهان خشک شده یا اسفنج.

ارائهٔ ماکت (پرزانته کردن Presentation)

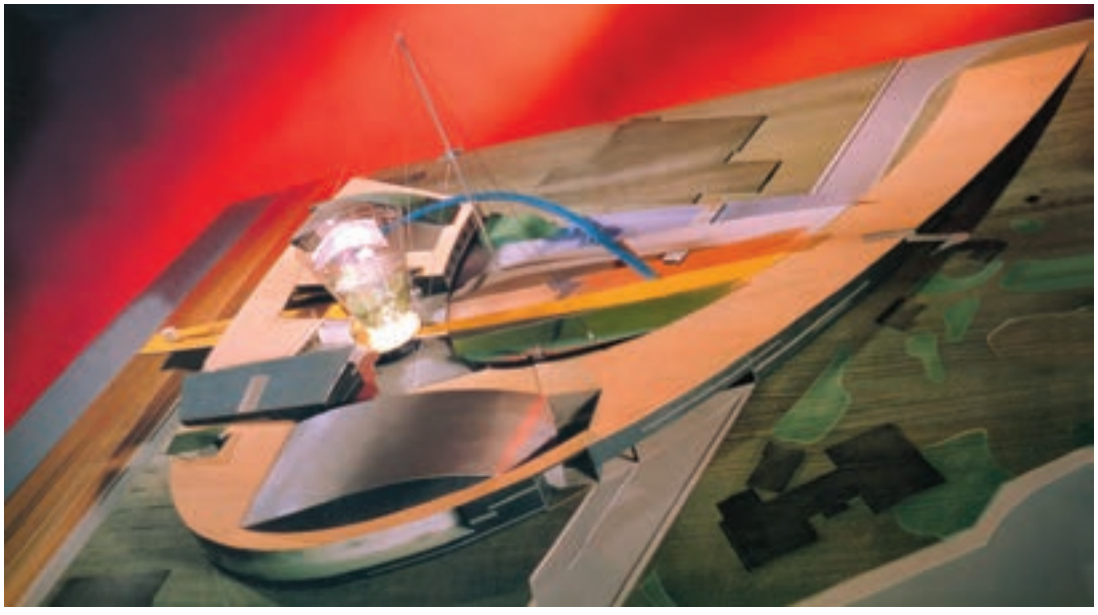
یکی از مهمترین بخشهای کار ماکت‌سازی، نحوهٔ ارائه یا معرفی ماکت است. در اینجا، از میان روشهایی که می‌توان از آنها بهره‌جست به مواردی اشاره می‌کنیم :

- عکاسی معمولی
- عکاسی با دوربینهای دیجیتالی و اصلاح و بازآفرینی بخشهایی از آن در رایانه برای حصول نتیجهٔ بهتر
- عکاسی به شیوهٔ هالوگرام برای دستیابی به حجمی بسیار ملموس و شبیه به واقع
- استفاده از سرهم‌بندیهای تصویری برای ایجاد جلوهٔ مناسب
- فیلمبرداری
- نور پردازی ماکت مستقر بر روی شاسی (در زمانی که نیاز است خود ماکت ارائه شود.)
- نمایش ویژگیهای ماکت با استفاده از سه‌بعد نمایی (شکل ۱۶۰)

* گفتنی است که برخی ماکتها دارای حجمی بزرگ و یا بسیار ظریف و حساس در برابر ضربه هستند.

بنابراین، سعی می‌شود با عکسهایی که از اجزای بیرونی و داخلی ماکت گرفته می‌شود و در معرض دید بینندگان قرار می‌گیرد، این مهم انجام یابد.

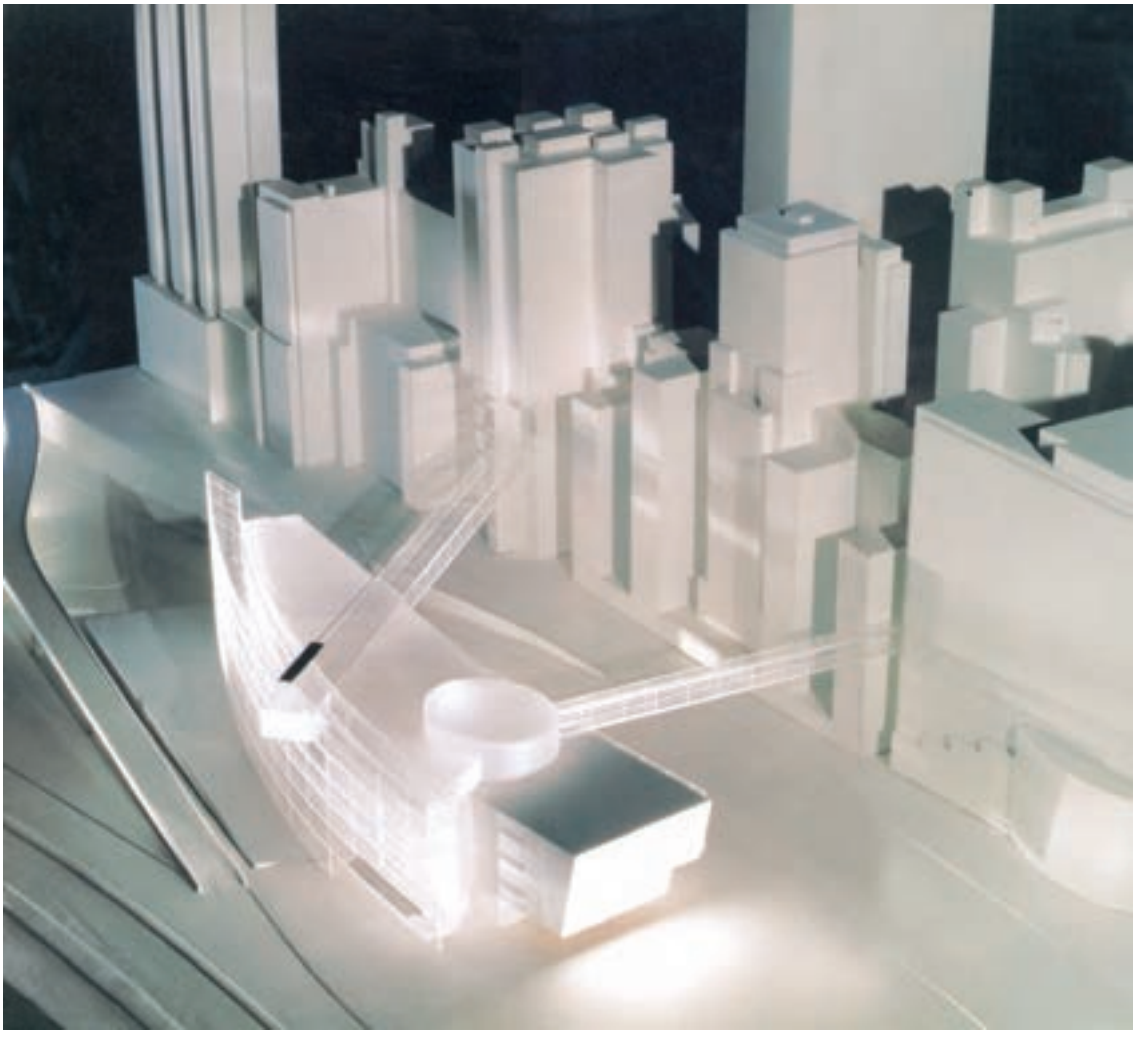
درتصویرهای زیر انواعی از اقسام ماکت به همراه نوع ارائه با زوایای دید خاص نشان داده شده است.



شکل ۱۵۹ــ ماکت ساختمانهای اصلی و محوطه‌های اطراف آن

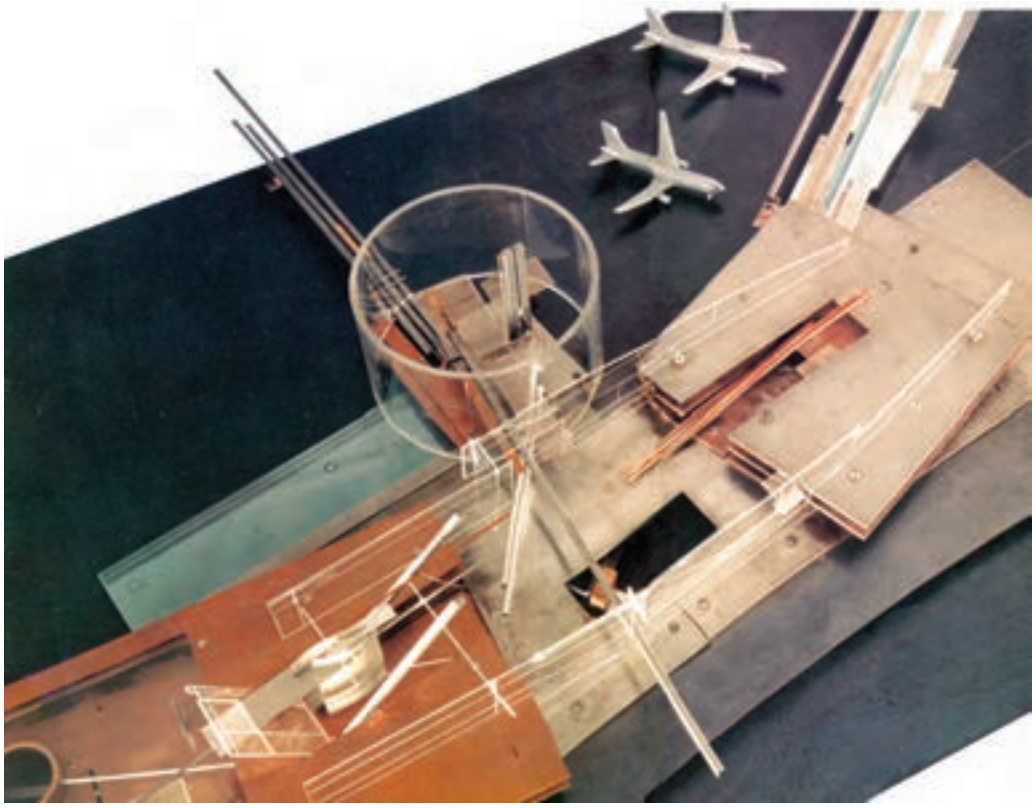
شکل ۱۶۰ــ نمایش ویژگیهای ماکت با استفاده از سه بعد نمایی

شکل ۱۶۱ــ ساخت ماکت با پستی و بلندیهای مشخص (توپوگرافی)



شکل ۱۶۲ــ محوطه‌هایی که جزء فضای اصلی محسوب می‌گردند (محوطه و ساختمانهای مربوط جانبی)

شکل ۱۶۳ــ محوطه‌هایی که جزء فضای اصلی هستند (فرودگاه)



شکل ۱۶۴ــ نمای نزدیک فرودگاه (دیتیلی بزرگ از تصویر قبل)

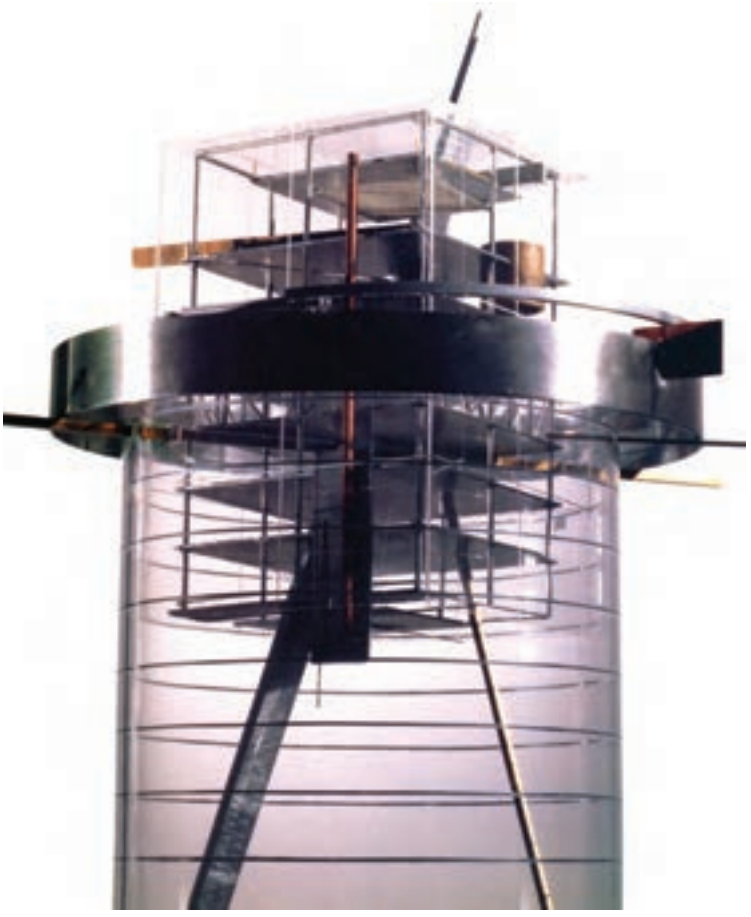
شکل ۱۶۵ــ محوطه‌هایی که محدود به ساختمانها هستند ــ حیاطها ــ (قراردهی در فضایی طبیعی)

شکل ۱۶۶ــ محوطهٔ درخت‌کاری با استفاده ازاجزای حاضر در فروشگاههای ماکت (قرارگیری در فضای طبیعی آسمان)

شکل ۱۶۷ــ گل و گیاه محوطه و فضاهای محدود به آن (فضای پشت تاریک و خنثی)

شکل ۱۶۸ــ عکاسی از نماهای مختلف یک ماکت
پرزانته‌ای دیگر به کمک عکاسی از یک فضا (الف ــ نمای کلی)

شکل ۱۶۹ــ نمای ناظر از نزدیک (ب ــ دیدار زاویه‌ای دیگر)



شکل ۱۷۰ــ یک دیتیل بزرگتر (ج ــ دیتیل از برجک)

شکل ۱۷۱ــ عکاسی از زوایای مختلف یک ماکت (عدم تأثیر فضاهای اطراف در ماکت)

شکل ۱۷۲ــ نمای جلویی (نوع ارائه صرفاً پرزانتهٔ ماکت یک فضای ویژه)

فهرست منابع

1_ **Models & Prototypes**, Yoshiharu shimizu, Takashi Kojima, Masazo Tano, shinji Matsuda Grafic Shapublishing Co. LTD. 1991.

2_ **MANUAL OF GRAPHIC TECHNIQUES**, TOM PORTER AND BOB GREENSTREET.

3_ **MANUAL OF GRAPHIC TECHNIQUES (2)**, TOM PORTER AND SUE GOODMAN.

4_ **MANUAL OF GRAPHIC TECHNIQUES (3)**, TOM PORTER AND SUE GOODMAN.

5_ **MANUAL OF GRAPHIC TECHNIQUES (4)**, TOM PORTER AND SUE GOODMAN.

۶ـ **نقشهای هندسی در هنر اسلامی**، عصام‌السعید و عاشیه پارمان (ترجمه مسعود رجب‌نیا)، انتشارات صدا و سیما، ۱۳۶۳.

۷ـ **طاق و قوس در معماری ایران**، حسین زمرشیدی، مؤسسه کیهان، ۱۳۶۷.

۸ـ **طرح و اجرای نقش در کاشیکاری ایران**، تحقیق و تألیف محمود ماهرالنقش، انتشارات موزه رضا عباسی، ۱۳۶۱.

۹ـ **حجم‌سازی**، جان لانکاستر (ترجمه عادل ارشقی) کتابهای شکوفه، انتشارات امیرکبیر، چاپ سپهر، ۱۳۷۱.

۱۰ـ **فصلنامه معماری و فرهنگ شماره هفتم**.

۱۱ـ **کتاب هندسهٔ (۱) نظری (رشته‌های علوم تجربی ــ ریاضی و فیزیک)**.

۱۲ـ **کاشیکاری ایران**، محمود ماهرالنقش.

۱۳ـ **کاشیکاری ایران**، حسین زمرشیدی.

۱۴ـ **معماری ایران**، محمدیوسف کیانی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۶۶.

۱۵ـ **مجموعه‌ای از کتابهای آموزشی کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان**.

۱۶ـ **شیوه‌های معماری ایران**، تألیف استاد محمدکریم پیرنیا، تدوین مهندس غلامحسین معماریان، انتشارات چاپ و نشر بنیاد ۱۳۶۹.

۱۷ـ **نومدرنها کجایند؟** مهندسین مشاور محمدرضا جودت و همکاران ناشر دفتر نشر معانی، ۱۳۷۳.

۱۸ـ **طرحهای هندسی اسلامی (هنر گره‌سازی)** ج. بورگوان ناشر کارگاه هنر چاپ طوفان، ۱۳۶۹.

۱۹ـ **هنرهای سنتی ایران**، منبت‌کاری، تألیف محمد ستاری، شکوفه امیرکبیر، ۱۳۶۸.