

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# حجم‌شناسی و ماکت‌سازی

رشته نقشه‌کشی معماری

گروه تحصیلی هنر

زمینه خدمات

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۳۵۳۶

افتخاری، عباس	۷۰۱
حجم‌شناسی و ماکت‌سازی / مؤلف: عباس افتخاری. - تهران: شرکت چاپ و نشر	۸۲/
ح ۶۲۷ الف / کتابهای درسی ایران، ۱۳۹۱.	
۱۱۴ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۳۵۳۶)	۱۳۹۱
متون درسی رشته نقشه‌کشی معماری گروه تحصیلی هنر، زمینه خدمات.	
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای	
درسی رشته نقشه‌کشی معماری دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش	
وزارت آموزش و پرورش.	
۱. پرسپکتیو. ۲. ماکت‌سازی. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر برنامه‌ریزی و	
تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ب. عنوان. ج. فروست.	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز:  
پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزشهای  
فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.  
پیام نگار (ایمیل) [info@tvoccd.sch.ir](mailto:info@tvoccd.sch.ir)  
وب‌گاه (وبسایت) [www.tvoccd.sch.ir](http://www.tvoccd.sch.ir)

## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب: حجم شناسی و ماکت‌سازی - ۴۹۲/۵

مؤلف: عباس افتخاری

اعضای کمیسیون تخصصی: دکتر حمید ندیمی، مهندس ابراهیم آزاد، مهندس ناصر بیرجیلی، مهندس زهرا خوشنودهاشمی،

مهندس مریم صدر، منصور فروزش، مهندس غلامحسین قربانیان و مهندس شهناز گواهی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل چاپ و توزیع کتابهای درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبسایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

صفحه‌آرا: علی نجمی

طراح جلد: مریم کیوان

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

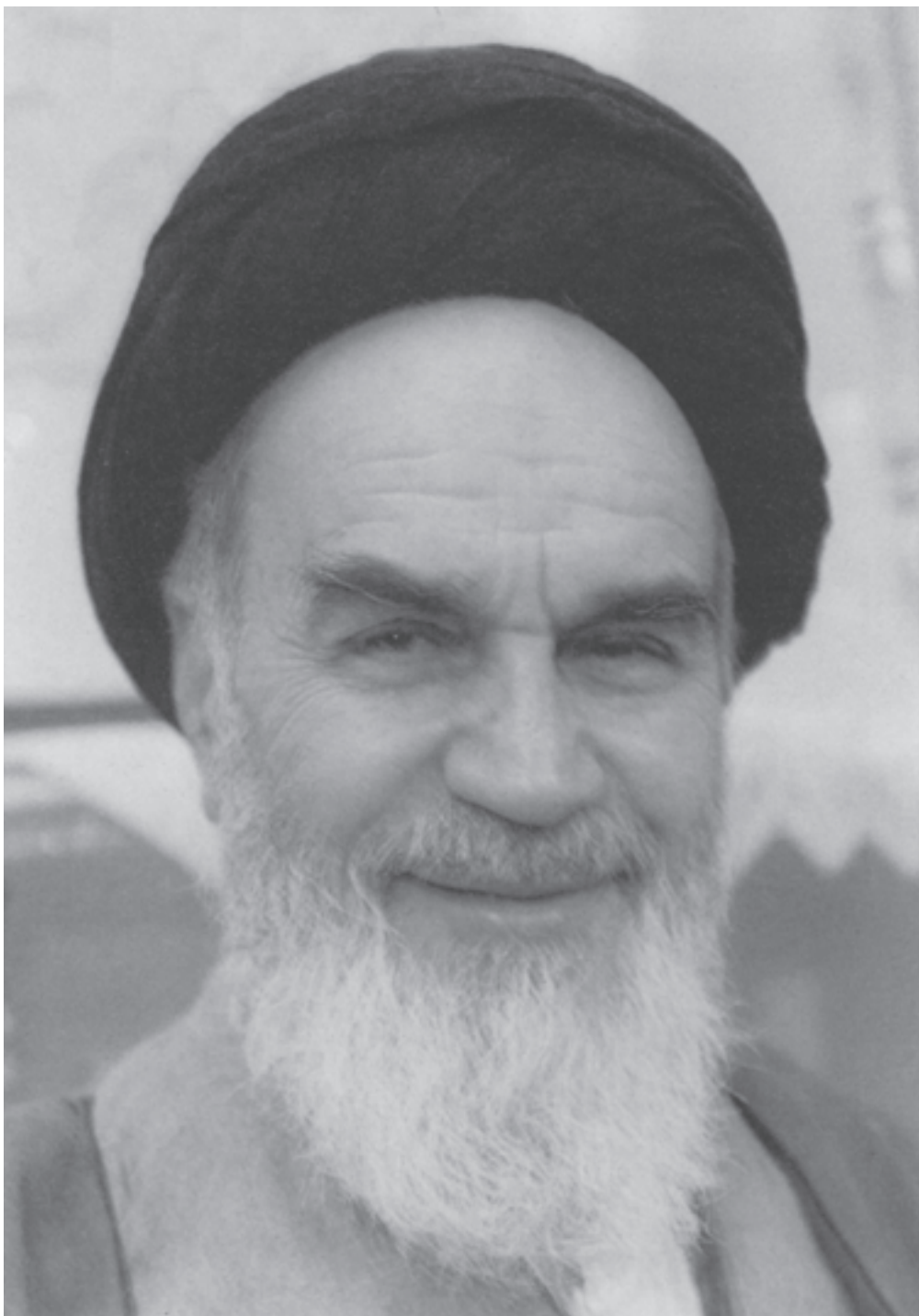
تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴

چاپخانه: شرکت افست «سهامی عام»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوازدهم ۱۳۹۱

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۹۶۴-۰۵-۰۹۸۹-۲ 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 (ره)

## فهرست مطالب

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

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

## به نام یگانه معمار هستی

### مقدمه

اگرچه موضوع معماری، خلق فضا است اما اگر طراح و ساخت هر شیئی را نیز گونه‌ای معماری به حساب آوریم درمی‌یابیم که دغدغه یک معمار، کیفیت فضا یا ماهیت شیئی است، که قرار است پا به عرصه وجود گذارد. طرح در ذهن خلاق طراح زاینده می‌شود و او تلاش می‌کند تا به بهترین شیوه ممکن آنچه را که به یاری تخیل خویش پرورانده است در کمال صحت، تجسمی واقعی بخشد. رؤیاهای حقیقی، نامی است که بدون اغراق می‌توان بر این فضاها و اجسام پدید آمده نهاد.

برای آن که یک طراح بتواند آفریده 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، معرفی ابزار و مصالح ماکت‌سازی و روشهای ساخت آن را به دانش‌آموزان رشته نقشه‌کشی معماری آموزش دهد تا در نهایت، آنها توان ساخت انواع ماکت را در حدی 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

## چندوجهیها

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، دانش آموز باید بتواند:

- ۱- چندوجهیها را شرح دهد.
- ۲- سطوح منشوری و هرمی را بیان کند.
- ۳- اجسام دورانی را توضیح دهد.

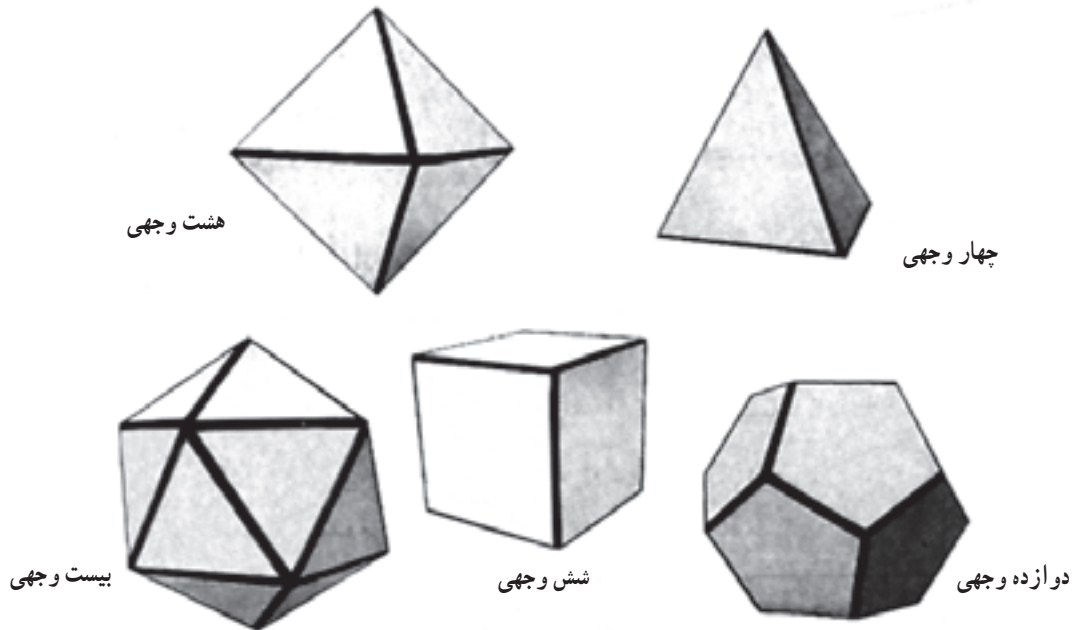
### مقدمه

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 شیوه ساخت ماکت بسیار مفید می‌باشد.

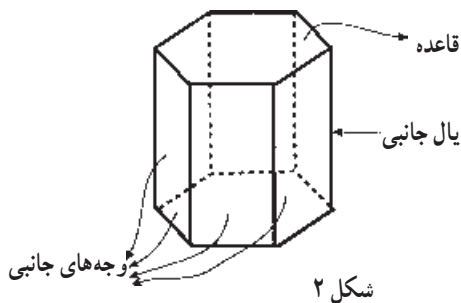
بر این پایه در آغاز کتاب به شناخت چندوجهیها می‌پردازیم.

### تعریف چندوجهیها

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



شکل ۱

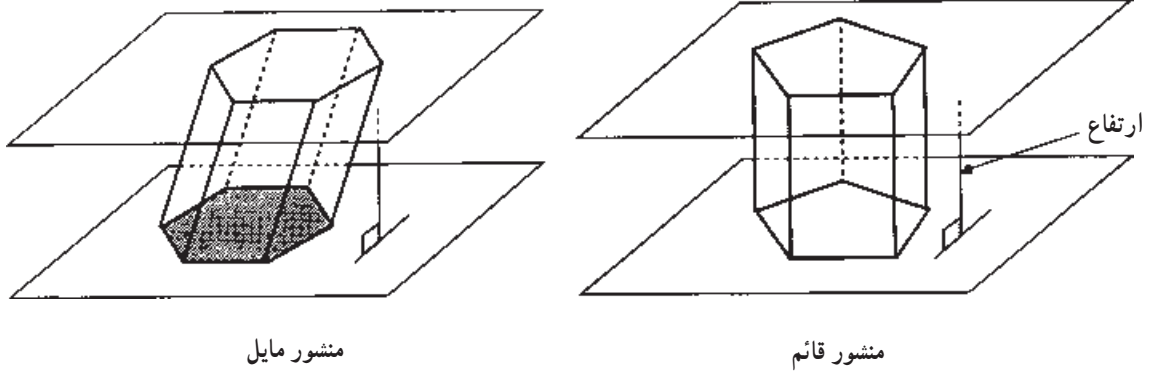


شکل ۲

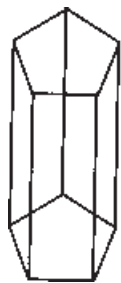
منشور: یک چندوجهی است که دو وجه آن هم‌نهشت‌اند و در دو صفحه موازی قرار می‌گیرند و وجوه دیگر آن، متوازی‌الاضلاع هستند.

قاعده‌های آن، نامگذاری می‌کنند. یک دسته از منشورهای جالب آنهایی هستند که قاعده‌های آنها چندضلعی منتظم اند.

اگر یالهای 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 بر اساس شکل چندضلعی



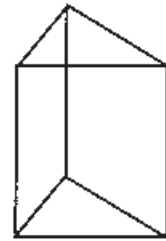
شکل ۳



منشور پنج ضلعی

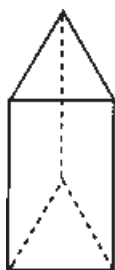


منشور چهار ضلعی

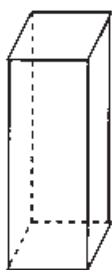


منشور مثلثی

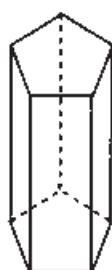
شکل ۴



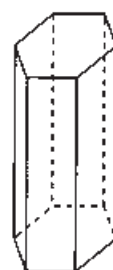
منث



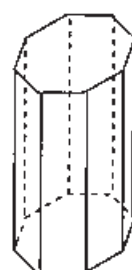
مربع



پنج ضلعی



شش ضلعی



هشت ضلعی

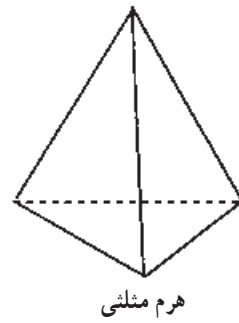
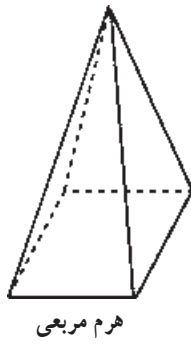
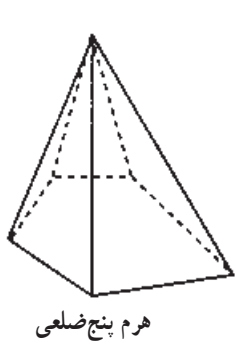
شکل ۵

۱- بخش‌هایی از صفحه‌ها که چندوجهی را پدید می‌آورند، سطح‌هایی با محیط چندضلعی ایجاد می‌کنند. هر کدام از این چندضلعی‌ها یک وجه، ضلع‌های این وجه‌ها، یال‌ها و رأس‌های این وجه‌ها، رأس‌های چندوجهی نامیده می‌شوند.



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

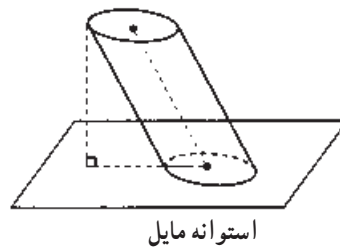
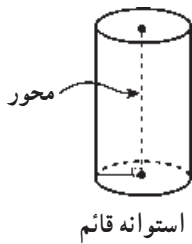
هرم: یک چندوجهی است که همهٔ وجوه آن به جز یکی، در یک رأس مشترکند.



شکل ۶

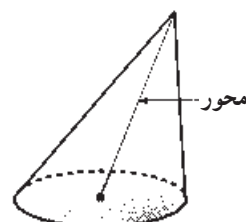
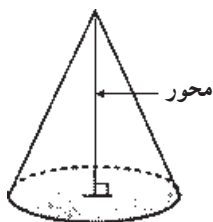
### اجسام دورانی

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



شکل ۷

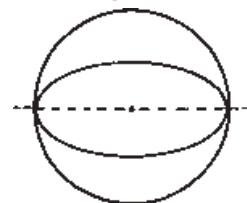
مخروط: شکلی فضایی شبیه هرم است که قاعدهٔ آن به جای چندضلعی، دایره است.



شکل ۸

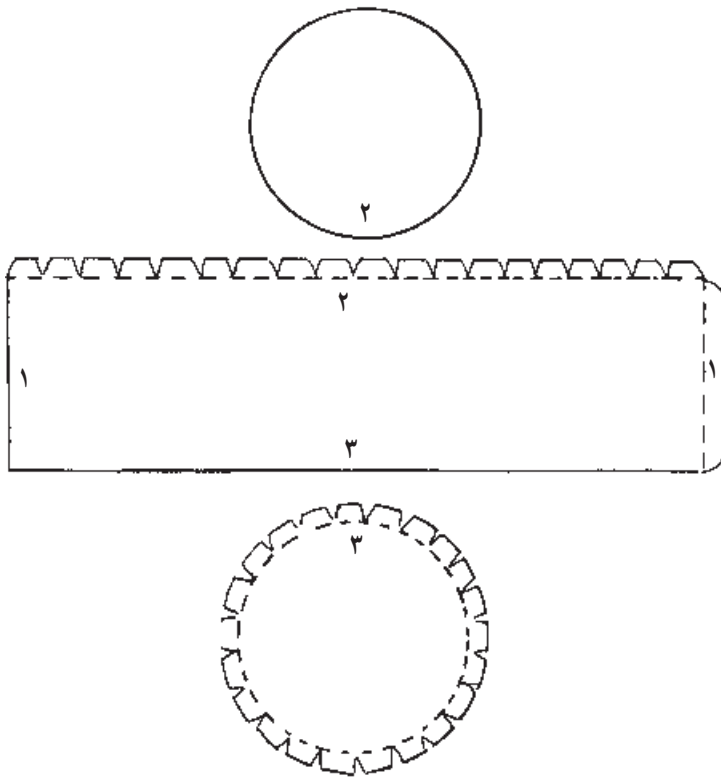
برای ساخت هر یک از اجسامی که در این بخش با آنها آشنا شدید به گستردهٔ آنها نیاز دارید. در این قسمت گستردهٔ برخی اجسام ارائه می‌شود.

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

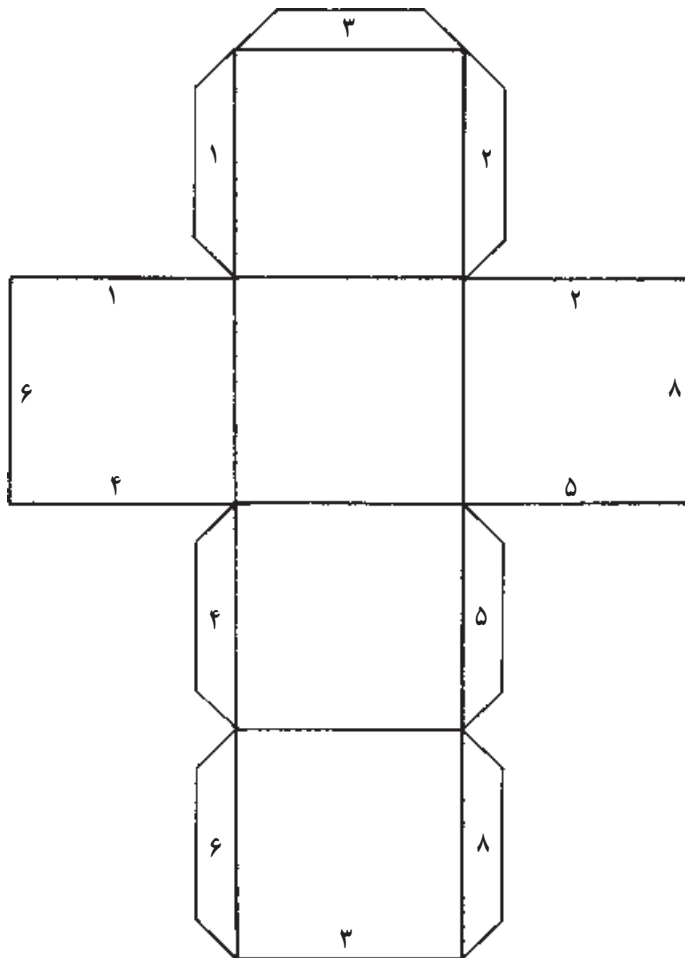


شکل ۹

گستردهٔ احجام  
گستردهٔ استوانه



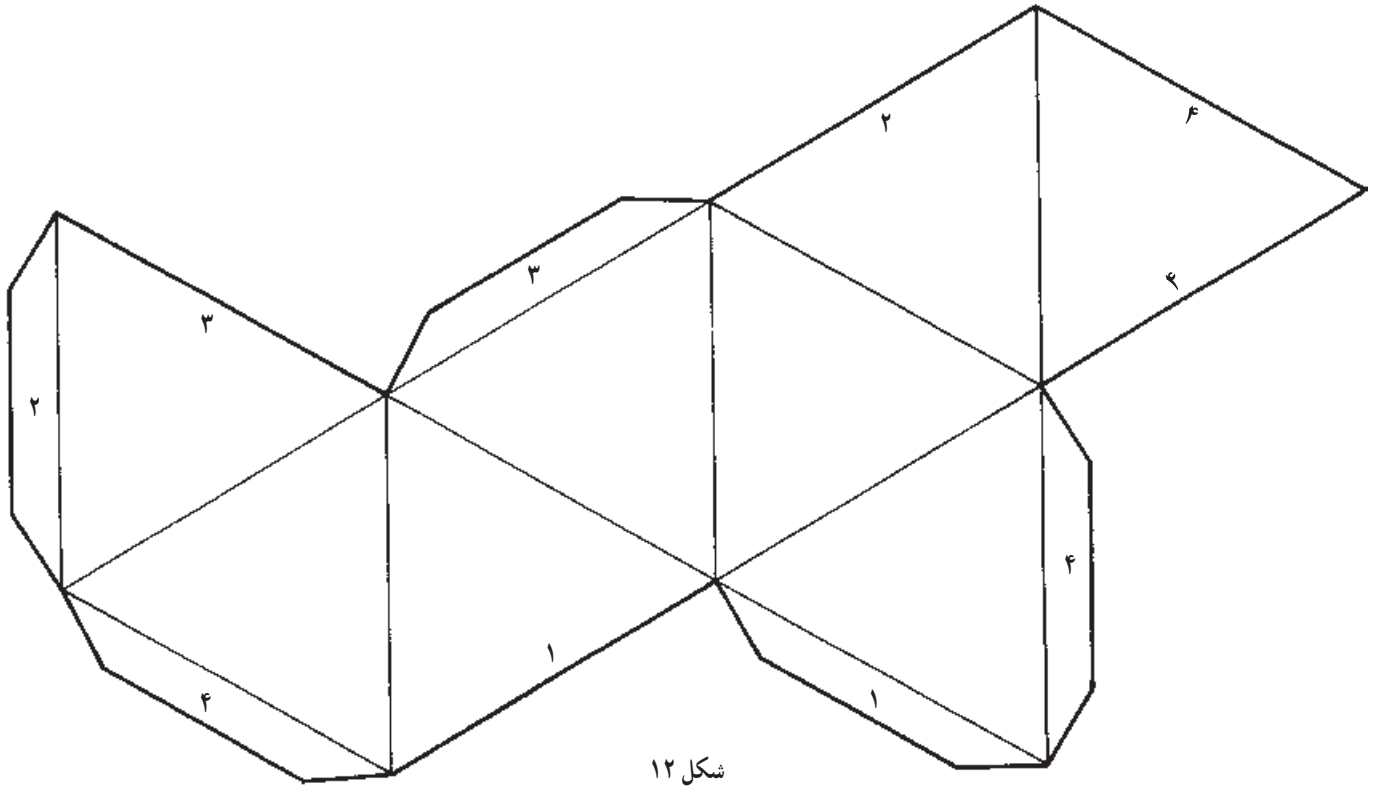
شکل ۱۰



شکل ۱۱

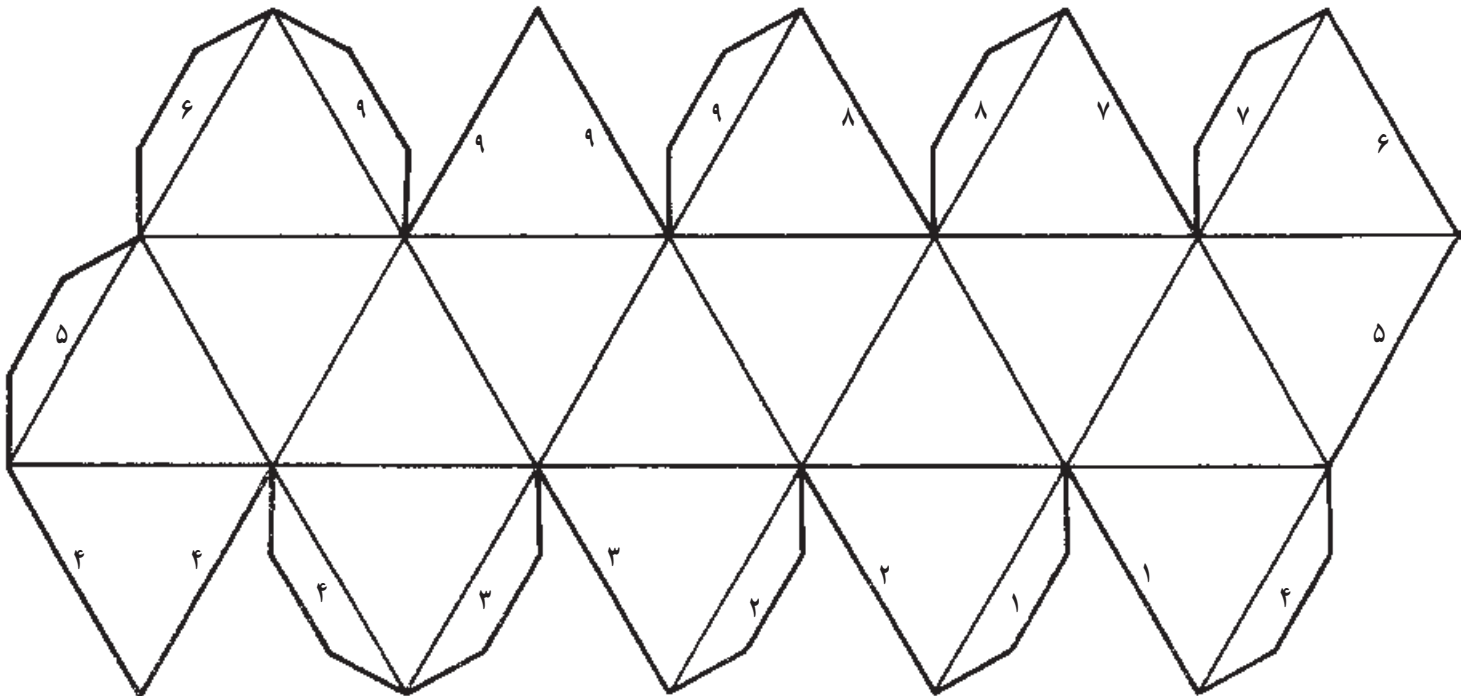
گستردهٔ شش وجهی (مکعب)

گسترده هشت وجهی



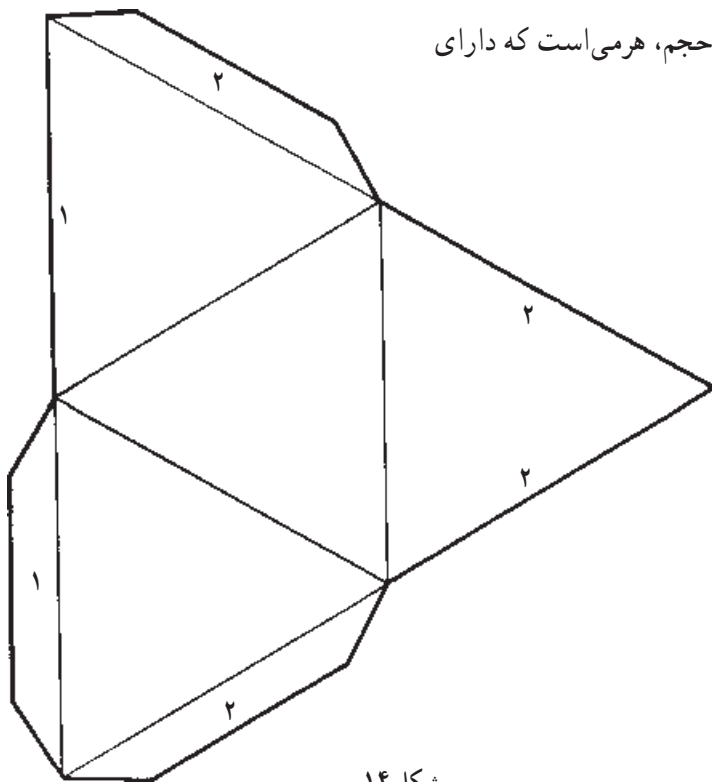
شکل ۱۲

گسترده بیست وجهی: این حجم فقط از بیست مثلث  
متساوی الاضلاع ساخته شده است، که خود نیز از حجمهای  
اصلی برای ساختن بسیاری از احجام پیچیده به شمار می رود.



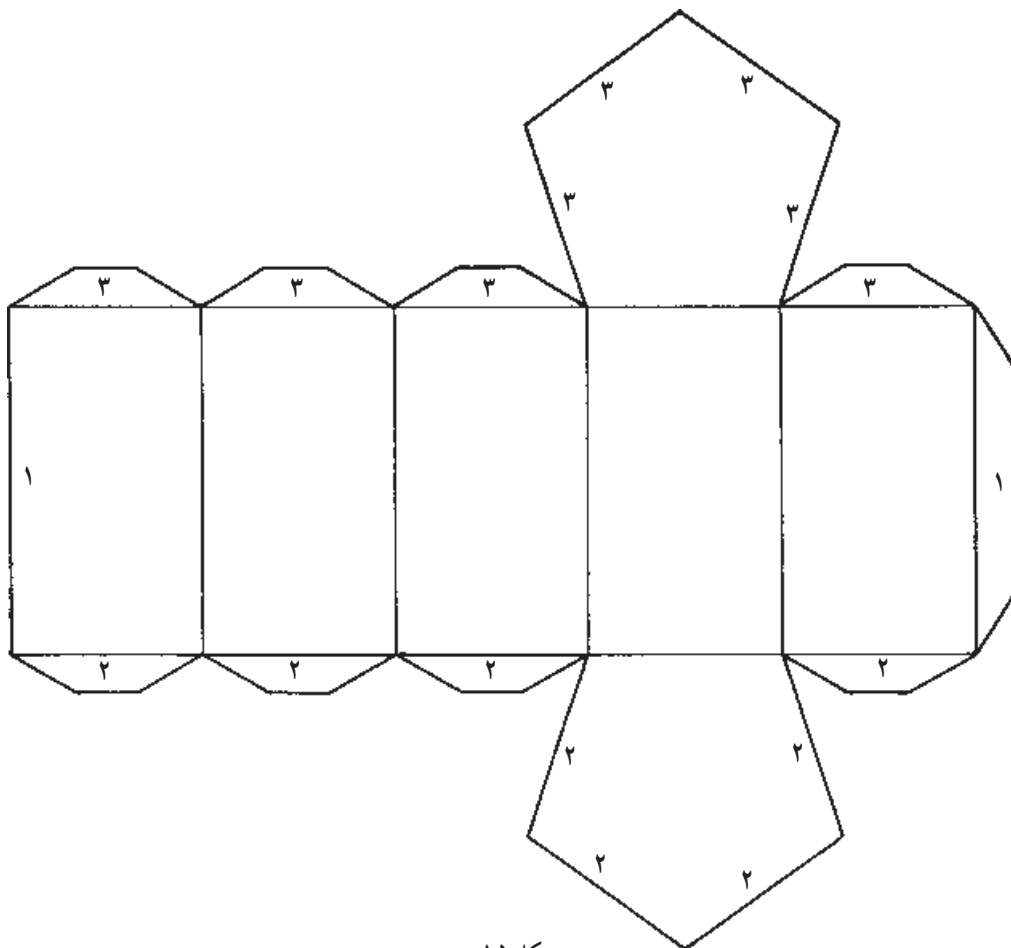
شکل ۱۳

گسترده چهاروجهی: این حجم، هرمی است که دارای  
 قاعده مثلث شکل می باشد.



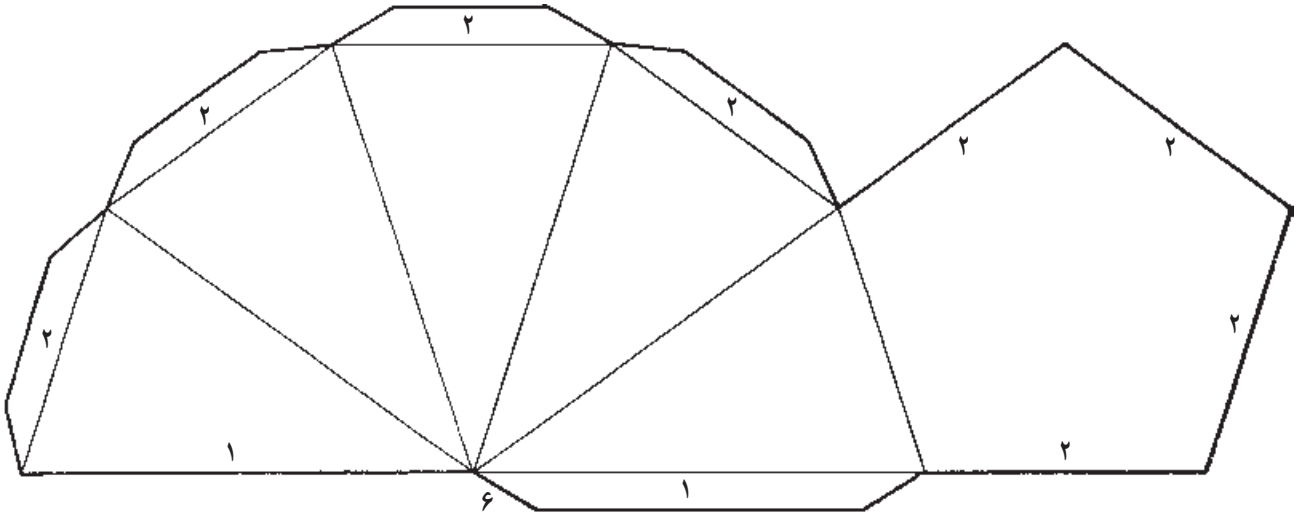
شکل ۱۴

گسترده منشور هفت وجهی



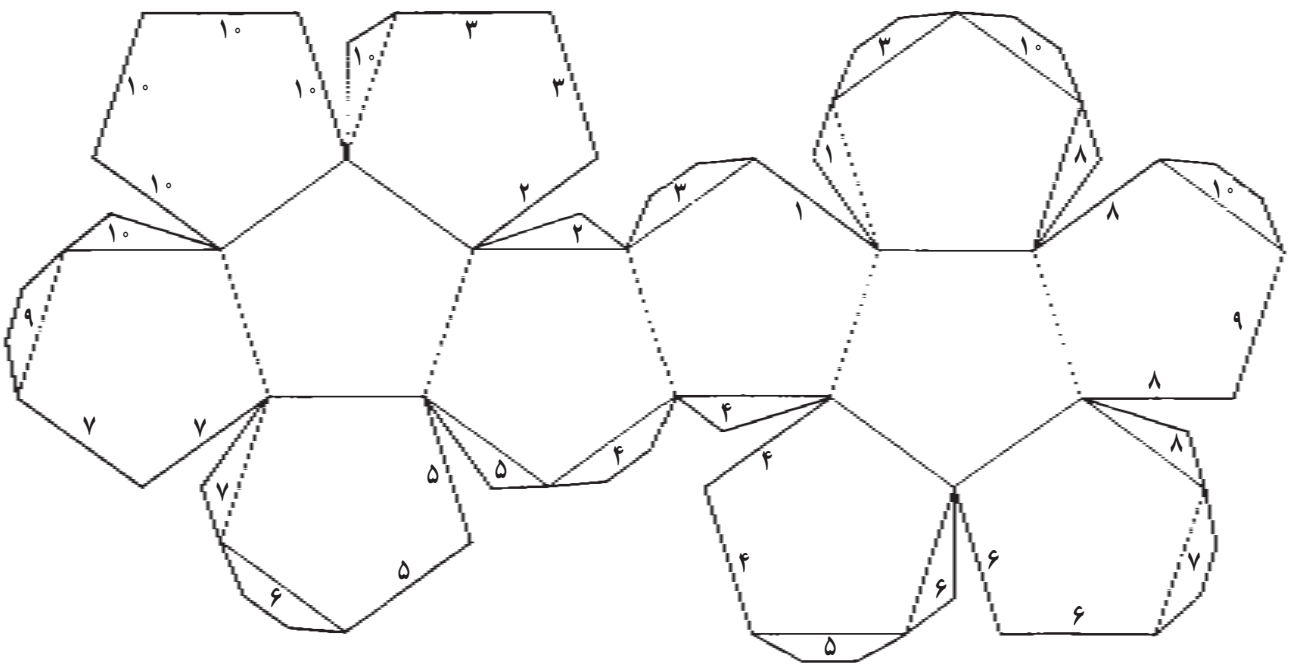
شکل ۱۵

گسترده هرم شش وجهی: این هرم، دارای یک قاعده پنج ضلعی و پنج وجه از مرکز رأس تا اضلاع قاعده است.



شکل ۱۶

گسترده دوازده وجهی: این حجم، فقط از دوازده عدد پنج ضلعی منتظم، تشکیل شده است که خود نیز، از حجمهای اصلی، در ساختن بسیاری احجام پیچیده می باشد.



شکل ۱۷

## تمرین

۱- یکی از منشورهای معرفی شده در درس را با بهره‌گیری از نمونه گسترده‌ای که ارائه شده، با مقوا بسازید. (ارتفاع : ۸ سانتیمتر)

۲- یکی از احجام دورانی را با استفاده از مقوا بسازید. (به‌عنوان مثال استوانه‌ای با ارتفاع  $10^\circ$  سانتیمتر و قطر ۵ سانتیمتر)

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

### ماکت

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، دانش آموز باید بتواند:

- ۱- انواع ماکت را نام ببرد.
- ۲- حجم سازی با کاغذ و مقوا را انجام دهد.
- ۳- مصالح ماکت سازی را نام ببرد.
- ۴- مراحل ساخت ماکت با انواع مصالح ماکت سازی را شرح دهد.
- ۵- خصوصیات انواع مصالح ماکت سازی را شرح دهد.
- ۶- کاربرد نقوش هندسی در تزئینات معماری را شرح دهد.
- ۷- نقوش هندسی ذکر شده را ترسیم کند.
- ۸- کاربرد نقوش هندسی را در گره کشی شرح دهد.
- ۹- گره را تعریف کند.
- ۱۰- تقسیم بندی قوسی را نام ببرد.
- ۱۱- قوسهای ذکر شده را ترسیم کند.
- ۱۲- خصوصیات معماری مدرن را بیان کند.
- ۱۳- ساخت ماکت از بناهای مدرن را انجام دهد.
- ۱۴- محوطه سازی را انجام دهد.

#### مقدمه

هنگام طراحی و آفرینش یک ایده، برای تفهیم، تصحیح و ارائه آن در زمینه های مختلفی چون نمایش اماکن زیست عمومی، خصوصی، زمینه های فرهنگی، محصولات صنعتی، امور ویژه و غیره، می توان از ساخت ماکت بهره جست.

**تعریف ماکت:** در حقیقت، ماکت از تبدیل طرح دو بعدی روی کاغذ، به طرحی سه بعدی و حجمی ایجاد می شود و می تواند با مواد، مصالح و روشهای مختلف اجرا شود. در مدارس و اماکن آموزشی و آتلیه های حرفه ای، توجه زیادی به ماکت می شود و از آن به عنوان یکی از بهترین روشهای ارائه ایده استفاده می گردد.

#### چرا ماکت می سازیم؟

هنگامی که یک دانش آموز، دانشجو یا طراح حرفه ای، طرح دو بعدی خود را با استفاده از ماکت عینیّت سه بعدی می بخشد، به سرعت به نقاط ضعف و قوت طرح خود پی برده، در راه تکمیل طرح خود می کوشد. بنابراین، طرح در جهتی صحیح پیش رفته، در زمان، انرژی و هزینه، صرفه جویی می شود، ضمناً طرح، پخته تر و کامل تر شده، نقایص آن کاهش خواهد یافت.

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



شکل ۱- یک ماکت از سازه‌ای سبک - ساخته شده با ورق PVC.

بعد به سه بعد تبدیل می‌شود. از این رو، اشخاصی که از تجربه 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.

به‌طور کلی، هر اندازه هم تجربه طراح زیاد باشد باز با استفاده از ماکت مسایلی را می‌توان دید و مطرح کرد که تصور 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 به سبب 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 به صورت ماکت نشان داده می‌شوند و حتی تغییر و تبدیلهای 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

باید بدانیم هر راه و روشی که ما را در دست یافتن به طرح نهایی، در حداقل زمان و هزینه یاری بخشد، راهی صحیح و روشی مقبول است. با کسب تجربیات زیاد به این نکته آگاهی می‌یابیم که اسکیسهای مختلف و متعدد، راندو، 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 اهمیت دارد. زیرا از طریق ماکت‌سازی ما به سرعت و به راحتی می‌توانیم طرح را نهایی کرده و شکلی سه بعدی و واقعی‌تر در معرض دید کارفرما و بینندگان دیگر قرار دهیم و نتیجه لازم را اخذ نماییم.

معمولاً اولین مشکل برای ساخت ماکت، انتخاب مصالح مناسب و سپس تهیه آنهاست. ولی اشخاصی که مدتی 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

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

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



به نقاط ضعف و قوت طرح پی برد و در صدد رفع معایب آن، برآمد. ماکت‌سازی، یک هنر مستقل است که برای تجسم سه‌بعدی نقشه‌های ترسیم شده 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 به عنوان حرفه تخصصی خود انتخاب کرده‌اند.

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

اکثر طراحان، برای ابداع هر طرح پس از اتوهای اولیه بر روی 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 اندازه زیادی مشخص سازند. همچنین، با اعمال نیروهای مختلف می‌توان



شکل ۲- فردی در حال ساخت یک ماکت

را راهنمایی کرده و بدانند که مشکلات نقشه خود را چگونه می‌تواند با ماکت برطرف سازد. بسیاری از معماران و هنرمندان هستند که نقشه‌های اجرایی خود را بدون تهیه ماکت هم می‌سازند ولی از آن سو طراحان و هنرمندان طراز اولی هم هستند که ماکت نقشه را خود می‌سازند تا اشکالات طرح را در ماکت موجود، تصحیح و نقشه را بازمینی نمایند. اما برای اشخاصی که از نقشه‌های فنی اطلاعات کافی ندارند، ماکت، راهنمای بسیار خوبی است زیرا

تجربه‌های این کارشناسان که در طی سالهای سال به دست آمده است برای آموزش این رشته و راهنمایی اشخاصی که مایل هستند نقشه‌های آنها به صورت سه بعدی درآید مفید است. معمولاً طراحان، پس از ترسیم نقشه‌های اولیه ماکتهای مقدماتی را خود شخصاً می‌سازند ولی برای تبدیل و تکمیل آن به ماکت‌ساز متخصص هم مراجعه می‌کنند. به هر صورت، هر طراح، لازم است به اندازه کافی از ماکت‌سازی اطلاع داشته باشد تا بتواند شخص ماکت‌ساز

می‌شویم که می‌توان آنها را در بخشی از ماکت طوری به کار برد که حتی کاربرد اولیه آن مشخص نشود.

### زمان ساخت ماکت

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

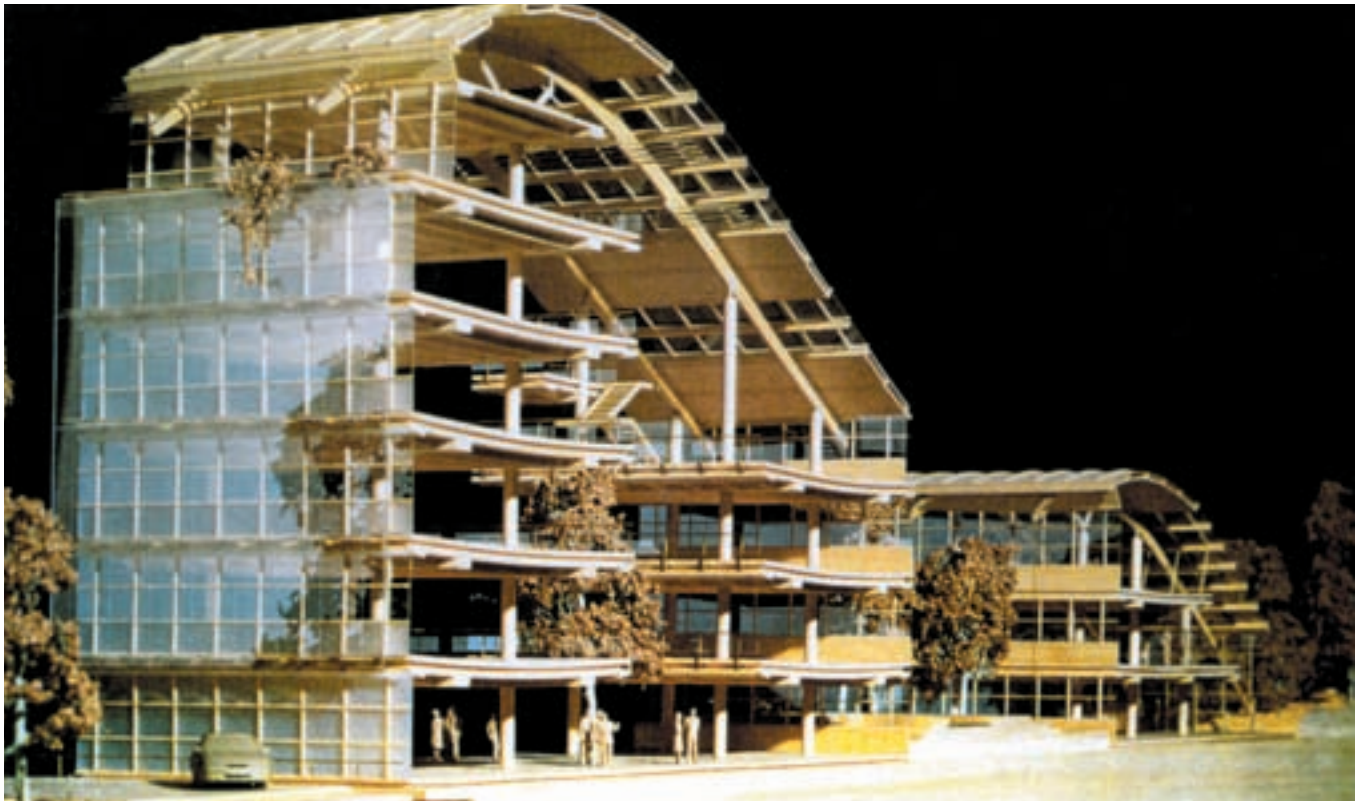
۱- قبل از شروع پروژه: برای آشنایی با بخشهای مختلف پروژه و کمک به مجریان طرح

۲- همزمان با انجام پروژه: برای معرفی و مشخص نمودن میزان پیشروی و محدوده کار

۳- پس از اتمام پروژه: برای معرفی طرح و مجموعه به افراد مورد نظر.

برداشت بهتری از طرح را نمایان می‌کند. به تجربه ثابت شده است که هزینه قابل ملاحظه ماکت‌سازی خود نوعی صرفه‌جویی است. برای این که فرصت طراحان بیهوده صرف 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 اهمیت است.

ضمن کسب تجربه در ساخت یک ماکت، می‌توان با انواع مصالح به کار رفته نیز آشنا شد و حتی مواد و مصالح جدیدی کشف کرد و آنها را در شمار مصالح به کار برد. مواد و مصالحی که بعضاً جزء اشیای دورریز بوده‌اند اینک با دقت و تیزبینی متوجه



شکل ۳- ماکت یک فضای مسکونی - ساخته شده با قطعات P.V.C و پلکسی گلس

یک یا چند عکس برداشته می‌شود. مدتهاست که عکاسانی رشته تخصصی خود را عکاسی از ماکت قرار داده‌اند. این عکاسان، برای نمایاندن تمامی قسمتهای ماکت، از عناصر ریز به کار رفته در آن نیز عکسهای واضح و گویایی تهیه می‌کنند و گاهی از ابزار ساخت

### نحوه ارائه ماکت

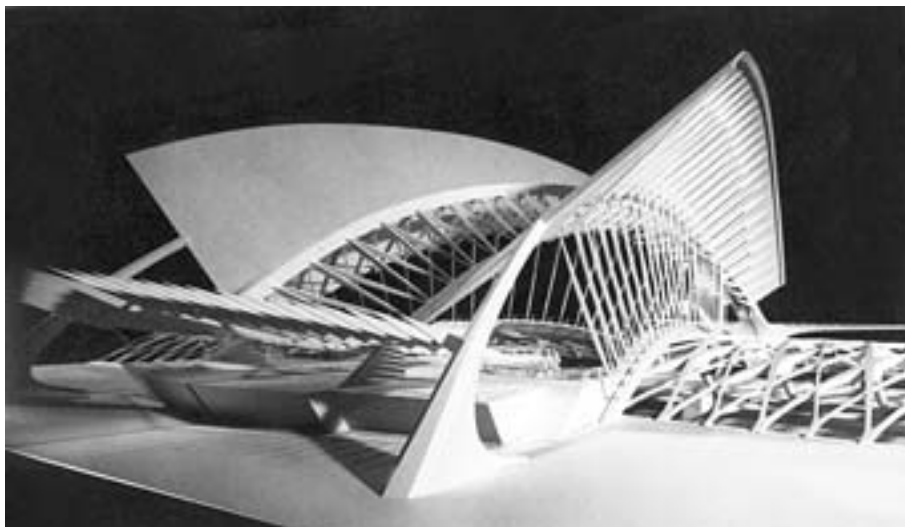
حمل ماکتهای بزرگ و حتی کوچک به راحتی صورت نمی‌گیرد و نمی‌توان ماکتها را به راحتی در هر محل نگه‌داشت. برای رفع این مشکل، از عکاسی استفاده می‌کنند و از هر ماکت

استنباط است. از عکسهای مختلف می توان در بعضی از پروژه ها به جای نما و پرسپکتیو<sup>۱</sup> استفاده کرد.

### انواع ماکت از نظر اندازه و نوع

گذشته از این که ماکتها را می توان در سه اندازه مختلف، کوچک تر، اندازه اصلی (۱:۱) و بزرگ تر (Larg Scale) ساخت، باید گفت که معمولاً ماکتها از نظر کیفیت و ساخت، به دو دسته تقسیم می شوند: ماکتهای تمرینی یا اتود<sup>۲</sup> (پیش ماکت) و ماکت نهایی.

ماکت نیز برای شناسایی تکنیکهای ساخت، تصویربرداری می نمایند. در این عکسبرداری، برای ارائه طرح، تنها گرفتن چند عکس دقیق از کل پیکره و عناصر ریز، کافی نیست. بلکه از زاویه های مختلف و از دید طراح هم باید عکسهایی برداشته شود. به همین دلیل در موقع عکسبرداری از یک ماکت، همکاری طراح و عکاس، ضروری می نماید تا عکسها شناسایی کامل و بهتری از کار را ممکن سازند. هر طراح می تواند طرح خود را برای اشخاص فنی توصیف کند ولی عکس ماکت فکر طراح را برای دیگران واضح تر بیان می کند به صورتی که برای همه قابل



شکل ۴- ماکت ساخته شده از مقوا و قطعات پلاستیکی



شکل ۶- نمونه ۱:۱ (واقعی)



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

۱- پرسپکتیو: علم بررسی مناظر و مرایا Perspective

۲- اتود: طرح مقدماتی etude



در اینجا یک ماکت را از زوایای مختلف مشاهده می‌کنیم :



شکل ۸ - جنس ماکت از ورقهای P.V.C



شکل ۷- ماکت ایستگاه اتوبوس

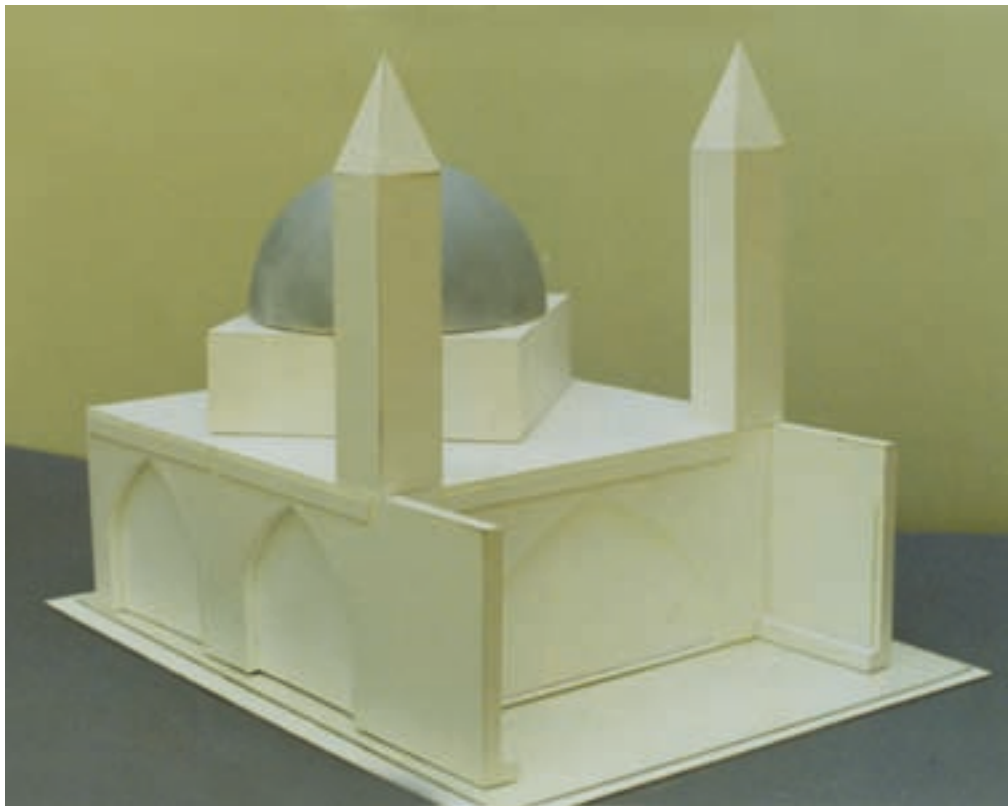


شکل ۹- نمای پشت

یکی دیگر از اهداف طراحان در ساخت ماکت‌های تمرینی، کنترل حجم‌های در دست طراحی از جنبه 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 طراحان 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، به آنها کمک کرد تا در تصمیم‌گیری تسریع حاصل گردد. مسلم است که ظاهر تمام شده این نوع از ماکت، باید دقت و ظرافت بیش‌تری داشته باشد و علاوه بر اجزای اصلی (عناصر ماکرو<sup>۱</sup>) می‌بایست کار از دقت لازم در اجزای ریز (عناصر میکرو<sup>۲</sup>) نیز برخوردار باشد تا جلوه لازم را ایجاد نماید.

**ماکت اتود:** غالب طراحان، به‌خصوص، طراحان 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. بدین وسیله طراحان 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 تناسب 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 کلیه بخش‌ها، تنها پیکره اصلی ساخته می‌شود و عناصر فرعی کار نمی‌شوند.



شکل ۱۰-۱. ماکت اتود یک نمازخانه - ساخته شده با ورق‌های مقوا و فوم در گنبد

- ۱- عناصر ماکرو (macro): عوامل تشکیل‌دهنده پیکره یا هیأت کلی یک شکل
- ۲- عناصر میکرو (micro): عناصر ریز، تزئینی و تکمیلی پیکره کلی یک شکل

## انواع ماکت از لحاظ کاربرد

هنگامی که یک معمار، فضایی را طراحی می‌کند بنا به اقتضای مکان سوژه یا سلیقه خود، این کار را انجام می‌دهد. از این رو، طرحها می‌توانند بسیار متنوع باشند و با سبکهای گوناگون و ویژه‌ای خلق شوند. برخی از این طرحها، از سطوح مات (اُپک<sup>۱</sup>) و صلب<sup>۲</sup> مثل دیوار یا قابل ارتجاع مثل چادر و برخی دیگر از عناصر مثل لوله، کابل، سطوح شفاف و غیره، تشکیل یافته‌اند که نمونه آن را می‌توان در سبکهای مختلفی مثل سبک کلاسیک - مدرن و های‌تک<sup>۳</sup> مشاهده نمود. برخی می‌توانند یک مجموعه 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 سازه معماری داخلی را دربرگیرند.

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 به درستی نمی‌توان مواد و مصالح و یا روشهای ساخت مرزی قائل شد ولی به طور کلی می‌توان به نوعی دسته‌بندی اشاره نمود که شرح آن خواهد آمد.



شکل ۱۱- ماکت یک مجموعه فرهنگی - اقتصادی

### ماکتهای ساختمانی

ب - ساختمانهای ویلایی با سطوح صاف، عمودی و مایل

صاف یا بافت دار

ج - ساختمانهای بلند مثل آسمان خراشها با سطوح اپک

و یا شفاف شیشه‌ای

الف - ساختمانهایی با اشکال معمولی متداول با سطوح

صاف عمودی و افقی مثل فضاهای مسکونی، اداری،

بیمارستانی

۱- اُپک (Opaque): غیر شفاف، مات و دارای جرم. سطحی که نور از آن نمی‌تواند عبور نماید. دستگاه بزرگ‌کننده تصاویر (ای اسکوپ). نوعی از آن که توانایی

بزرگ کردن تصاویر روی تلخ را دارد به نام over head شناخته می‌شود. (که در اینجا منظور این دستگاهها نیستند.)

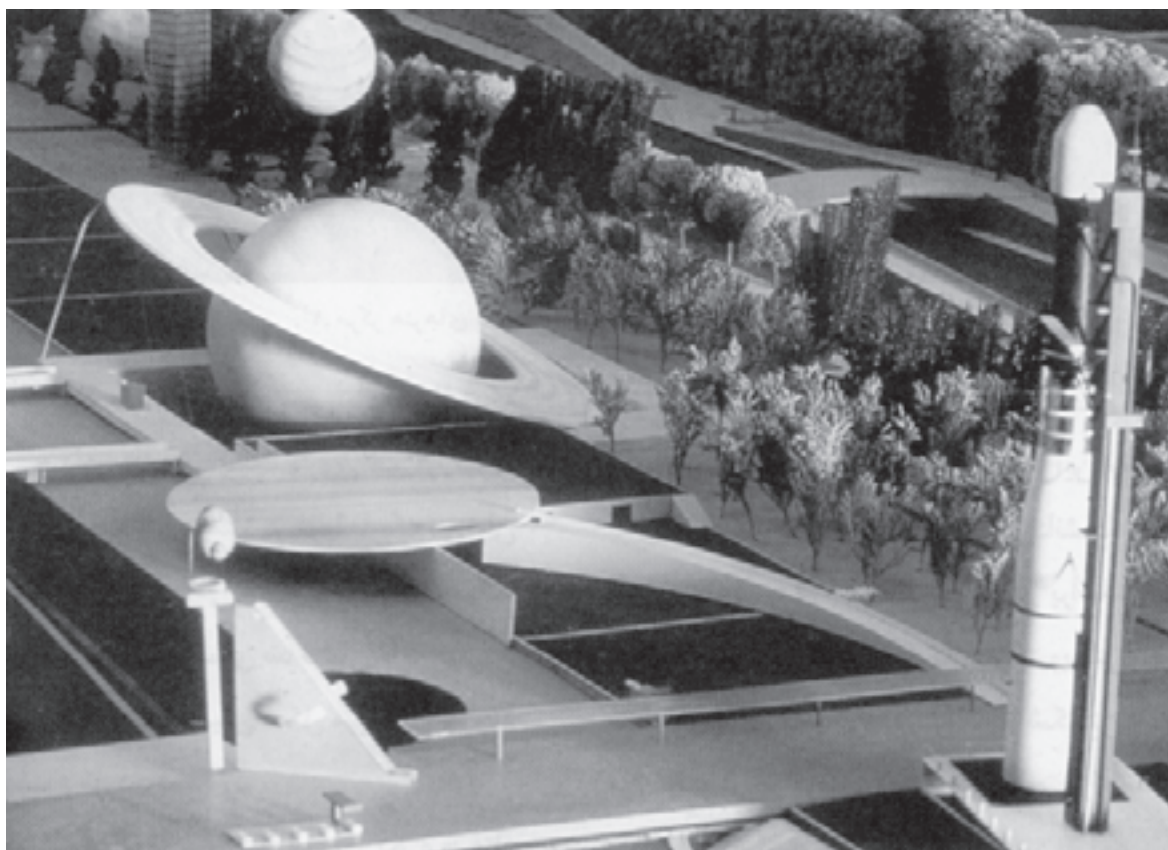
۲- صلب: سخت و ارتجاع ناپذیر

۳- های‌تک (HITECH): نام سبکی است که در آن ارائه همه پیچیدگیهای به وجود آورنده کل یا جزء پیکره، عیان و بارز است. هر جزء، شخصیت مربوط به خود

را داراست و هیچ قطعه‌ای در پس قطعه دیگر پنهان نیست و هر یک شخصیتی قوی دارند.

و - برجهای غیرمسکونی برای استفاده‌های خاص مثل  
برج دیده‌بانی، با سطح معمولاً آپک  
ز - محوطه‌ای مانند حیاط، پارکینگ و بخشهای جانبی  
یک ساختمان

د - ساختمانهای غیرسطح هندسی مثل منازل یا اماکن  
دیگر مثلاً کره‌ای شکل  
ه - ساختمانهای غیرهندسی با سطوح هندسی و  
غیرهندسی مشخص (که کمتر دیده می‌شود)

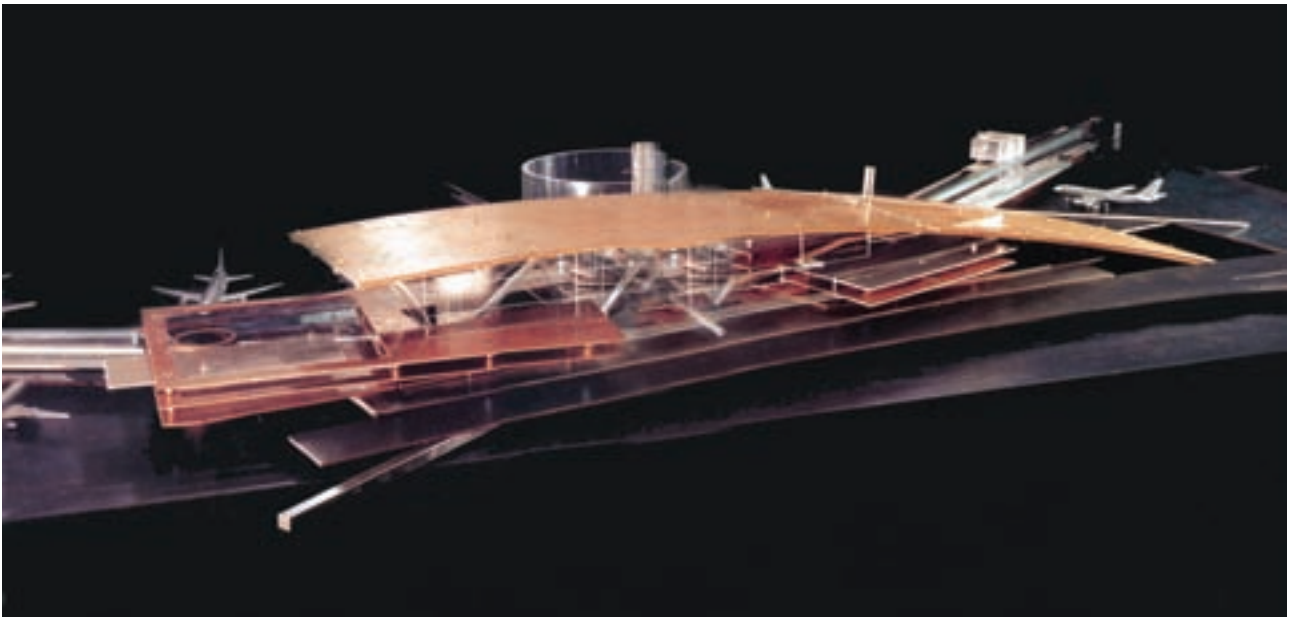


شکل ۱۲ - ماکت یک فضای فرهنگی - ساخته شده از مواد مختلف

دکلهای برق، ایستگاه اتوبوس و غیره  
ماکتهای فضای شهری و ساختمانهای تأسیساتی  
الف - پارکها، خیابانها، کیوسکهای گل یا روزنامه‌فروشی،  
میادین، ایستگاه اتوبوس و غیره  
ب - فضای ورزشی یا تفریحی مثل استادیوم و  
شهریازی  
ج - فضاهای خاص مثل سدها، نیروگاهها، ایستگاههای  
پمپ بنزین، گاز و...

ماکتهای صنعتی  
الف - کارگاهها و دفاتر آنها  
ب - کارخانهها  
ج - پالایشگاهها  
د - مقاطعی از بعضی قسمتهای طراحی شده (دیتیل) با  
استفاده از سطوح مختلف هندسی و غیر هندسی و با مواد گوناگون  
ه - برجهای بلند غیرمسکونی برای استفاده‌های صنعتی  
مثل برج مخابرات، برجهای خنک‌کننده و برجهای مخازن آب  
و - محصولات صنعتی مثل مبیل، میز، چراغ، گلدان،





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

روی آن را به رنگ سبز روشن درآورده ایم 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 صفحه ۱۰ کتاب نیز به آن اشاره شد، اگر با دقت و از دریچه 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 عرضه 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 تجسمی دوران باستان می‌توان، وجود چنین علاقه‌ای را دریافت و حتی ماکتهای ساخته شده با مصالح مورد دسترس را می‌توان در موزه‌ها مشاهده نمود. هنرمندان زمانه ما نیز برای دست یافتن به تجربه‌های جدید با استفاده از امکانات و با به کارگیری 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 به راحتی می‌توان این حجمها را ساخت. این مصالح نسبت به مصالح دیگر ارزان تر هستند و کاربرد آنها به سهولت امکان پذیر می‌نماید.



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

### شروع ساخت ماکت

مقدمه: در این بخش، ابتدا نگاه و اشاره‌هایی اجمالی به برخی مواد خواهیم داشت و سپس، در مورد موادی که در ماکت‌سازی اهمیت بیشتری دارند، توضیحات مفصلتری 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



اکثر احجام مورد نظر را می‌توان با تا کردن و برش کاغذ و مقوا به دست آورد. یکی از امتیازات کاغذ و مقوا، این است که می‌توان با ایجاد برش مخصوص، بدون چسب، بعضی از حجمها را به وجود 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 به راحتی 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 گران قیمت را به کار برد. متناسب با حجمی که باید ساخت از کاغذهای صاف و یازبر می‌توان بهره برد. کاغذ ماکت را به سهولت می‌توان رنگ آمیزی کرد. برای این منظور، از کاغذهای رنگین نیز می‌توان استفاده کرد. در انتخاب مقوا، معمولاً به دلیل سنگینی و دشواری کاربرد، از مقوای ضخیم استفاده نمی‌کنند. اگر مقوای مناسب ماکت‌سازی در دسترس نباشد می‌توان با چسباندن چند برگ کاغذ بر روی هم مقوای 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 حلالشان 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 یرسهای صفحه‌ای که کل سطح کاغذ را مورد فشار قرار می‌دهند بهره جست. استفاده از چسبهای تینری و بالاحص نوع اسپری آن، بهترین نتیجه را به بار می‌آورد.

### انواع کاغذ و مقوای ماکت‌سازی

**الف - 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 شکل دهی میسر می‌شود.

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

**ج - 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 سه لایی باشد از مقوای آغشته به پارافین مایع استفاده می‌شود.

**د - مقوای ماکت:** مقوای ضخیم و ترد (غیر الاستیک) معمولاً به رنگهای سفید، آبی، خاکستری و مشکی است که برای ساخت ماکتها و مدلها به کار می‌رود.

**ه - مقوای دیگری نیز موجودند 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 - قیچی:** قیچی تیغه صاف برای برشهای مستقیم و قیچی تیغه منحنی برای برش کارهای ظریف و سطوح منحنی شکل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

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

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

**۴ - صفحه زیر برش:** برای صفحه زیر برش می‌توان از صفحه پلاستیکی فشرده مخصوص یا از چوب، آلومینیوم و شیشه استفاده کرد. در ماکت‌سازی استفاده از صفحه زیر برش 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 تیغه چاقو کمتر است ولی صفحه پلاستیکی مخصوص، کاربرد بهتری دارد.

می‌برد و به سرعت کار می‌افزاید و نیز زاویه‌های صفحات بریده قائمه هستند و با استفاده از خط‌کش مدرّجی که روی دستگاه نصب شده است نیاز به اندازه‌گیری مجدد، از میان می‌رود. برای برش کاغذ و مقوا دستگاههای بزرگ برقی هم وجود دارند ولی در ماکت‌سازی وجود یک دستگاه ساده غیربرقی، کافی است.

۷- وسایل جانبی: گونیا، خط‌کش مدرّج، مداد پاک‌کن، پرگار، پرگار گردبر، مداد، سنبله با درجات زبری متفاوت و وسایل دیگری که در کارهای مقوایی و کاغذی، مورد نیاز است.

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

۶- 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 به راحتی



شکل ۱۵- ابزار ساده ماکت‌سازی

نمونه‌ای از حجم‌سازی با مقوا را در تصاویر زیر می‌بینید.



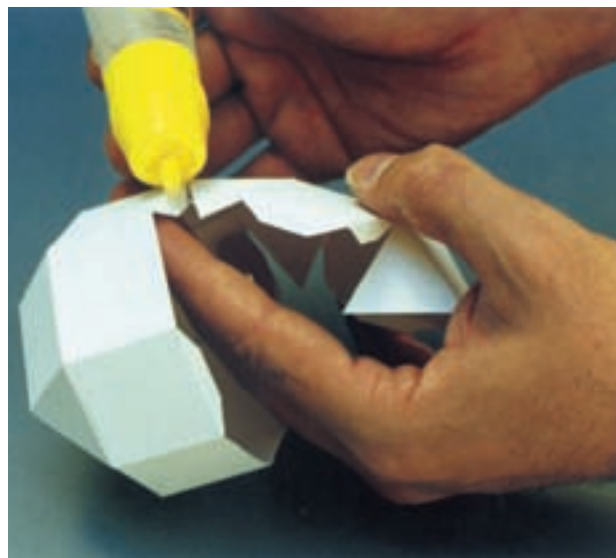
شکل ۱۷- مراحل ساختن حجم با مقوا (تا شده حجم مقوایی چندوجهی)



شکل ۱۶- مراحل ساختن حجم با مقوا (گسترده یک حجم چندوجهی)

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. مقوای تا شده، مقاومت بیشتری دارند. پرگارهای گردبر که در یک بازوی آنها تیزبری نصب است نیز برای برش دایره‌ها بسیار مناسب‌اند. تیزبر زاویه‌بر، برای برش مقوای ضخیم کارآیی دارد. برشی که این تیزبر ایجاد می‌کند ۴۵ درجه است که پس از برش، اگر دو لب بریده شده را کنار هم قرار دهیم زاویه تیز و مطلوبی خواهیم داشت. برای ساختن اغلب اجسام 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 حوصله بیشتری را به‌خرج بدهیم.

**چسب و کاغذ پایه‌ماشه<sup>۱</sup>:** در ماکت‌سازی برای بخشی از قسمت‌ها معمولاً از این روش زیاد استفاده می‌شود. پایه‌ماشه، ترکیبی از خمیر کاغذ یا نوارهای روزنامه، سریشم حیوانی و یا سریشم گندم می‌باشد و برای این که قطعه موردنظر بادوام‌تر باشد سطوح پایانی آن‌را با انواعی از رزین و پارچه و یا با پشم شیشه و رزین پلی‌استر می‌پوشانند. روش دیگر ساخت پایه‌ماشه، به این شکل است که کاغذگاهی 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 به چسب شوند و سپس بیرون آورده داخل قالب قرار می‌دهیم. جنس قالب می‌تواند از گچ، شیشه، چوب یا هر ماده دیگری باشد. سطح قالب می‌بایست با ماده 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 خشک شدن آن‌را سنباده می‌زنیم. سپس با رنگ روغن یا



شکل ۱۸- مراحل ساختن حجم با مقوا (مراحل تکمیلی چسباندن 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 در نتیجه 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 تیزبر 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 نگه می‌دارند و با دست دیگر، مقوا را از زیر تیغ تیزبر عبور می‌دهند. روش برش مقوا با این وسیله، بدین ترتیب است که ابتدا با تیزبر روی مقوا خط می‌اندازند، پس از مشخص ساختن محل برش، با خط‌مقدماتی، 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 تا کردن مقوا در برخی قسمت‌ها کاملاً بریده نشود و کار تمیز و منظم صورت گیرد. فشار

۱- پایه‌ماشه: تکنیک ترکیب چسب و مواد سلولزی مثل کاغذ است که در ساخت قطعات پوسته‌ای کاربرد دارد. (پایه‌ماشه در اصل، کلمه‌ای فرانسوی است و نام

یکی از هنرهای سنتی آنجاست.) Papier mache



رنگهای تینری و یا الکی رنگ آمیزی می نمایم.

نکته: در پایه ماشه به جای چسب کاغذیواری، از چسب سرد نجاری نیز استفاده می شود. چسب نجاری استحکام بیشتری به کار می دهد، اما دیرتر خشک می شود. ولی در ساخت «مدل» از چسب گرم نجاری هم استفاده می شود که استحکام بیشتری دارد.



۴- خروج قطعه از روی مدل



۵- پس از خشک شدن قطعه، آنرا آرایش می کنیم



۱- زدن ماده جداکننده به مدل



۶- رنگ آمیزی مدل



۲- ساختن چسب سریشم



۷- رنگ آمیزی نهایی و زدن ماده پوشش دهنده شفاف (کیلر)



۳- گذاردن لایه های دستمال کاغذی روی هم با چسب سریشم

شکل ۱۹- ساخت یک قطعه به شیوه پایه ماشه (استفاده از خمیر کاغذ)

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 لاتیکس<sup>۶</sup> بهره جست. فومهای پلی‌یورتان نسبت به پلاستوفوم بافت بهتری دارند و موقعی که سطح عالی تری مورد نظر است از آن استفاده می‌شود.

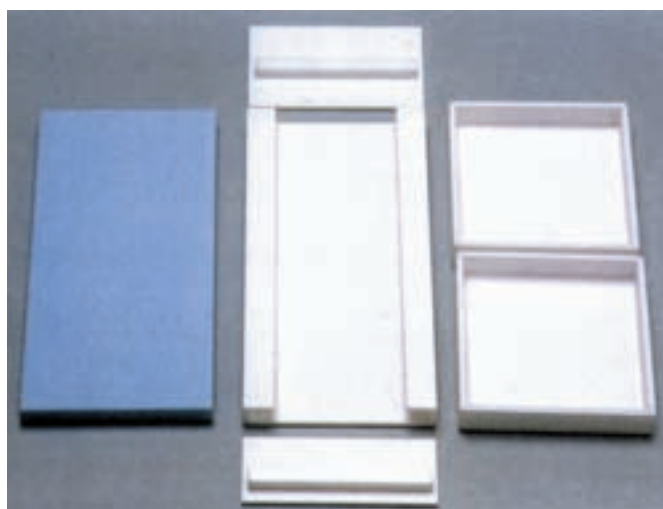
فوم<sup>۱</sup> (یلوفوم<sup>۲</sup>، بلوفوم<sup>۳</sup>، پلاستوفوم<sup>۴</sup>)

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.

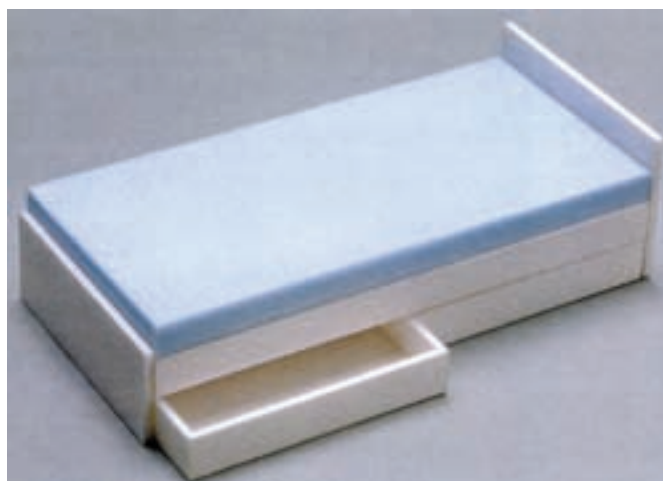
فومها به دو صورت پلی‌یورتان<sup>۵</sup> و پلاستوفوم (یونولیت) عرضه می‌شوند و به شکل‌های ورقه‌ای (Sheet) یا بلوکی در دسترس اند و می‌توان آنها را کنده‌کاری کرد؛ سوهان زد و به راحتی به شکل‌های بزرگ درآورد.

ابزار و مواد: معمولاً یک سیم‌المنت برنده داغ الکتریکی برای بریدن پلاستوفوم و بلوفوم، کاملاً مناسب است. کاتر، سوهان،

### یک مدل ساخته شده با استایروفوم و بلوفوم



شکل ۲۰- اجزای ماکت به ابعاد مشخص بریده شده‌اند.



شکل ۲۱- مدل تکمیل شده

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

نهایی با گل رس، بالکلی (نوعی خمیر نسبتاً سفت) شکل می گیرند و به این ترتیب قطعه، تکمیل می شود.

مراحل ساخت یک مدل با یلوفوم و روکش بالکلی: در اینجا، فوم به عنوان شکل دهنده کلی عمل می کند و سطوح



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



۲- بسیار حساب شده، حجم را پوشش دهید.



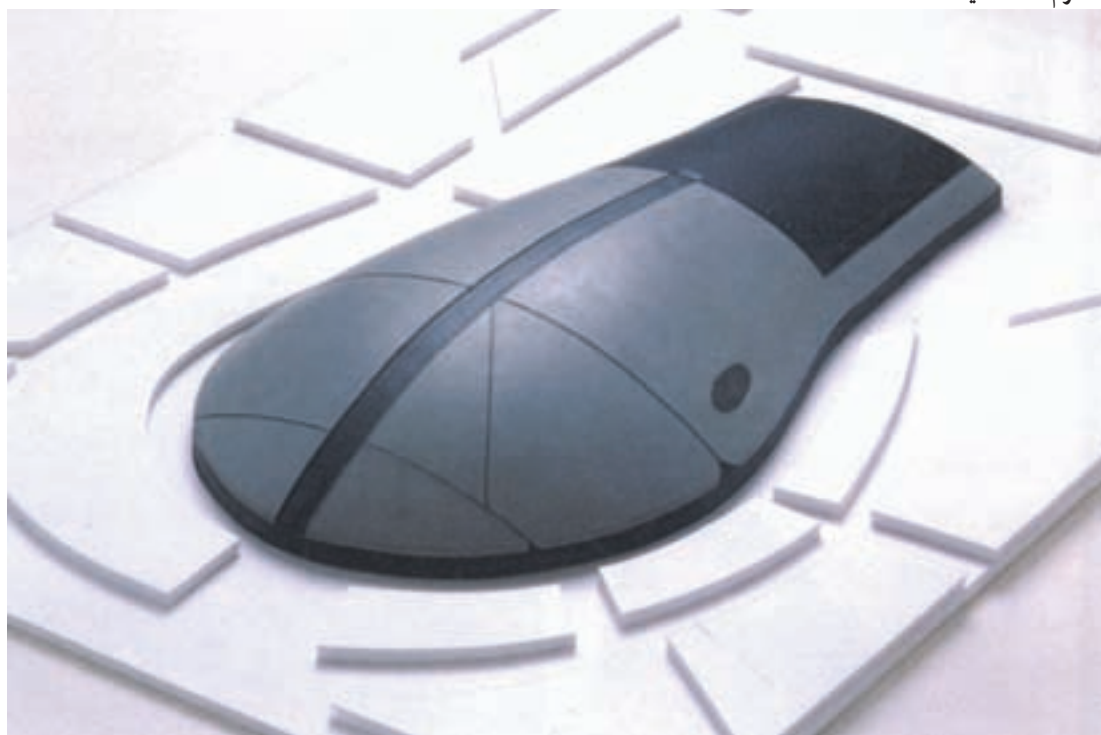
۱- هسته فومی باید کوچک تر از اندازه نهایی انتخاب شود.



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



۴- سطح مدل را با یک لیسه پلاستیکی نرم صاف کنید.



۶- مدل تکمیل شده

شکل ۲۲



فومها، به شکل مایع و جامد، و در حالت بلوکی و ورقه‌ای در دسترس‌اند. در حالت مایع به صورت سیستم دو قسمتی‌اند مثل اورتانها، که از دو بخش پلیول<sup>۱</sup> و ایزوسیانات<sup>۲</sup> با نسبتهای تقریباً مساوی تشکیل شده‌اند و هر قدر نسبتها تغییر یابند فوم به دست آمده نرمتر یا سخت‌تر خواهد شد.

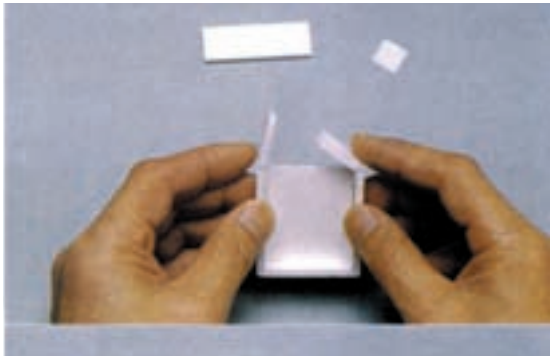
فومها هم به صورت سفت و هم به شکل نرم و قابل انعطاف موجوداند. بلوکهای پلاستوفومی را می‌توان با کنده‌کاری و ابزارهای دیگر شکل داد. سپس با قشری از چسب چوب یا رنگ پلاستیک آنرا آب‌بندی کرده، بر روی لایه آخر، با پشم شیشه و رزین پلی‌استر<sup>۳</sup> پوشش بادوامی ایجاد نمود و یا با لایه‌ای از گچ و سپس رنگ، پوششی 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 پشم شیشه پوشانده شوند استفاده از اورتان نسبت به پلاستوفوم ارجحیت دارد زیرا فوم زرد در مقابل رزین پلی‌استر، 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 حلال در آب نیز برای این کار مناسب‌اند (در نظر داشته باشید که تمامی افزودنیها را باید در پلیول ترکیب نمود).

پلاستوفومها در ماکت‌سازی کاربرد وسیعی دارند و در سختیهای 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 در برابر اشعه خورشید عمر زیادی ندارد.

استایروفوم<sup>۴</sup>: نوعی ماده برای ساخت ماکت است که به شکل دو لایه مقوا در زیر و رو با لایه‌ای فوم در وسط آن، در ضخامتهای 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:

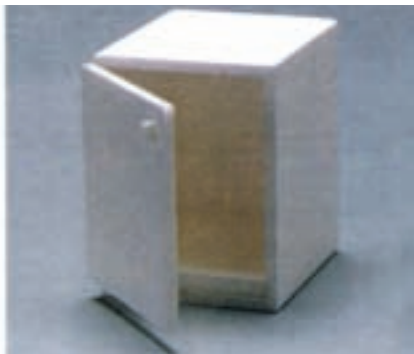
### مراحل ساخت دو مدل با استایروفوم



۲- مرحله تا کردن و چسباندن یکی از مدلها



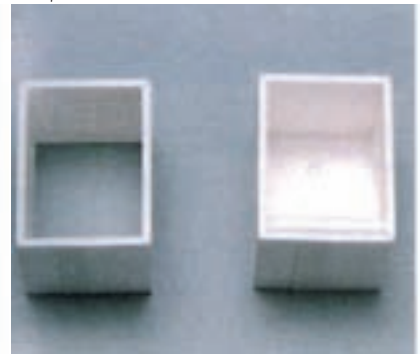
۱- قطعات بریده و زاویه خورده استایروفوم



۵- ماکت ساخته شده با استایروفوم B



۴- ماکت آماده شده A



۳- قطعات چسبیده و در حال تکمیل

شکل ۲۳

۱- Polyol

۲- Isocyanate

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

۴- Styrofoam

منحنی ساخت و در قسمتهای مختلف ماکت نصب کرد. صفحات چوب پنبه با چسب چوب، چسب فوم و چسبهای تینری، به خوبی به هم می چسبند. ولی مدلهایی نیز مانند شکل ۲۴ خود در یک رو دارای چسب می باشند که کار مونتاژ را بسیار آسان می کند.

**چوب پنبه:** چوب پنبه، علاوه بر فرم استوانه‌ای، به شکل ورق نیز عرضه می شود و دارای ضخامت‌های متفاوتی است. این ماده، سوای سبکی، به راحتی بریده می شود و به اشکال مختلف درمی آید. صفحات چوب پنبه را به سبب نرمی می توان به شکل



شکل ۲۴ - استفاده از ورقهای چوب پنبه در ساخت یک ماکت

موم عسل ← ۱۰ کیلوگرم  
 خاک رس پودر شده ← ۲۲ کیلوگرم  
 ابتدا روغن، گریس و موم را در ظرفی فلزی حرارت می دهند پس از آن که موم آب شد پودر گل به محلول داغ اضافه می شود.

**نکته:** در صورتی که گل رس نرم تری بخواهیم باید روغن بیش تری به محلول اضافه کنیم و اگر به گل رس سفت تری نیاز داشته باشیم باید علاوه بر خاک رس بیش تر موم عسل هم به محلول بیفزاییم (این نوع گل را «پلاستی سین» نیز می گویند).

خمیرهای روغنی به خاطر سهولت کاربرد و شکل پذیری خوب، از مواد مطلوب در ساخت ماکتها به شمار می روند. این خمیر، در رنگهای مختلف و با سختیهای متفاوت وجود دارد که بنا به مورد استفاده می توان نوع مناسب آن را به کار گرفت. انواع دیگری از خمیر ماکت سازی وجود دارد که در ادامه کتاب برای آشنایی شما، به آنها اشاره می شود.

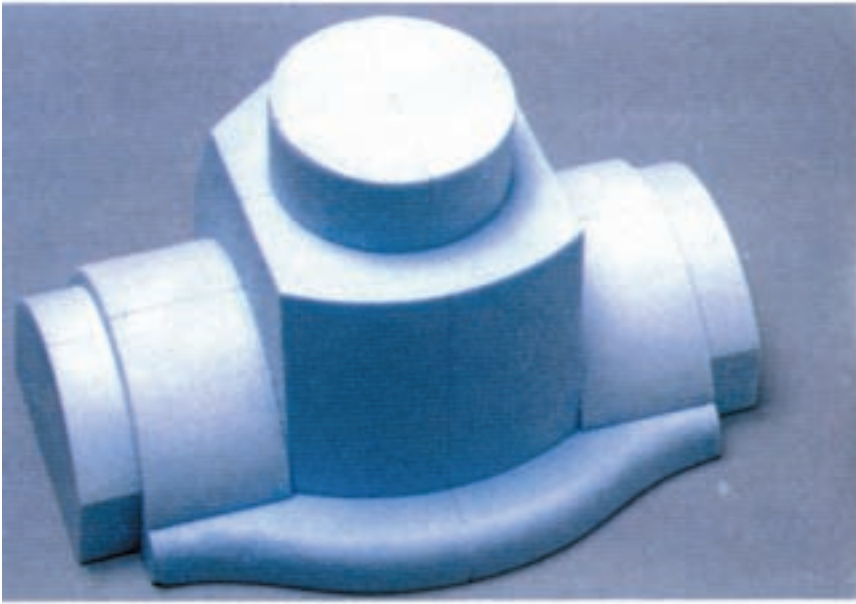
### گل رس و خمیرها (Clay modeling)

استفاده از گل رس و از قدیم علاوه بر ساخت محصولات، در مدل سازی و ماکت سازی نیز مورد توجه بوده است. ولی از آنجا که این ماده تا پایان کار می بایست مرطوب نگه داشته می شد، کار کردن با آن، با اشکال مواجه بوده است. به همین سبب رفته رفته به جای آب، در خاک رس از روغن استفاده شد که خشک نمی شد و کار با آن تمیزتر و راحت تر بود. برای این منظور، ترفندهای دیگری چون اضافه کردن گل نی (لویی) به مخلوط گل و یا اضافه نمودن ۳۰٪ خاک آجر پودر شده به گل رس کاربرد داشته است. ولی استفاده از این ترفندها چندان برای کار ماکت سازی مطلوب نبود، از این رو، گلهای روغنی ترجیح داده شد.  
 گل روغنی را به چند روش می توان ساخت که در ذیل به نمونه ای از آن اشاره می شود:

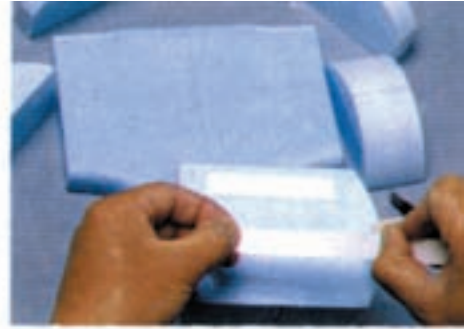
روغن موتور ← ۵ کیلوگرم  
 گریس ← ۲/۵ کیلوگرم



## ساخت مدل بلوفومی به روش تکمیلی با خمیر



۳- تکمیل مدل ساخته شده از قطعات بلوفوم - مونتاز نهایی



۱- برش قطعات از پیش طراحی شده از بلوفوم



۲- مونتاز قطعات فومی ساخته شده



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



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



۵- هسته بلوفومی را روی یک صفحه پلاستیکی ثابت کنید.



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



۸- با یک کاردک پلاستیکی دارای انحنای، سطح مدل را صاف کنید.

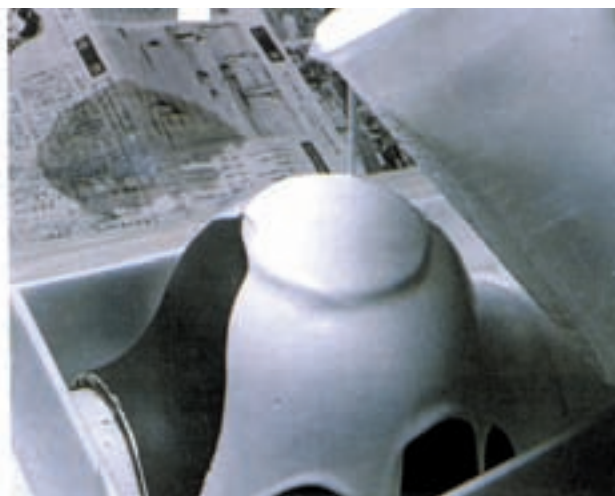


۷- از یک تیغه پلاستیکی به ضخامت یک میلیمتر به عنوان شابلون<sup>۱</sup> لبه گیری مدل استفاده کنید.

۱- شابلون : وسیله ای ساخته شده از مقوا یا پلاستیک، چوب، فلز و امثالهم که برای بررسی، مقایسه و فرم دادن تهیه و به کار گرفته می شود.



۱۱- با استفاده از کاردک گچ ریخته شده در قالب را یک دست کنید.



۱۰- گچی را که از قبل آماده کرده اید روی سطح مدل قاب شده بریزید.



۱۳- زبریه‌های سطح قالب گچی را پس از خشک شدن گچ با سنباده برطرف کنید.



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



۱۵- درون قالب آماده شده که ماده جدا کننده خورده، گچ بریزید.



۱۴- مرحله ایجاد لایه جداکننده سطح داخلی قالب را برای جدا شدن به صابون مایع آغشته کنید.





۱۶- گچ را درون قالب یک دست کنید.

۱۷- با یک تیغه فلزی مناسب سطوح اضافی را بتراشید.



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



۱۸- قبل از آن که گچ به طور کامل سفت شود با تیغه ای کمانی شکل و دنداندار، سطوح ناخواسته را بتراشید.



۲۱- سطوح داخلی لازم کاربردی را صاف کنید.



۲۰- سطح خارجی قطعه را پس از خشک شدن به آرامی با یک تکه سنباده بسابید.



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



۲۳- قطعه تکمیل شده

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

## بالکلی (Boleclay)

دارد. انواع دیگر آن با نامهای، Deltaclay، Alfaclay و معمولاً در رنگهای قهوه‌ای مایل به قرمز یا گل ماشی و به شکل استوانه یا مکعب مستطیل‌های نیم کیلویی یا بزرگ‌تر، به فروش می‌رسد.

خمیری غیرچرب است که با سختیهای مختلف در دسترس می‌باشد و برای ساخت ماکت و مدل، کاربرد وسیعی

### مراحل ساخت یک مدل با بالکلی



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



۲- مشخص نمودن تقریبی خطوط اصلی مدل



۱- فرم اولیه مدل با حجمی از بالکلی



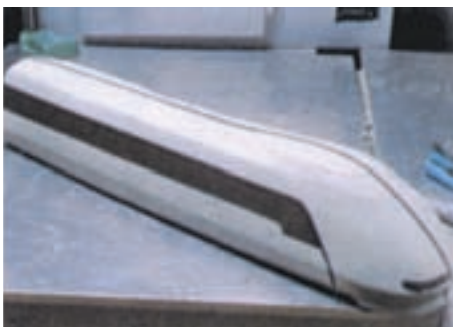
۶- در این تصویر، رخ مدل به وسیله ابزار پرداخت نهایی و کار می‌شود.



۵- به طور متناوب تقارن سطوح مدل بررسی و تراشیده می‌شود.



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



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



۷- با استفاده از زوار خطوط اصلی روی مدل اجرا می‌گردد.



۹- مدل تکمیل شده

شکل ۲۶- مراحل ساخت یک ماکت از جنس خمیر بالکلی نرم و مشمع‌های رنگی کنشی



## ابزار مدل‌سازی (Modeling Tools)

ابزار مختلفی برای باربرداری از گل و خمیر به کار 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 به صورت فرهای ثابت هستند و یا به صورت سشوارهای صنعتی و دستی. فرهای ثابت دمایی بین  $8^{\circ}$  -  $4^{\circ}$  درجه سانتیگراد دارند و در ابعاد مختلفی طراحی و ساخته شده‌اند.



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

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

## گچ

ماکت‌های گچی نسبت به سایر ماکتها سابقه بیشتری دارند. ولی ماکت‌سازان فعلی، با این تکنیک، کمتر آشنا هستند. در گذشته، 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، به علاوه کاربرد آسان و نیاز به وسایل اندک، آن را به ماده‌ای مطلوب بدل کرده است. در کارهای بزرگ، گچ ساخته شده را با دست به کار 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 به دست آید، گچ نرم مطلوب‌تر است. در این صورت، مخلوطی که در نهایت به کار می‌رود دارای آب بیش‌تری است. هر نوع افزایش لایه به سطوح قبلی را باید با ترکیب مخلوط گچ و آب به همان نسبتی که برای آخرین لایه پوشش سطح به کار 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 به صورت صاف و یکنواخت در نمی‌آید و مهم‌تر آن‌که، اگر میزان آب در دفعات مختلف تغییر یابد، هنگام تراشیدن، باربرداری از لایه‌های مختلف به یک اندازه انجام نمی‌شود و در نتیجه سطح مورد نظر پله‌ای یا دارای پستی و بلندی خواهد شد.



۱- مدل مورد نظر، روی چرخ ساخته می‌شود.



۲- در این مرحله، حد بالای مدل مشخص می‌شود.



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



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



۶- اندازه‌ها در هر لحظه کنترل می‌شوند. مرحله دوم ساخت آغاز می‌شود.



۵- مدل از روی چرخ، جدا می‌شود. و به این ترتیب مرحله اول به پایان می‌رسد.





۸- تراش داخلی با استفاده از تکیه‌گاه



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



۱۰- مرحله جدا شدن قطعه و پایان مرحله دوّم



۹- مشخص کردن ارتفاع دقیق



۱۲- مرحله زدن مایع جدا کننده برای گذاردن گچ روی پایه ساخته شده



۱۱- ساخت یک پایه برای ایجاد یک مدل روی آن و آغاز مرحله سوّم





۱۴- تراش گچ گذارده شده روی پایه مایع جدا کننده خورده



۱۳- گچ گذاری روی پایه - تراشیدن و اندازه گیری برای تراشهای بعدی



۱۶- سنباده زدن انحنا و نهایی کردن



۱۵- ایجاد انحنا - میزان انحنای لبه کار با شابلون بررسی می شود.



۱۷- قطعه از روی چرخ جدا می شود.



۱۹- قسمتی که مورد نیاز است به دقت بریده می شود.



۱۸- اندازه خواسته شده روی رینگ گچی مشخص می گردد.



۲۱- نصب قطعات مختلف به وسیله چسب چوب یا لاتکس انجام می گیرد.



۲۰- ایجاد سوراخ و بین گذاری برای اتصال قطعه الحاقی (مرحله چهارم - مونتاژ)



۲۲- مدل تکمیل شده (مرحله ارائه)

شکل ۲۸- مراحل مختلف ساخت یک مدل گچی

در کاربرد گچ، لایه‌های گچ باید یکنواخت باشند تا شکل، به آهستگی کامل شود. برای دست یافتن به نتیجه مطلوب، قبل از ریختن یا کشیدن لایه بعد، می‌باید لایه قبلی را کمی زیر سازیم و فقط لایه آخر را صاف درمی‌آوریم. در موقع اضافه کردن هر لایه، اگر لایه 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 ریشه گل ختمی، برای تأخیر گیرش گچ استفاده می‌کرده‌اند و اگر قرار بود گچ زود بسته شود از محلول آب گرم و نمک طعام، 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 کم کم در یک نقطه به آب اضافه کنید. به قدری 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. به خاطر 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 آن را روی کار بکشید.

### انواع مهم گچ مورد استفاده در ماکت‌سازی

**گچ دندانپزشکی یا ژئوسیت:** این گچ را می‌توان با هم زدن رقیق کرد و با یک قلم‌مو به کار 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 درجه سانتیگراد می‌پزند و سپس آسیاب کرده، بسته‌بندی می‌نمایند. این گچ با نام «گچ ژئوس» 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 خصوصیات این گچ آن است

که هر قدر آب به آن اضافه کنیم و به هم بزنیم، کشته نمی‌شود. **مقاوم کردن ماکت‌های ساخته شده با گچ:** به منظور مقاوم شدن ماکت‌های گچی می‌توانیم روی آن را یک لایه رزین اسپری نماییم. در قدیم روش‌های دیگری برای محکم کردن به کار می‌رفت که هر چند مشکل بود ولی نتیجه خوبی را عاید می‌کرد. در زیر، دو نوع آن برای آشنایی ذکر می‌شود:

**روش اول:** ماکت گچی را داخل فرآجاق‌گاز قرار داده، حرارت آن را به ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه 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 درجه استحکام آن زیادتر می‌گردد. پس از مدتی، حجم را بیرون آورده با پارچه نرم مالش می‌دهیم و بعد آن را در محلول اسید اگزالیک (آب اکسیژنه) ۱۰ درصد (۱۰ قسمت اسید و ۹۰ قسمت آب) فرو می‌بریم. پس از مدتی، آن را بیرون آورده، خشک می‌کنیم و بعد با پارچه نرمی آن را 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 به ترتیب در محلول هیدرات باریم و اسید اگزالیک غوطه‌ور کنیم.

**روش دوم:** ابتدا، مقداری اسیدبوریک که به صورت پودر سفید رنگ موجود است از فروشندگان مواد شیمیایی یا لوازم طلاسازی تهیه نموده، آن را در آب گرم حل می‌کنیم. اسیدبوریک در آب حل نمی‌شود مگر این‌که مقداری آمونیاک به آب اضافه کنیم. پس از این کار، 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 می پذیرد.

### چوب

چوب، ماده‌ای است که قدمت آن با سابقه زندگی بشر بر روی کره خاکی برابری می کند. این ماده اولیه در اکثر نقاط دنیا

یافت می شود. چوبها در برابر رطوبت و دمای مختلف تغییر حجم می دهند. چوبهای مقاوم معمولاً سنگین هستند از این رو، وزن ماکت زیاد و غیر قابل حمل می شود و یا این که ماکت، پیچیدگی پیدا می کند.



شکل ۲۹- ماکت میز کار - ساخته شده با مقوا



شکل ۳۰- ماکت کنسول - ساخته شده با استایروفوم - بلوفوم و روکش پشت چسبدار چوب

## امتیازات عمده چوب

۱- فرم پذیری چوب

۲- برش خوردن راحت

**فورمیکا:** فبیری ست که روی آن را لایه‌ای از رزینهای فنولیک یا ملامین کشیده‌اند و یا کلاً از این جنس با پرکننده چوبی در لایه زیرین می‌باشد و در بافتها و رنگهای متفاوتی دیده می‌شود و بیش تر برای ماکتهایی با سطح نهایی پردوام که سطح صاف و صیقلی دارند به کار برده می‌شود.

**چوب باروکش پلی استر:** اگر به سطح شفاف و یک دست نیاز داشته باشیم و کل سطح ما نیز مسطح باشد می‌توان از لایه قابل پاشش رزین پلی استر استفاده کرد که با ضخامت تا چهار میلیمتر نیز وجود دارد و سطح کار را شیشه‌ای و غیرقابل نفوذ می‌کند. پلی استر 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 شاسیه‌های خوب و ماندگار به ما می‌دهد.

## صفحات فلزی

استفاده از هر ماده‌ای که ما را در رسیدن به فرم مورد نظر برای بهتر و واقعی تر 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 جلوه‌ نمایشی بهتری دارد و هم این که نوع اتصال، تا کردن و پرس کردن روی هم می‌تواند راحت تر و سریع تر 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 نتیجه مناسبی را از این کار به دست آورد. این تجربه و سلیقه ماکت ساز است که می‌تواند به یاری او شتافته، او را در انتخاب اتصالات مناسب یاری دهد.

در ماکت سازی 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 پُر کاربرد در ماکت سازی است، این چوب از درختی به نام Ochroma به دست می‌آید و در ضمن، سبک ترین چوب تجاری است؛ دارای استحکام، سفتی و فرم پذیری با ابزاردستی است و به رنگهای سفید تا زرد روشن و قهوه‌ای ملایم دیده می‌شود و معمولاً در قطعات بسیار ظریف صنعتی مثل دیواره سازی داخل هواپیما و انواع ماکتها به کار می‌رود. استفاده از این چوب ماکت را سبک نموده و سبب تابیدگی هم نمی‌شود.

چوب ماهون، چوبی نرم و یک دست 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 به کار بردن چوب کاج و سرو آزاد و صنوبر و یا هر درختی که صمغ دارد احتراز کنید و در نظر 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، جواب گوی کار با چوب نیز هستند. فقط چند ابزار دیگر نیز باید به آنها اضافه کرد مثل: مغار، اسکنه، رنده و... .

## نارساییهای چوب

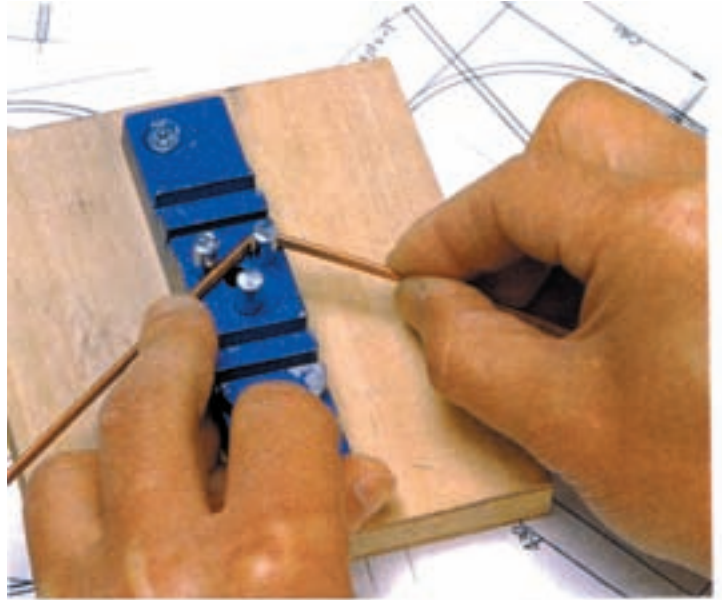
۱- **ترک خوردن:** این نارسایی در موقع خشک شدن چوب به وجود می‌آید.

۲- **آسیب پذیری چوب در مقابل موریانه:** سبب یوکی چوب به مرور زمان می‌شود.

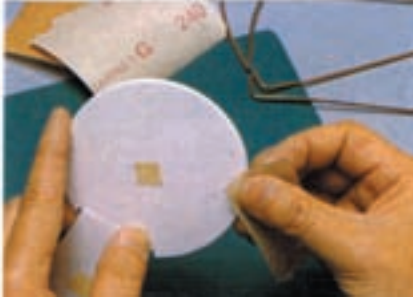
۳- **تغییر فرم‌های ناخواسته چوب:** انبساط و انقباض ابعاد چوب در برابر هواهای با رطوبت متفاوت سبب تغییر شکل ظاهری آن می‌گردد.



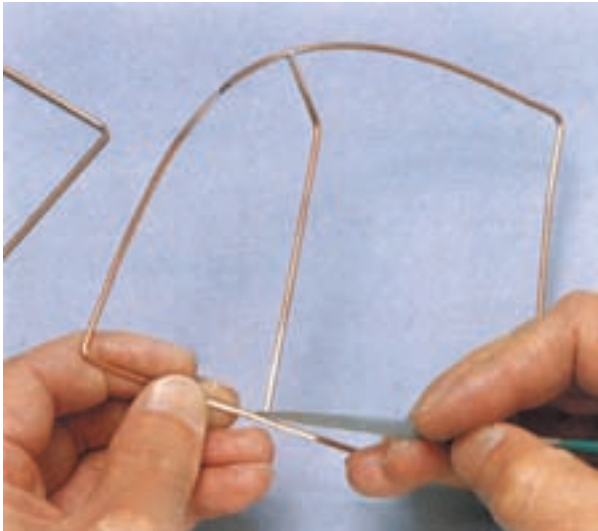
۲- خمها با نقشه تطبیق داده می‌شود و در صورت لزوم اصلاح می‌گردد.



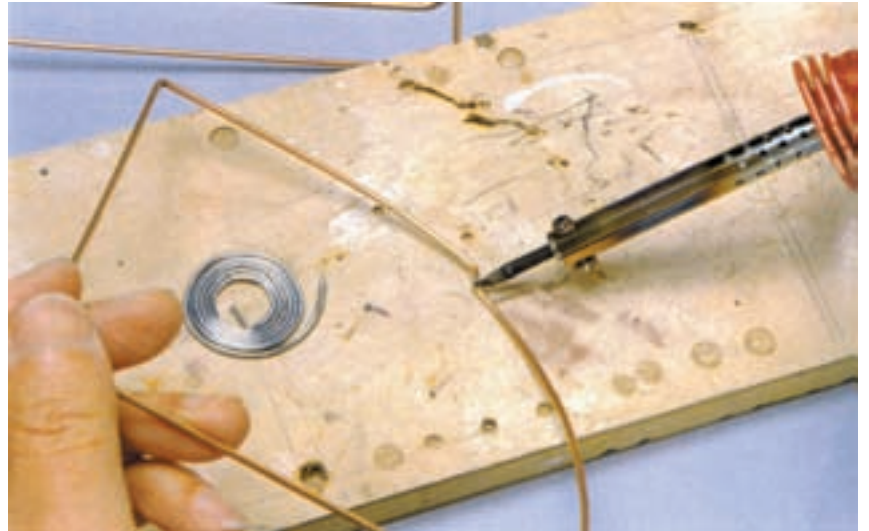
۱- از یک «قید کوچک» یا انبردست، برای خم کردن مفتول استفاده می‌شود.



۳- اطراف مقوای پریده شده با سنباده به‌طور کامل صاف می‌شود.



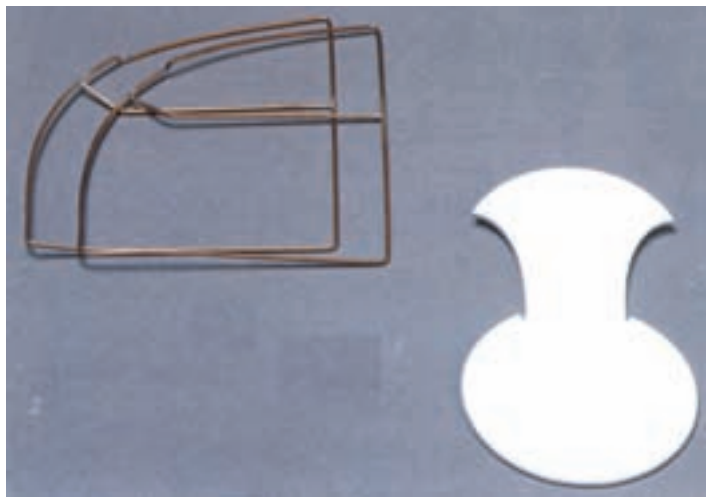
۵- اضافه‌های لحیم با سوهان زدوده می‌شود.



۴- در جاهایی که نیاز است از لحیم کاری استفاده می‌شود.



۷- مدل تکمیل شده



۶- قطعات، برای نصب نهایی آماده هستند.

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



### ۳- آلومینیوم

با سطح نقره‌ای مات: قابلیت چسباندن (پس از زبر کردن

سطح اتصال)

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

### فایبرگلاس<sup>۳</sup>

اگر ساخت 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، پایه‌ماشه یا فایبرگلاس می‌گیرند و پس از اتمام کار، داخل قالب را چند لایه فایبرگلاس می‌زنند. با این کار، یک ماکت فایبرگلاسی به دست می‌آید.



شکل ۳۲- مدل پوسته‌ای با فایبرگلاس

گچ، پایه‌ماشه، خمیر، لاستیک یا پلاستیک باشد به ماده جداکننده آغشته نموده، رزین<sup>۴</sup> را که با کبالت و پرکننده‌ای مثل مل یا کرنات کلسیم، پودرهای رنگی و نظایر آن به همراه پراکسید ترکیب شده

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

### ۱- آهنی یا فولادی

الف - با سطح سیاه: قابلیت لحیم کاری، جوشکاری و چسباندن

ب - با سطح نقره‌ای گالوانیزه: قابلیت جوشکاری (نقطه جوش، هواگاز) و چسباندن (پس از سنباده خوردن سطح)

ج - با سطح نقره‌ای براق استاینلس استیل<sup>۱</sup>: قابلیت چسباندن (پس از زبر شدن سطح محل اتصال با سنباده و استفاده از چسب اپوکسی<sup>۲</sup> 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.

### ۲- آلیاژ با پایه مس

الف - برنج (مس و روی)، با سطح طلایی نقره‌ای: قابلیت لحیم کاری، جوش هواگاز و چسباندن

ب - برنز (مس و قلع) با سطح طلایی زرد: قابلیت لحیم کاری، جوش هواگاز و چسباندن

۱- Stainless Steel

۲- Epoxy

۳- فایبرگلاس: رزین پلی‌استر + فنالات کبالت (خشک‌کن) + هنگام استفاده پراکسید متیل اتیل کتون (فعال‌کننده) + لایه‌های پشم شیشه (به‌عنوان اسکلت و محکم‌کننده الیافی). [البته فایبرگلاس با رزین و الیاف دیگر هم قابل اجرا می‌باشد.]

۴- رزین: صمغ یا چسبی که امروزه بیش‌تر به‌صورت مصنوعی به دست می‌آید. Resin

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

البته می‌توان با قرار دادن قطعات فوم در داخل قالب و با ثابت نگه داشتن آنها، قطعه سبکی به دست آورد. پس از گذشت چند ساعت، قطعه کاملاً سخت می‌شود و آماده خروج از قالب است.

### خصوصیات فایبرگلاس

۱- انواع رنگها را به خود می‌گیرد.

۲- عایق حرارت و الکتریسیته است.

۳- در مقابل رطوبت مقاوم است.

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

۵- روی فایبرگلاس می‌توان لایه‌های دیگری افزود.

**لاتکس<sup>۱</sup>**: 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 خشک شدن، حالتی ارتجاع پذیر و لاستیکی به خود می‌گیرد. از آن، برای چسباندن قطعات مختلف مثل پلاستوفومها و یا برای قالب گیری (قالبهای ارتجاع پذیر) استفاده می‌شود.

**سیلیکون<sup>۲</sup> رابر**: ماده‌ای سفید و مایع است به سفتی عسل و از دو جزء تشکیل شده است؛ یعنی این ماده با یک خشک کن (Hardner) به میزان ۲ تا ۵٪ ترکیب و پس از گذشت ۴ ساعت خشک می‌شود. پس از خشک شدن، حالتی لاستیکی و ارتجاع پذیر می‌یابد. به همین دلیل، از آن برای قالب گیری از قطعاتی که به خاطر شکل پیچیده شان از قالب بیرون نمی‌آیند، استفاده می‌شود. بدین شکل که قالب را کشیده، از قطعه جدا می‌نمایند.

### آکرلیکها<sup>۳</sup> (پلکسی گلس)

**نکته:** فرهنگ لغت «پلاستیک» را به عنوان ماده‌ای که قابلیت شکل پذیری و قالب ریزی دارد تعریف می‌کند و آکرلیک، پلاستیک قابل ارتجاع در برابر حرارت است.

**ویژگیهای خاص آکرلیک:** آکرلیک جامد، دارای خصوصیات است که معمولاً آن را برای کار هنری و صنعتی مناسب می‌سازد. آکرلیک، ماده‌ای سفت و سبک است (یکی از سبک ترین پلاستیکها) به طوری که حدوداً تنها  $\frac{1}{3}$  سنگینی آلومینیوم را دارد (آلومینیوم  $\frac{2}{7}$ ، پلاستیک  $\frac{1}{8}$ ). 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. آکرلیک به اندازه دیگر پلاستیکهای قابل ارتجاع، در برابر حرارت مقاوم و سخت است. آکرلیک به اندازه شیشه سخت نیست اما قدرت ضربه پذیری آن، ده تا هفده برابر بیش تر از شیشه است و به رغم ظاهر شکستنی و شیشه ماندش، در برابر ترک مقاوم است و به راحتی نمی‌شکند، مگر آن که مورد اصابت ضربه‌های محکم مستقیم قرار بگیرد. انتقال حرارت از این ماده تقریباً ۲۰٪ کمتر از شیشه‌ای با ضخامت مساوی است. آکرلیک جامد، بی بو و در هنگام لمس کردن گرم است و در مقابل فلزات قلیایی، روغن‌ها، گرسها، اسیدهای غیر اکسید کننده، الکل رقیق و اکثر مواد شیمیایی خانگی مقاوم است.

آکرلیک در مقابل فرسایندهای 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 طولانی مدت در معرض نور خورشید، کمی زرد شود.

آکرلیک، حتی در شعله آتش به سختی مشتعل می‌شود و هنگامی که شعله ور گردد به آهستگی می‌سوزد. دو نوع ورقه

۱- 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 به عنوان چسب و ماده قالب گیری استفاده می‌شود. Latex

۲- سیلیکون: نوع عالی این ماده به نام «سیلیکون رابر» معروف است که نوعی ماده شیمیایی بوده و عموماً به رنگ شیری و به غلظت عسل می‌باشد. این ماده دارای

یک خشک کن (هاردنر) است و در شماره‌های مختلف برای کاربردهای متفاوت وجود دارد. Silicone Rubber

۳- آکرلیک: از انواع پلاستیکهای گرمانرم (نرم شونده در برابر حرارت) است که در انواع ورق و مفتول با ضخامت و رنگهای مختلف، با چند نوع درجه سختی

و شفافیت عرضه می‌گردد. Acrylic Resin



ب

شکل ۳۳- ماکت‌های ساخته شده با آکرلیک (پلکسی‌گلس)



الف

تابلوه‌ها، مجسمه‌های هنری و... به کار می‌رود. آکرلیک‌ها به صورت انواع بلوک‌ها، ورقه‌های نازک و ضخیم، میله و لوله به شکل شفاف خالص و یا مات و کدر عرضه می‌گردند.

هنگامی که ورق آکرلیک 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 آکرلیک و کنده شدن هرگونه تراشه از لبه آن، جلوگیری به عمل آید.

ابزار کار: انواع مته، به‌ویژه نوع کاربید تنگستنی آن، تیزرُ شکل داده شده، اره با دندانه ریزتر از چوب‌بر و درشت‌تر از فلزبر، اره نواری دندانه ریز، اره عمود بر (چکش‌ی) دندانه‌ریز، اره مویی، سنگ‌سای برقی رومیزی و دستی - گیلانسی<sup>۱</sup> و نمدهای پرداخت‌کننده محل‌های برش.

### مونتاژ کردن پلاستیک‌ها (آکرلیک)؛ چسب‌کاری آکرلیک‌ها و چسب‌کاری سیال‌ساز

هنگامی که دو قطعه آکرلیک را به هم متصل می‌کنیم به یک

آکرلیک در دسترس است: آکرلیک انقباضی و غیرانقباضی. آکرلیک‌های غیرانقباضی ارزان‌تر از نوع انقباضی آن هستند و به همین دلیل، در جایی که حرارت نقشی ندارد یا در آن دسته عملیات دمای شکل دادن حرارتی که در آنها انقباض اهمیت چندانی ندارد، کاربرد مناسب‌تری دارد.

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

یکی از امتیازات مهم آن، شفاف بودن فوق‌العاده آن است. از این رو، برای ساختن ورق‌های شفاف صنعتی، ساختمانی،

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

است به کار رود کلروفوم 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 کلروفوم، می باید کلروفوم را داخل یک سرنگ تزریق تمام پلاستیکی ریخته، در محل مورد نیاز تزریق کرد. با این کار ماده چسبنده در تمامی سطح اتصال جاری شده، قطعات را به هم می چسباند (اتصال با واکنش مویینگی).

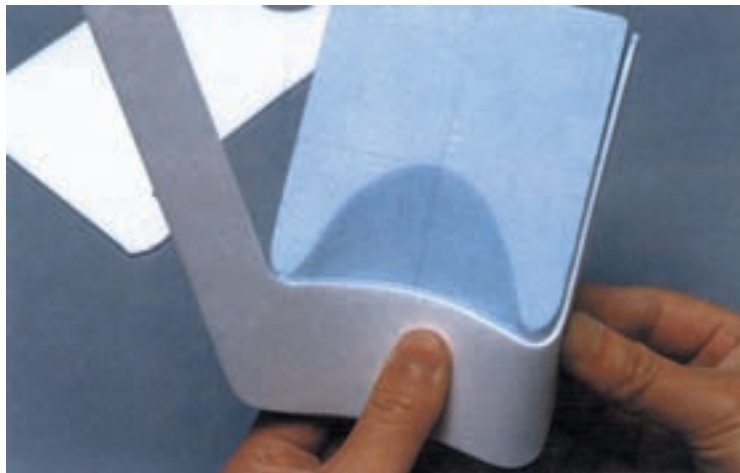
چسب حلال سیال ساز نیاز داریم. در این روش، در حین نفوذ و تبخیر حلال دو قسمت نرم شده به طور واقعی به طرف هم جریان می یابند و به هم متصل می شوند. این نوع اتصال، شبیه فلز جوش خورده است. عوامل چسبی عبارتند از: چسبهای حلال و مونومرهای قابل پلیمریزه شدن مثل دی کلرید اتیلن، دی کلرید متیلن، مونومر متالیک متیل با چسبهای اپوکسی. عامل دیگری که ممکن



۳- برای به دست آوردن انحناها، یک کاغذ ترسیم (کالک) روی قسمتهای منحنی شابلون بلوفومی گذارده می شود و خطوط انحنا برای رسم گسترده مدل پلاستیکی ترسیم می گردد.

۲- شابلون فرم دهنده ورق پلاستیکی را با بلوفوم می سازیم.

۱- خطوط محیطی الگو روی ورق پلاستیکی رسم می شود.



۴- قسمتهای بریده شده از ورقهای پلاستیکی پس از حرارت دهی، برای فرم گیری و کنترل، روی شابلون فومی قرار می گیرد.



۷- مدل رنگ آمیزی و مونتاژ می شود.



۶- در این مرحله لبه های مدل پرداخت می شود و کار، نهایی می گردد.



۵- پس از فرم دهی کل یک سطح، قسمتهای مورد نظر بریده می شود.

شکل ۳۴- مراحل ساخت یک مدل با ورق پلاستیکی



نحوه شکل دادن به آکرلیکها: آکرلیکها را می توان با ماشین تراشهای برقی تراش داد و همچنین می توان با فرآیندهای حرارتی، شکل لازم را ایجاد نمود. آکرلیکها در حرارتهای مابین ۱۲۱ تا ۱۷۱ درجه سانتیگراد نرم می شوند و در این مرحله نرمی و انعطاف پذیری یک ورق لاستیک را پیدا می کنند. در این موقع می توان آکرلیک 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 مفصل تر بررسی خواهیم کرد. همان گونه که مستحضرید با اتصال قطعات ماکت به یکدیگر است که کل مجموعه شکل گرفته و پیکره واحد به وجود می آید.

هرچه این اتصالات، صحیح، ظریف، قوی و زیباتر باشند، کار نهایی مطلوب تر خواهد بود و کار دلچسب تر به نظر رسیده و از دوام بهتری نیز برخوردار خواهد شد. برای نیل به 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 به خوبی به کار گرفت. این حسن انتخاب و ظرافت در به کارگیری، همان هنر ماکت ساز است که این کار را در رشته کارهای هنری جای می دهد.

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

چسبهای تینری: این نوع چسب، قطعات مختلف کاغذی، چرمی و پلاستیکی را به خوبی به هم می چسباند ولی برای چسباندن قطعات پلاستوفومی و بلوفومی کاربرد ندارد زیرا آنها را می خورد.

چسب لاتکس: مخصوص چسباندن بلوفوم و پلاستوفوم است.

چسب قطره ای: تقریباً همه چیز را می چسباند؛ فقط ترد

است و برای قطعات نرم مثل چرم مناسب نیست.  
چسب چوب: برای قطعات چوبی و کاغذی که سلولزی هستند مناسب است.

چسبهای حلال در آب: برای کاغذ خوب است ولی باعث تاب برداشتن آن می شود.

چسبهای الکی: برای کاغذ، چرم و مقوا مناسبند.  
چسبهای اسپری<sup>۱</sup>: برای مقوا و کاغذ بسیار مناسباند و اتصالات تمیزی ارائه می دهند.

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

چسبهای فنلی: در حرارت سفت می شوند و در ماکت سازی، زیاد کاربرد ندارند.

چسب حرارتی: نوعی دیگر از چسبهاست که با استفاده از تفنگ حرارتی و میله های پلاستیکی ذوب شونده که مانند فشنگ داخل آن جا می خورند عمل می کنند و دو قطعه را به هم اتصال می دهند.

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

جوش با حرارت شعله گاز: که دو سطح را گرم کرده، ماده پلاستیکی دیگر به عنوان پرکننده ذوب می شود و دو سطح گرم شده را به هم جوش می دهد.

جوش با اشعه مادون قرمز: که با اشعه، قطعه فلزی ابزار را گرم کرده، آن قطعه ابزاری دو سطح معمولاً پلاستیکی را داغ می کند و به هم جوش می دهد.

جوش اولتراسونیک<sup>۲</sup> یا مافوق صوت: در این روش، به وسیله موجهای ریز، قطعات پلاستیکی که در معرض این موج قرار دارند را ذوب کرده، به هم جوش می دهند.

چسبهای متال پلاست<sup>۳</sup>: این چسب، رنگی شبیه آلومینیوم دارد و قدرت و سختی آن با فلز برابری می کند و تقریباً همه چیز را می چسباند؛ ولی بیش تر برای پر کردن قطعات فلزی که باید مثل فلز عمل کند به کار می رود. در بسته های نیم کیلویی فراهم

می‌شود و گران قیمت 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 - گرما سخت:** مثل اوره فرمالدئید که مقاومت بیش تری در برابر رطوبت دارد.

**ب - گرمانرم:** 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 مواد اولیه، ناپایداری در برابر آب و نرم شدن در حرارت

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

**چسب نشاسته‌ای:** از خمیر یا نشاسته، سیب زمینی، گندم، ذرت و برنج به دست می‌آیند. ارزانی، سهولت در استفاده و مقاومت نسبی از مشخصه‌های آنهاست.

**سیریشم کاریت:** از متراکم کردن اوره و فرمُل به دست می‌آید و در مجاورت اسیدها و بازها سخت می‌شود. شهرت جهانی دارد و برای قطعات چوب به کار می‌رود.

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

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

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

**ب - پلاستیکی:** فیلمهای نازک پلاستیکی آغشته

به چسبهای آلی مصنوعی در ضخامت و عرضهای مختلف، به صورت خودچسب.

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

**ت - 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 مرطوب کردن خودچسب است و از نظر ضخامت، عرض، رنگ و... بسیار متنوع می‌باشد.

#### تقسیمات نوارچسبها

۱- نوارچسب معمولی

۲- نوارچسب دو رو چسب

۳- نوار ترانسپارنت (بسیار شفاف و شیشه‌ای)

۴- اپک (مات و پشت ناپیدا)

۵- اپک پلاستیکی پهن و باریک

۶- اپک پارچه‌ای پهن و باریک

۷- اپک تفلون

۸- آلی (از جنس مواد آلی)

۹- 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 ماکت‌سازی را فهرست‌وار نام برد. با این همه، در زیر به برخی از آنها که مهم‌تر و متداول‌ترند اشاره می‌نماییم:

**ابزارهای ماکت‌سازی:** تنوع 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



چسبهای آلی				چسبهای معدنی	مبدأ تهیه چسب
چسبهای آلی مصنوعی		چسبهای آلی طبیعی			
متفرقه	تغییر شکل دهنده در گرما (ترموپلاست)	سخت شونده در گرما (ترموست)	حیوانی	گیاهی	
مخلوطی از چندین نوع چسب	چسبهای سلولزی چسبهای پلی وینلیک چسبهای کاتوچوی مصنوعی	فنوپلاست : فنل - فُرمُل رزرسین - فرمل آمینوپلاست : اوره - فرمل ملامین - فرمل	سریشم ماهی چسب سریشم چسب آلبومین چسب کازئین چسب ژلاتین	چسب نشاسته چسب سوزا چسبهای شیرابه‌ای چسب تانن چسب کاتوچو	سیلیکاتها سیلیکات سدیم

کاغذبری برای بریدن فلزات و یا بالعکس، کار درستی نیست و باعث خرابی تیغه قیچی یا ایجاد نقص در ماکت می‌شود.

**قیچیه‌های گردبر:** این گونه قیچیه‌ها، دارای تیغه‌های منحنی هستند و قدرت مانور خوبی را در بریدن خطوط منحنی دارند.

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

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

**قیچیه‌های 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 اهمیت است. یکی از ابزارهایی که برای شکل دادن و بریدن قطعات چوبی، پلاستیکها و فلزات به کار می‌رود اره است.

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

کارها شود در اصطلاح، «ابزار» می‌گویند. ابزارها بر دو نوع اند:

۱- ابزارآلات ساده (که اغلب ابزار دستی‌اند)

۲- ابزارآلات دقیق و پیچیده

در ماکت سازی، از مصالح متنوعی استفاده می‌شود که برای کار کردن با آنها، طبعاً به ابزارهای مختلفی نیاز است. از هر یک 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 قیچیه‌ها:** قیچی ابزاری است که برای بریدن صفحاتی از جنس کاغذ، مقوا، ورقهای فلزی، ورقهای پلاستیکی و گاهی، مفتولهای نرم مورد استفاده قرار می‌گیرد. قیچیه‌ها یا دستی‌اند یا ثابت.

**قیچی کاغذبری یا خیاطی:** این قیچیه‌ها دارای تیغه 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 استفاده صحیح از ابزارها، هم باعث افزایش عمر آنها می‌شود و هم ابزار سالم، کار ظریف و زیبا را در پی خواهد داشت. پس به کار بردن قیچی



شکل ۳۵- تعدادی از وسایل و ابزار ماکت‌سازی

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

**اره آهن‌بر:** از این نوع اره، برای بریدن فلزات و اشکال زاویه‌دار و نسبتاً پریچ و خم فلزی استفاده می‌شود. در این نوع اره، تیغه با دندانه درشت‌تر، برای ورقه‌های آکرلیک (پلکسی گلاس) کاربرد دارد.

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

**اره الکتریکی:** برای برشهای سریع و بریدن قطعات ضخیم با اشکال و انحناهای مختلف، از اره الکتریکی که معروف به اره 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 - تیغهای صنعتی (تیغهای موکت بر 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

این تیغه بسیار شکننده است؛ بنابراین برای استفاده از این کمان اره، باید توجه داشت که همواره تیغ، بر صفحه کار عمود باشد. در ضمن برای افزایش دقت و ظرافت در کار، 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 کمان اره، از کنترل لازم بر روی حرکات اره برخوردار باشد. ولی برای برش با دقت معمولی باید از تمام طول تیغه اره استفاده کرد. این اره در کارهای هنری نظیر معرق‌کاری و خاتم‌کاری هم کاربرد وسیعی دارد. تیغه‌های این اره در انواع چوب‌بر، پلاستیک‌بر و فلزبر 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 الزامی است برای این منظور، در حد امکان چوب یا قطعه کار را باید در بین گیره محکم کرد تا اعضای بدن از آسیب‌های احتمالی به‌دور باشد.

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

**تیزبر امور هنری:** دسته این تیزبرها 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، چوب‌بالسا و پلاستوفوم (یونولیت) استفاده می‌شود.

**تیغهای جراحی (اسکالپل<sup>۱</sup>):** 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 پرگاره‌ها، دارای پایه‌های مخصوص، برای نصب تیغهای برش هستند که در برش قطعات منحنی شکل به کار گرفته می‌شوند. برای استفاده از تیغهای برش، می‌باید به نکاتی توجه نمود تا کارها بهتر و مطمئن‌تر انجام شود.

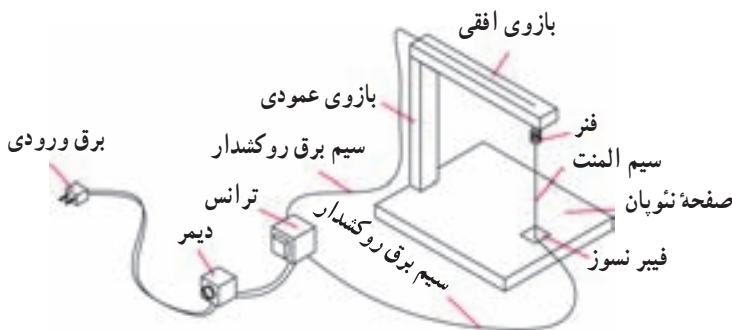
**دستگاه برش پلاستوفوم:** یکی دیگر از ابزارهایی که در ساخت ماکت، از اهمیت بسیاری برخوردار است، دستگاه برش قطعات پلاستوفومی (یونولیتی) است. پلاستوفوم، نسبت به گرما بسیار حساس است و تغییر شکل می‌دهد. از این خاصیت می‌توان در برش قطعات پلاستوفومی استفاده کرد. دستگاه برش، از یک سیم نازک المنت تشکیل شده است 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 وضعیت، توصیه می‌شود که سیم برش را گاه در مسیر برش، به عقب هم ببریم. به این ترتیب، کلیه مسیر برش همیشه باز باقی خواهد ماند. درضمن، دود ناشی از ذوب پلاستوفوم بسیار سمی است و از استنشاق آن باید خودداری کرد.

**ساخت دستگاه برش پلاستوفوم:** دستگاههای ویژه برش پلاستوفوم موجود در بازار، به علت عرض و ارتفاع کم آرواره‌های

آنها کاربرد محدود دارند و مناسب همه 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 سه‌لایه به اندازه  $275 \times 200$  میلیمتر را که با چوب  $30 \times 20$  میلیمتر کلاف شده است تهیه کنید. دو چوب  $400 \times 300$  میلیمتر را به شکل گونبای  $90^\circ$  درجه به هم متصل نمایید تا آرواره فوقانی سیم‌گیر را بسازد. آن را با پیچ، بر روی کلاف صفحه متصل نمایید. اگر سر آرواره و میانه تخته سه‌لایه 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 سه‌لایه 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<sup>۲</sup> بگذاریم می‌توانیم میزان حرارت سیم را نیز کنترل کنیم.



شکل ۳۶- ساختمان یک دستگاه ساده برش پلاستوفوم

**گیره‌ها:** ابزارهایی هستند که ماکت‌ساز را در نگه‌داشتن قطعات برای برش یا متصل کردن عناصر مختلف، به خوبی یاری می‌دهند. گیره‌ها انواع و اقسام مختلف دارند:

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

دارای دسته‌ای چوبی است، به کار رسیده و سپس سفت می‌شود. گیره دستی فلزی (Clip): این نوع گیره، برای نگه‌داشتن اشیایی به کار می‌رود که نیاز به گیرش خیلی محکم ندارند. این گیره در اندازه و شکل‌های مختلف عرضه می‌شود. گیره نوک بلند (انبر یا پنس): این گیره برای گرفتن و نگه‌داشتن اشیای ریز و ظریف به کار می‌رود.



شکل ۳۷- انواعی از گیره‌های بزرگ ماکت‌سازی - گیره رومیزی و پیچ دستی

قطعه، اثری باقی نمی‌گذارد برای ماکت‌سازی مناسب‌تر است. گیره دستی: برای نگه‌داشتن دو یا چند قطعه به کار می‌رود. معمولاً این گیره دارای پیچی خروسکی، برای محکم کردن فک آن می‌باشد. گیره پیچ دستی: برای نگه‌داشتن چند قطعه به هم کاربرد دارد. یک فک این گیره متحرک بوده و به وسیله پیچی بلند که

کارتان خوب شود و هم این که همیشه سلامت باشید، هر چند که این مواد و مصالح کمی گران‌تر باشند، ولی در نهایت اقتصادی خواهند بود.

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

۸- 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.

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

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

## نکات ایمنی و اصول رعایت آن در ماکت‌سازی

در بخشهای قبل، مطالبی درباره رعایت نکات ایمنی گفته شد. در این جا به طور کلی و اجمالی، به ذکر موارد دیگر می‌پردازیم:

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

۲- هنگامی که کار می‌کنید آرامش داشته باشید.

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

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

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

۶- از مواد و مصالح خوب و مطمئن استفاده نمایید تا هم



## نکات مهم در استفاده از تیغهای برش

۱- 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.

۲- برای زیرکار، از صفحات سخت مانند تخته‌سه‌لا، چوب فشرده، شیشه صفحه‌پلاستیکی مخصوص یا هر نوع وسیله سخت دیگر استفاده کنید. باید توجه داشت که در صورت استفاده از صفحات سخت، قطعه موردنظر خوب بریده می‌شود ولی تیغ، زودتر کند می‌گردد.

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

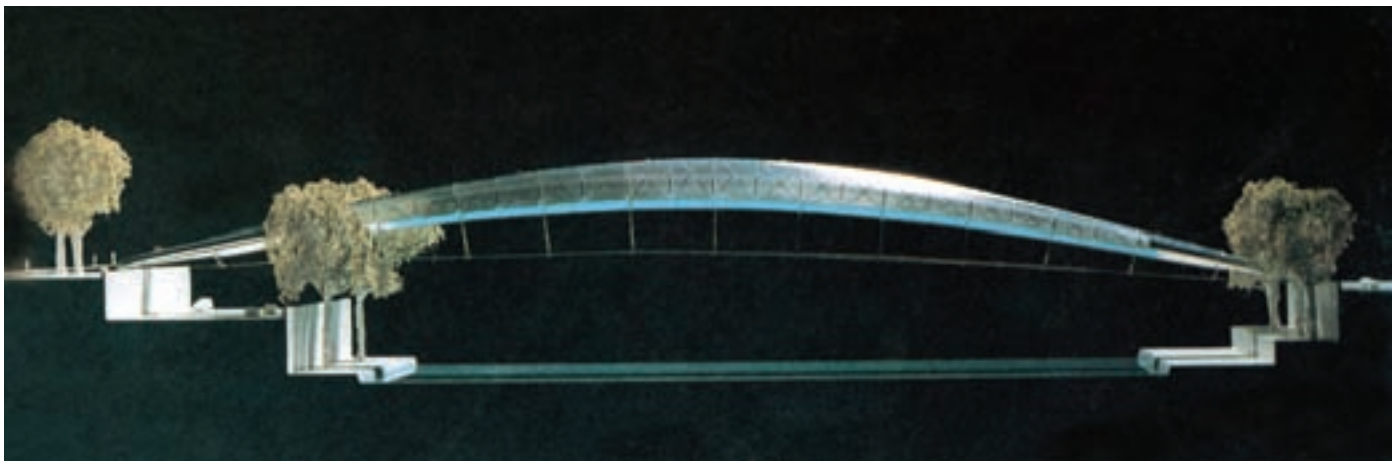
۴- همان‌گونه که می‌دانیم اکثر کاغذها، مقواها یا قطعات چوب و ...، با چند مرحله کشیدن تیزر بر یک مسیر، از هم جدا می‌شوند. بنابراین می‌باید این کار را با دقت و حوصله بسیار انجام داد تا از بروز هرگونه سانحه یا انحراف مسیر تیزر جلوگیری گردد. بدین منظور همیشه در مرتبه اول، تیزر را به آرامی بر کناره خط‌کش فلزی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

۵- برخی اوقات دیده شده است که خط‌کشها، بر روی قطعات صیقلی، سر می‌خورند. این جابه‌جایی، موجب انحراف

تیزر و خرابی قطعه موردنظر می‌شود. برای جلوگیری از این عمل، می‌توان یک قطعه چسب کاغذی یا پارچه ماهوتی را به پشت خط‌کش چسباند تا اصطکاک بین خط‌کش و محل کار، بیش‌تر و حرکت آن حذف شود. باید توجه داشت که انحراف تیزر، 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 بهره‌جوییم. ولی شاید تنها یک یا دو نوع از آنها هستند که می‌توانند بهترین نتیجه را به دست دهند. مثلاً برای نمایش یک کابل می‌توان از نخ ماهیگیری، میله‌های پلاستیکی یا فلزی بهره‌جست. یک گنبد را می‌توان با برش مقوا ساخت ولی مقوا سطحی یک‌دست ارائه نمی‌دهد. حال اگر آن را به روش پایه‌ماشه بسازیم نتیجه 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 پوسته 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، نتیجه بهتری خواهیم گرفت.



شکل ۳۸- نمای جانبی ماکتی از یک بل با سازه کششی و فشاری - ساخته شده از انواع پلاستیک شفاف - مات و نخ ماهیگیری

اجزا به خوش فکری فرد ماکت‌ساز بستگی دارد.

## پرورش ساخت انواع ماکت — تمرین ماکت اتود

هنگام ساخت ماکت اتود باید به این مطلب توجه داشت که این کار، تنها یک «حجم‌سازی شناسایی» برای رؤیت و درک کلیتی از پیکره (گشتالت<sup>۱</sup>) 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 کلیت 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 نادیده گرفتن 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، بهره‌جست. پس از تصحیح‌های نهایی و یارؤیت و تصویب کل پیکره، ماکت‌ساز به سراغ 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 طراح 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 به خوبی میسر است و نتیجه مطلوب را به دست می‌دهد. در کل، ماکت اتود امکان واضح‌تر شدن طرح و زمینه تصمیم‌گیری نهایی برای انتخاب در ساخت را فراهم می‌آورد.

**برآورد مصالح ماکت‌سازی:** برای ساخت یک ماکت، ابتدا باید به تمامی عناصر تشکیل‌دهنده آن اندیشید و اجزای ریز و درشت آن را از نظر گذراند و با تفکر در مورد بخشهای مختلف و نحوه اتصال اجزا به هم و هر جزء دیگر، مناسب‌ترین مواد و روش را انتخاب نمود و سپس به فهرست نمودن مصالح برای تهیه 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 پرزائنه ماکت نیز در این برآورد مهم است، مثلاً اگر بخواهیم یک ماکت را با تمامی عناصر ریز بسازیم، طبیعی است

در هر حال، 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 حوصله 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 به طور مجزا ساخته شده و سپس برای مونتاژ کنار هم قرار می‌گیرند. اجزایی که از کنار هم قرار گرفتشان پیکره‌ای کامل به وجود می‌آید. اجزایی که بسته به نوع طرح، از قسمتهای مختلفی به شرح زیر تشکیل می‌شوند: بخشهای اصلی درجه اول مثل دیواره‌ها و ستونهای بزرگ، سقفها، گنبدها و نموده‌های مطرح و بارز. اجزای درجه دوم مانند ستونها، پنجره، در، سکو، راهرو، پله و غیره. عناصر میکرو درجه 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: پایه‌ماشه، 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

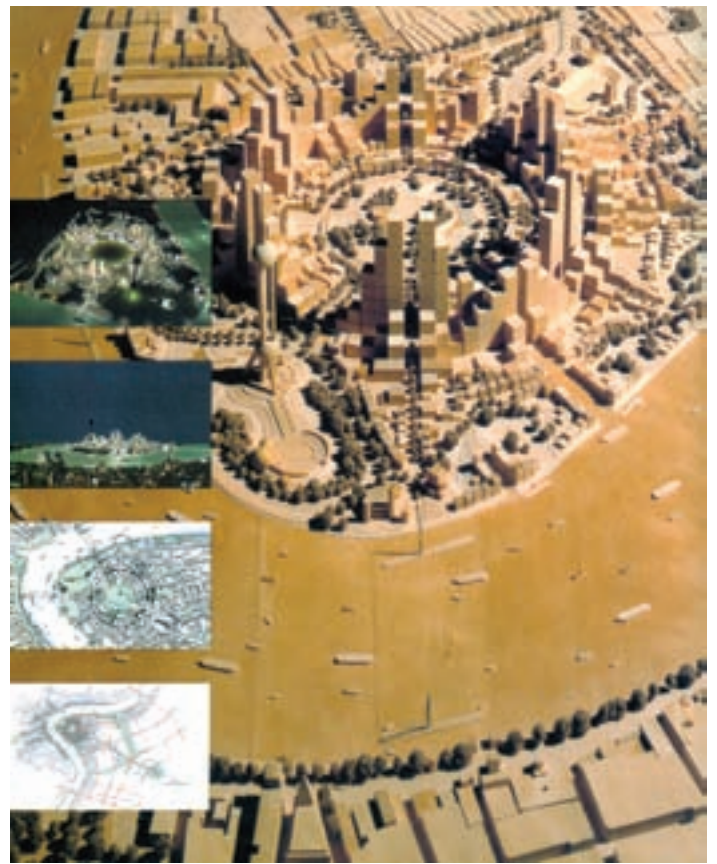
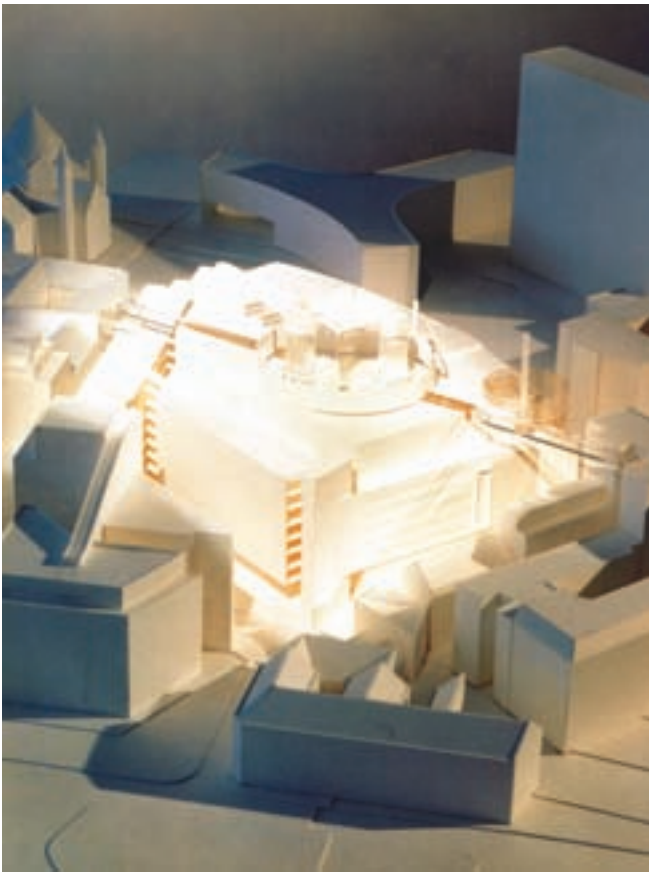
انیمیشن که در صورت نیاز، برای ساخت شیشه‌های دارای انعکاس می‌توان پشت طلقهای انیمیشن را رنگهای متالیک زد.

ستونها: میله‌های پلاستیکی و یا چوبی با مقاطع مختلف،

به عنوان مثال تیر چراغ برق را می‌توان با یک سوزن ته‌گرد که سر آن را درون لاک سفید غلط‌گیری فرو برده و آن را خم کرده و دنباله آن را سبز نموده‌ایم، ساخت. نمونه ساخت این اجزا در تصاویری که مراحل روند ساخت و سرهم‌بندی قطعات را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود. لیکن ساخت بخش عمده‌ای از این

۱- گشتالت: پیکره یا هیات کلی یک طرح یا یک جسم که در یک نگاه، اولین عنصر تأثیر گذارنده در ذهن بیننده است. Gestalt





شکل ۳۹- 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 تشکیل‌دهنده آن مشهود است - ساخته شده از مقوای ماکت - استایروفوم - بلوفوم - یلوفوم و مواد دیگر برای عناصر ریز آن.

### ساخت ماکت اتود شده

برای تجسم بهتر طرح، ماکتی را به شکل اتود (پیش‌ماکت) تهیه می‌نماییم و پس از این که کلیه قسمت‌های آن را مورد بررسی قرار دادیم، 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 تشکیل‌دهنده پیکره (عناصر ماکرو)، به سراغ 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 این صورت باید مراقب باشیم و دقتمان را در تمیزکاری افزایش دهیم.

که از مواد و مصالح پیش‌تری 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 نتیجه 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 این رو، 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 برجسب‌های مخصوص قسمت‌هایی را که نیاز به تغییر رنگ دارند کامل نمود.

## پیاده کردن قطعات مختلف ماکت

معمولاً ماکت نیاز به رنگ آمیزی کلی ندارد. مگر این که تمیزکاری را درباره سطح زیر رعایت نکرده باشیم و یا بنا به خواست کارفرما، مجبور باشیم هرچیز را به رنگ واقعی خود ارائه دهیم. اما رنگ آمیزی برخی قطعات که باید با بقیه عناصر کنتراست<sup>۱</sup> رنگی یا بافتی داشته باشند تا تمایز لازم را ایجاد نمایند از بدیهیات کار است. در ماکت سازی، با اهمیت ترین نکته، دقت و تمیزی سطوح و یکنواخت بودن درزها و هماهنگی و در محور بودن قطعات با یکدیگر است.

وقتی هریک از قطعات، به طور جداگانه و مجرد ساخته شدند و رنگ آمیزی یا برچسب گذاری و امور دیگر، بر رویشان صورت پذیرفت، حال تنها می باید با دقت و مرتب کنار هم نصب شوند. پس از نصب، کار ماکت سازی 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 رنگ آمیزی را شروع کنیم، ماسکه کردن<sup>۲</sup> قطعات به سختی انجام می یابد و در نهایت، کار تمیزی لازم را نخواهد داشت و در برخی موارد، این روش غیرممکن است.

برای شروع سرهم بندی، ابتدا می بایست اجزای زیرین، روی شاسی کار گذاشته شوند (قطعاتی که اصلی هستند) و سپس دیگر قطعات الحاقی روی آن به ترتیب اهمیت نصب گردند، یعنی چیزی شبیه کار معماری اصلی بنا، که در ابتدا مثلاً سطوح توپولوژی<sup>۳</sup> شناسایی شده و سپس تبدیل به سطوح توپوگرافی می شوند. صفحات توپوگرافی روی هم قرار گرفته و ناهمواریها را به وجود می آورند بعد محوطه فضا، خود ساختمان، عناصر تکمیل کننده آن، فضاهای مجاور و محوطه سبز و به طور مثال در آخر، ماشینها و اشلهای انسانی مورد نیاز.

آنها به یکدیگر نیز بسیار حساس است از این رو، نباید این ساختار دچار پیچیدگی و اعوجاج شود. در غیر این صورت، اجزای آن دچار صدمه شده، ممکن است از هم بگسلند. بدین سبب، داشتن یک شاسی محکم برای یک ماکت ثابت از ضروریات است. این شاسی می تواند به اشکال مختلف و با مواد گوناگون ساخته شود. ولی از طرفی، به خاطر نمایش بهتر و نمود و جلوه بیش تر، می بایست 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 می تواند از چوب، پلکسی گلاس، شیشه، مقوای ضخیم یا مواد دیگر ساخته شود.

اگر برای ساخت شاسی از چوب استفاده می شود باید مواظب بود که چوبها خشک باشند؛ روی چوبها پوشش محافظ لاک زده شود تا رطوبت را به خود جذب نکرده، تغییر ابعادی و فرمی ندهد. سطح میانی می تواند از تئوپان و یا تخته های چندلایه باشد. اگر زیر تا اطراف ورق تئوپان، چوبی با عرض بیش تر از ضخامت تئوپان بچسبید، استحکام شاسی را بالا می برد.

اگر برای ساخت شاسی از شیشه استفاده می شود، 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 جراحات جلوگیری به عمل آورد.

از آن جا که ماکت ممکن است جابه جا شود، بنابراین هر اندازه شاسی محکم تر و سبک تر باشد، بازدهی کار بهتر خواهد بود. شاسیهایی که دارای رنگ، جنس، بافت و شفافیتی متضاد با ماکت هستند، توانایی نمایش بهتر کار را خواهند داشت.

## ساخت ماکت بناهای سنتی و مدرن

چون کتاب حاضر برای دانش آموزان رشته معماری

## انتخاب شاسی ماکت

از آن جا که ماکت، از قطعات ظریفی تشکیل شده و اتصال

۱- کنتراست: تضاد Contrast

۲- ماسکه کردن: پوشش دادن بخشی از کار به وسیله یک لایه پوشاننده نازک (فیلم) Mask

۳- توپولوژی: علم شناخت ناهمواریهای زمین - 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 این رو، در بخش اول این قسمت که مربوط به ساخت ماکت از بناهای سنتی است لازم دیده شد تا از چگونگی تفکر و پایه و اساس به وجود آمدن این بناها سخن به میان آید و در ابتدا، بر کل پیکره و سپس عناصر تشکیل دهنده 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 هر یک 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 همه هنرهای سنتی شرقی و غربی مشاهده کرد؛ چه در معماری اماکن مقدسه هند و چه در تزیینات پنجره 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 اهمیتی خاص یافت و پایه‌ای گشت برای شکوفایی هنر معماری که اوج آن را در طراحي 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 معرق، آجرچینی و گچ‌ریهای با شکوه، نقش به‌سزایی را ایفا نموده است.

الگوهای هندسی، آفریده ذهن خلاق و مبتکر کسانی‌ست که در این هنر و هندسه، غرق شده‌اند و الگوی اولیه آنها دایره بوده است که تصویری‌ست از کمال و هنگامی که محیط آن را

به‌طور یکسان تقسیم‌نماییم 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. در واقع، در غیاب واحدهای اندازه‌گیری دقیق، به بهره‌گیری از انتقال و انطباق یک نقشه به اندازه‌های مختلف از طریق جادادن آن در یک «دایره مبنا» در اندازه‌های گوناگون می‌پرداختند. به‌عنوان مثال، یک دایره بزرگ محیطی با یک ریسمان در محل در نظر گرفته شده برای مشخص شدن محل پایه‌های ساختمان می‌کشیدند و آن‌گاه این دایره را به اجزای معینی تقسیم می‌کردند و سپس شکل هندسی مورد نظر را که در نقشه اصلی در نظر 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 پایه 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.

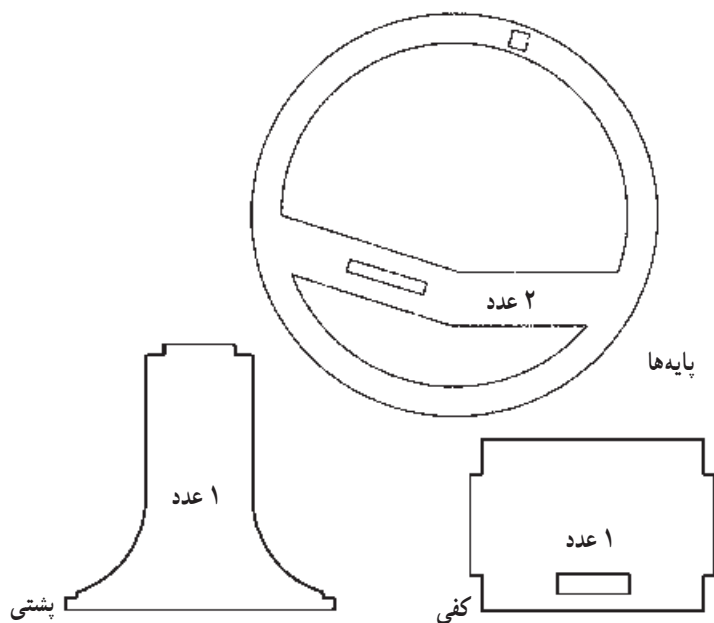
بهره‌گیری از شیوه‌های هندسی، هنرمند را توانا ساخت تا با داشتن قدرت مانوری بالا با روشی درست و به آسانی، بدون برخورد با محدودیتهای دستگاه اعداد، به‌کار بپردازد. با استفاده از نقوش هندسی یک کلیت به‌دست آمد و با این اصل که تمامی آفرینش هماهنگ و همسان است سازگاری داشت و بر این اساس، روز به روز بر سرعت رشد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

تمرین

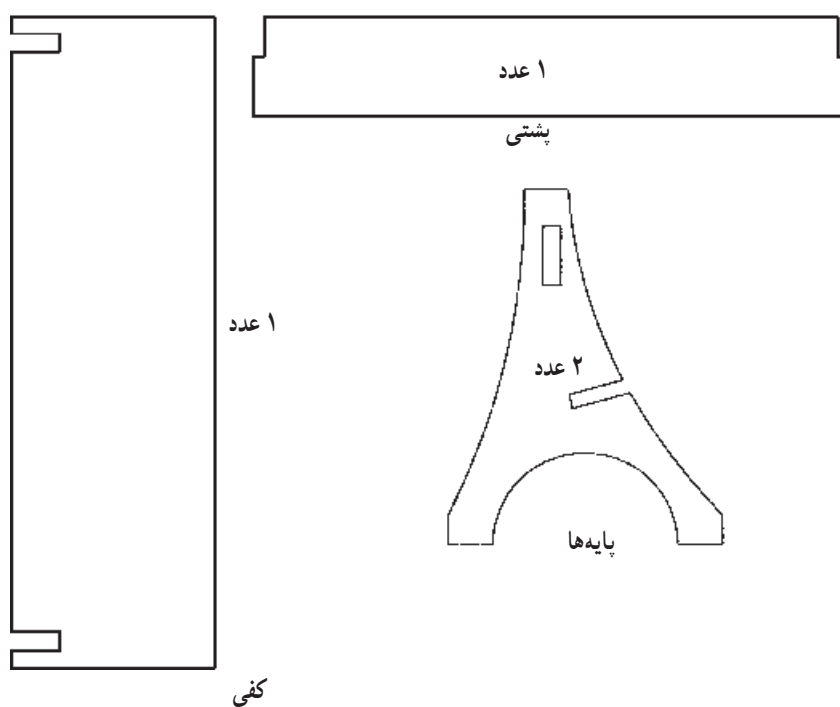
متصل گردانید: (در صورت داشتن مواد و ابزار مناسب، می توانید این ماکت را با استفاده از تخته سه لایی نیز بسازید.)

این دو پروژه را با مقوای ماکت ۳ میلیمتر بریده، به یکدیگر

(الف)



(ب)





## کاربرد نقوش هندسی در تزیینات معماری

همان گونه 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. بدین گونه، طراح آزادی‌گزینش محدوده‌های سازندگی خود و نیز آزادی بهره‌گیری از گوناگونی‌هایی را که این محدوده‌ها در دسترس او قرار می‌دهند به دست می‌آورد. پس، شیوه هندسی، روشی را به دست می‌دهد که در آن اجزای تشکیل‌دهنده زیبایی با تناسبی خاص به دست آیند. اما نمی‌توان آن را جریانی کاملاً مکانیکی و خودبه‌خودی تلقی کرد، زیرا که در آن، عامل اراده آدمی بسیار تعیین‌کننده است، شاهکارهای هنری نشانگر نظم، حقیقت، قدرت بیان، اصالت، چیره‌دستی و کوشش هنرمندانی است که شخصیت

خود را بدین گونه در متن کار خویش جای داده‌اند. هندسه که همان زبان معماری است، امکان گسترش شیوه‌های گوناگون نماسازی را فراهم ساخته است و این خود، وسیله بازشناختن نوع بنا می‌باشد و نیز دیگر انواع هنر را که برانگیزاننده هیجانات می‌باشد پدیدار ساخته است. نقوش هندسی، می‌توانند در بخش‌های مختلف تشکیل‌دهنده فضا، به شکل آجر چینی، کاشی‌کاریهای مختلف، آینه‌کاری، گچبری و نظایر آن به کار روند و یا به اشکال مختلف، در به وجود آوردن فضاها، جدید، متنوع و خاص، نقش به‌سزایی ایفا نمایند، همانند اُرسیها (دیوارهای چوبی جداکننده فضاها از یکدیگر که داخل آنها غالباً به اشکال هندسی بریده و در آن شیشه‌های رنگی کار گذاشته می‌شود)، مشبک‌های سفال یا سرامیکی، پنجره، دریچه، سردر، نرده‌های چوبی و از این دست.

کاشی‌کاری



گچبری



در چوبی مشبک



در چوبی، در مدرسه سرج، فاس، مراکش، از قرن ۸ هـ / ۱۴ م.

شکل ۴- 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 سلیقه هنرمند طراح، نقش به‌سزایی در آفرینش نقوش جدید و متفاوت دارد. نقوشی که با قرار گرفتن در کنار هم

گسترش یافته، پیکری جامع و واحد را به وجود می‌آورند. در بسیاری از نقوش هندسی اسلامی، دایره، اساس به وجود 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 به دست می‌دهند. (رجوع شود به بخش روش ترسیم نقوش هندسی)



شکل ۴۱- 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، دیوارها، پنجره‌ها و تناسب 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 پایه 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 شیوه خاص بومی و محلی فراهم کرده که این امر باعث تنوع بسیاری شده بود.

در اسلام، بر چهارگونه و چهاربخش 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 پایه همین تفکر است که می‌توانیم به وضوح ببینیم که بلافاصله دایره بر یک چهارضلعی نشانده شده است به طوری که بخش اعظم معماری اسلامی بر این پایه استوار گردیده است.

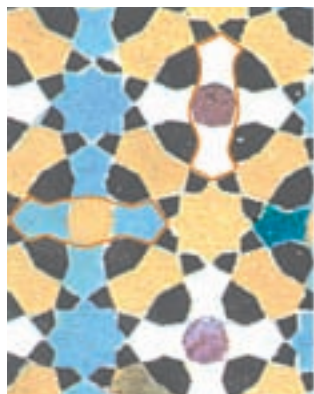
### روش ترسیم نقوش هندسی

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

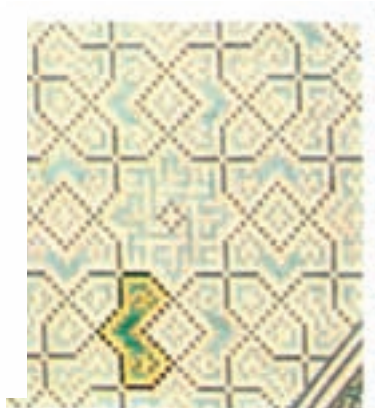


برای تحلیل محاسبات یا تقسیمات یک نقش و نگار، اساس تشخیص، این دفاتر و اطلاعات اند. ولی متأسفانه این دفاتر و اطلاعات نمی‌توانند پاسخگوی سؤالات یک بررسی کامل باشند، چرا که نقش و نگارهای دفاتر یا بدون خطهای قاعده ترسیم شده‌اند یا خطهای قاعده را از داخل نقش پاک کرده‌اند. در صفحات بعد، نمونه‌هایی از نقوش هندسی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

۱- نقش و نگارهای موجود در طرحهای معماری  
 ۲- دفاتر گره یا طومارها، که از پیشینیان به یادگار مانده‌اند (اگر در دسترس باشند)  
 ۳- تجربه 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.



شکل ۴۴- طبل چاکدار یا طبل دو لنگی



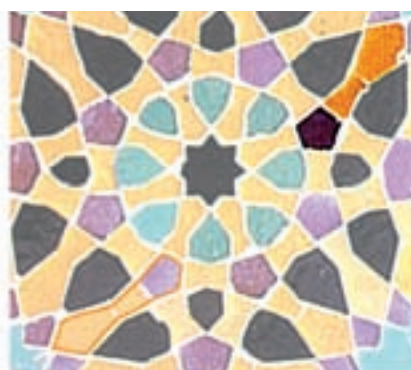
شکل ۴۳- سیکرون هشت و زهره



شکل ۴۲- تَکّه



شکل ۴۶- شمسۀ نه



شکل ۴۵- طبل پاگیوه یا طبل گیوه پا



شکل ۴۹- پیلی ترنج سرخود



شکل ۴۸- شمسۀ دوازده



شکل ۴۷- سیکرون کُند شُل





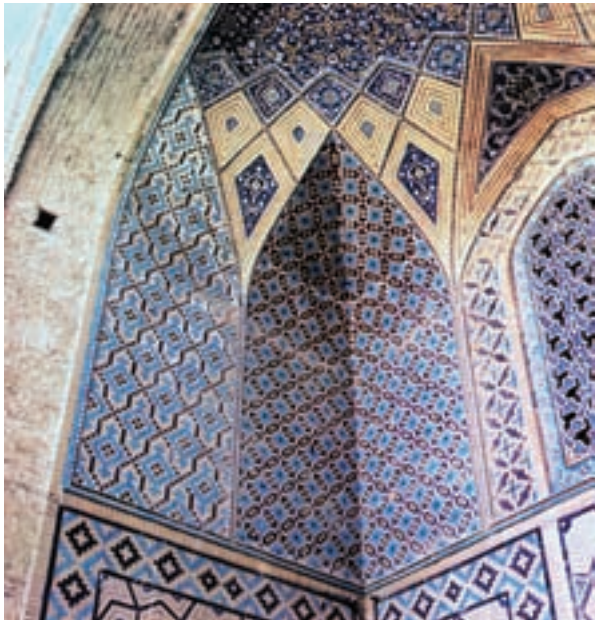
شکل ۵۱ - دانه



شکل ۵۰ - موج کشیده



شکل ۵۳ - شرمه دان



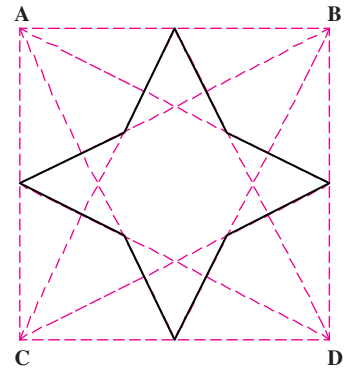
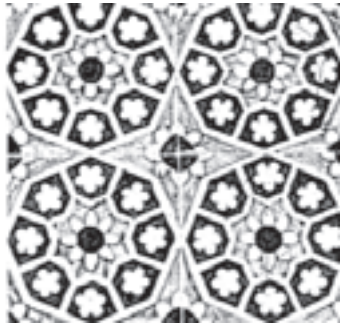
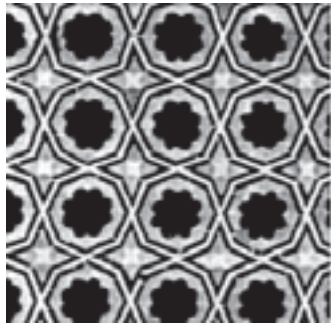
شکل ۵۴ - موج



شکل ۵۲ - موج آسیایی

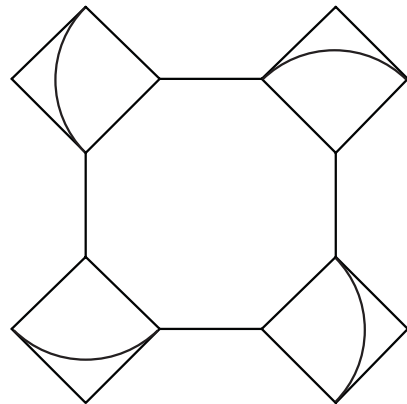
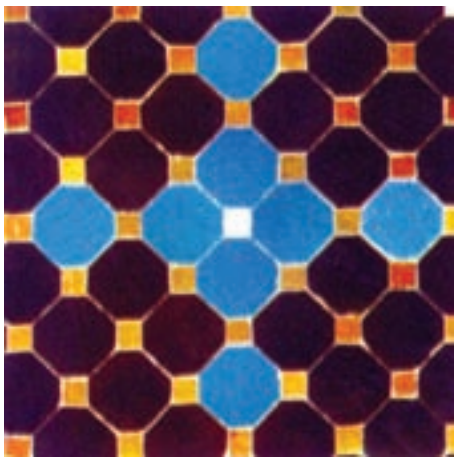


چهار لنگه: مربع ABCD را رسم و از وسط هر ضلع به دو رأس مقابل آن وصل می‌کنیم. خطوط پر رنگی که در شکل مشخص شده‌اند چهار لنگه را تشکیل می‌دهند.



شکل ۵۵

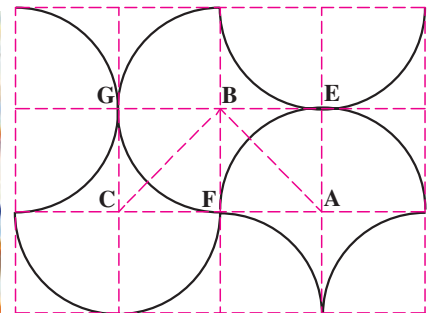
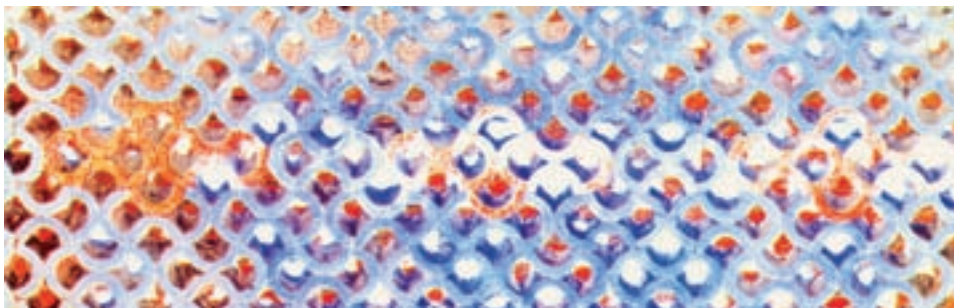
هشت و صابونک یا هشت و مربع: پس از رسم هشت ضلعی منتظم، روی چهار ضلعی متناوب آن، چهار مربع رسم می‌کنیم.



شکل ۵۶

می‌کشیم. آنگاه به مرکز B، که انتهای قطر است، به همان شعاع، یعنی به شعاع BF همچین کمانی معادل  $180^\circ$  درجه می‌کشیم. از نقطه B قطر مربع FCGB را کشیده از نقطه C به شعاع CF مانند دو کمان قبل عمل می‌کنیم.

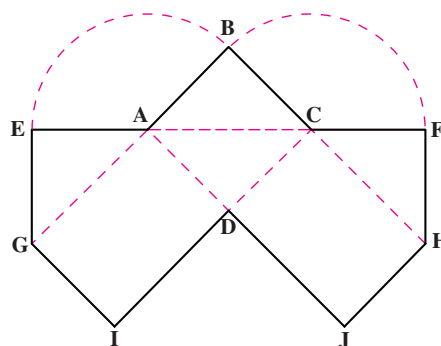
سینه باز: روی جدول شطرنجی، پایه پراگار را در رأس مربع روی نقطه A قرار می‌دهیم و به شعاعی برابر یک ضلع مربع (AF)، کمانی معادل  $180^\circ$  درجه رسم می‌کنیم. این نیمدایره دو مربع را دربر می‌گیرد. سپس از نقطه A قطر مربع AFBE را



شکل ۵۷

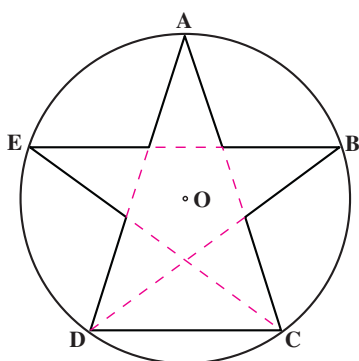


سکرون هشت و «زهره»: مربع ABCD را رسم می کنیم. قطر AC و اضلاع مربع را مطابق شکل امتداد می دهیم. طول AE و CF را به اندازه ضلع مربع جدا کرده، دو عمود بر آنها اخراج می کنیم تا امتداد BA و BC را در G و H قطع کند. سپس از G و H دو خط موازی AD و DC رسم می کنیم تا امتداد CD و AD را در I و J قطع کند. خطوط پررنگ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



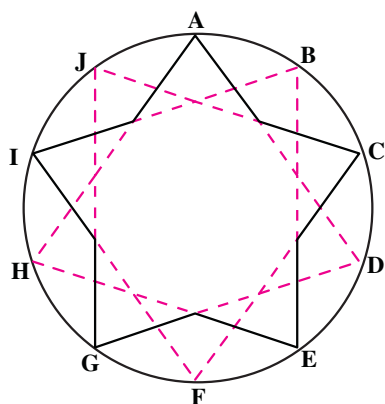
شکل ۵۸

عروسک: دایره ای به مرکز O و شعاع OA رسم می کنیم. محیط آن را به پنج قسمت مساوی تقسیم می کنیم 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 می کنیم. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده اند عروسک را تشکیل می دهند.



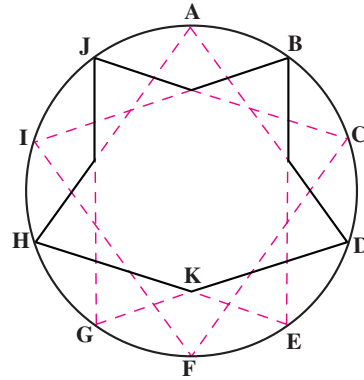
شکل ۵۹

پنج پری کند شل: شمسۀ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده اند پنج پری کند شل را تشکیل می دهند.



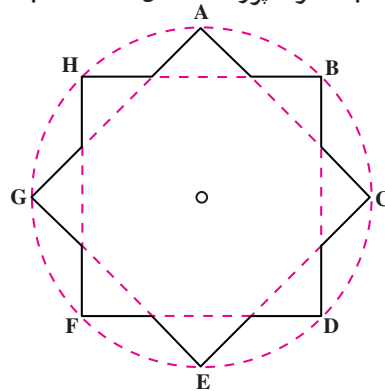
شکل ۶۰

پنج ته بریده: این نقش، بر اساس همان قاعده پنج پری  
 شل رسم می شود. مطابق شکل، از امتداد دو ضلع از این پنج پری  
 و تقاطع آنها در نقطه K شکل پنج ته بریده حاصل می شود.



شکل ۶۱

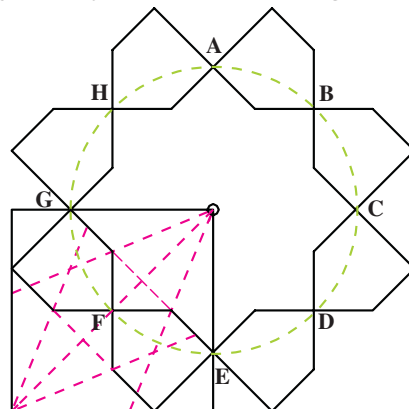
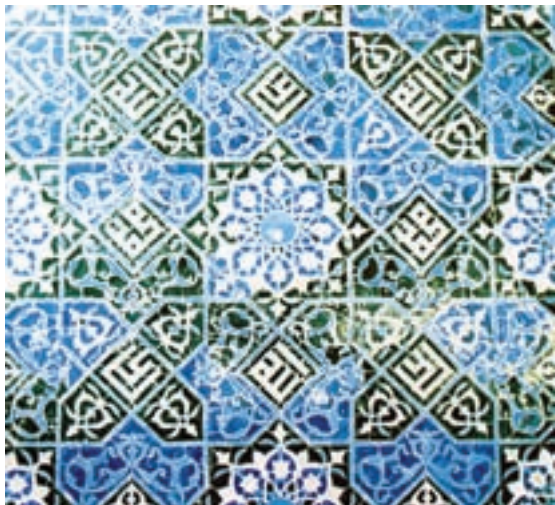
دانه زمینه هشت و سلی: پس از رسم شمسۀ هشت و تیز  
 ABC...H و امتداد دادن اضلاعی که در شکل مشخص شده اند،  
 شکل دانه، که با خطوط پررنگ نشان داده شده، به دست می آید.



شکل ۶۲

نصف شمسۀ هشت و تیز، نصف این شکل و ربع شمسۀ هشت و  
 تیز، یک چهارم آن می باشد.

شمسۀ هشت و تیز یا شمسۀ چهار سلی بازوبندی: دایره ای  
 به مرکز O و شعاع OA رسم می کنیم. محیط آن را به هشت قسمت  
 مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را یک در میان به هم وصل می کنیم. (از  
 C به A، از B به D... از G به A). [همانند شکل بالا] خطوط پررنگی  
 که در شکل مشخص شده اند شمسۀ هشت و تیز را تشکیل می دهند.

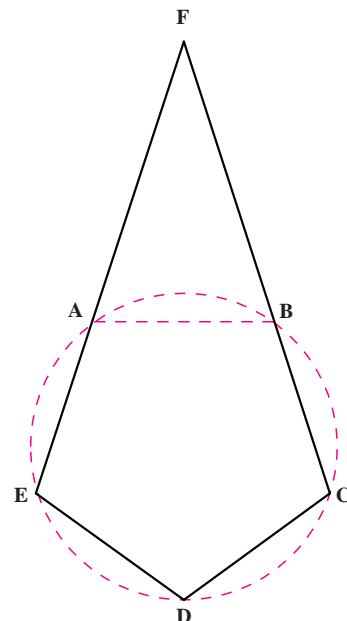


شکل ۶۳



مثلاً امتدادهای AE و BC یکدیگر را در F قطع می کنند. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده اند ترنج تند را تشکیل می دهند.

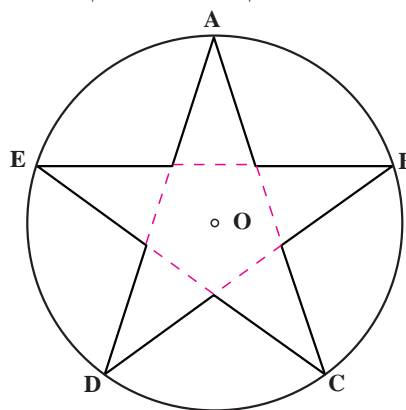
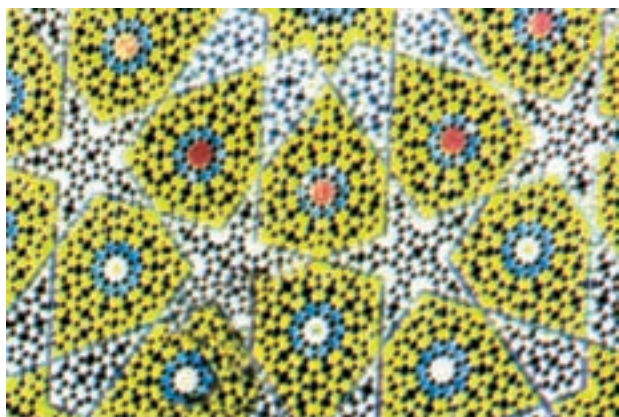
ترنج تند: پنج ضلعی منتظم ABCDE را رسم می کنیم و دو ضلع غیر مجاور آن را ادامه می دهیم تا یکدیگر را قطع کنند.



شکل ۶۴

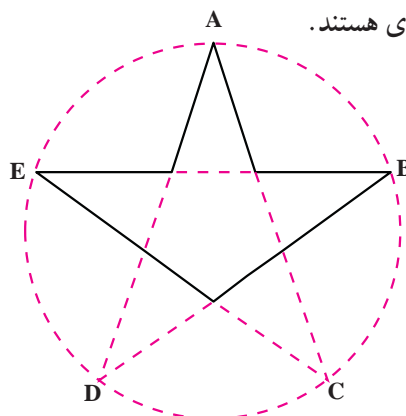
C به E... از D به A) خطوط پررنگ، ستاره یا پنج پری تند را نشان می دهند.

ستاره یا پنج پری تند: دایره ای به مرکز O و شعاع OA رسم می کنیم. آن را به پنج قسمت مساوی تقسیم کرده، نقاط را یک در میان مطابق شکل به هم وصل می کنیم. (از A به C، از



شکل ۶۵

ترقه یا سه پری یا قمی: در اینجا از همان قاعده تقسیمات ستاره (پنج پری تند) استفاده می شود. خطوط پررنگ شکل، نشان دهنده سه پری هستند.



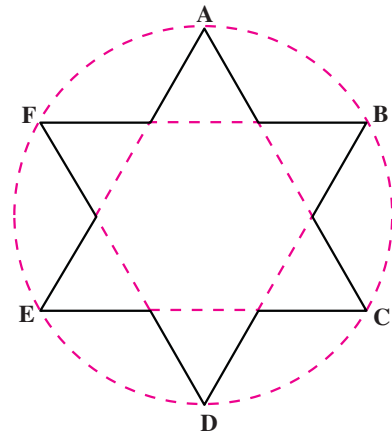
شکل ۶۶



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

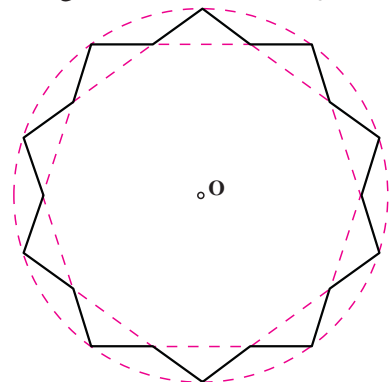
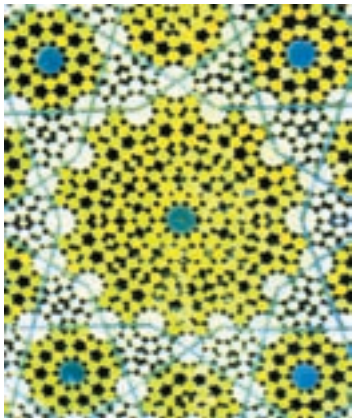


شش پری: محیط دایره را به شش قسمت مساوی تقسیم کرده، نقاط تقسیم را یک در میان به هم وصل می‌کنیم. (A به B به C به D به E به F به A) خطوط پررنگ شکل، نشان دهنده شش پری هستند.



شکل ۶۷

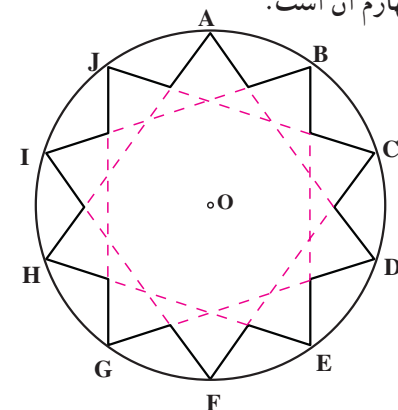
شمسه ده کند: پس از ترسیم دایره O و تقسیم آن به ده قسمت مساوی، نقاط تقسیم را یک در میان به هم وصل می‌کنیم. خطوط پررنگ شکل شمسۀ ده کند را نشان می‌دهند.



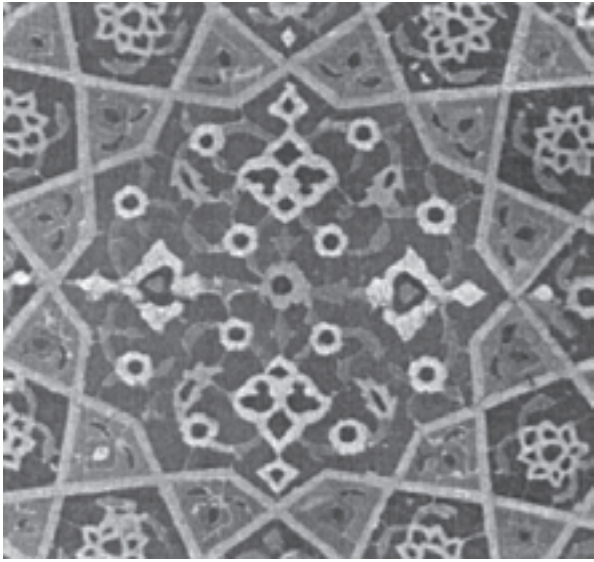
شکل ۶۸

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

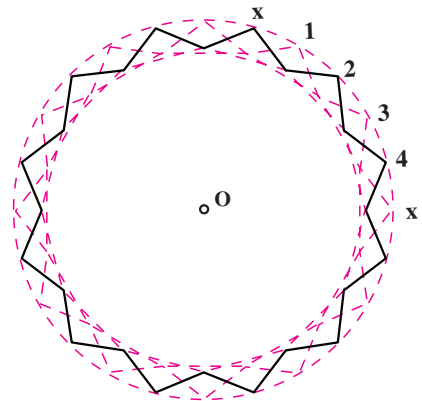
توضیح: نیم شمسۀ تند، نصف این شکل و ربع شمسۀ تند، یک چهارم آن است.



شکل ۶۹



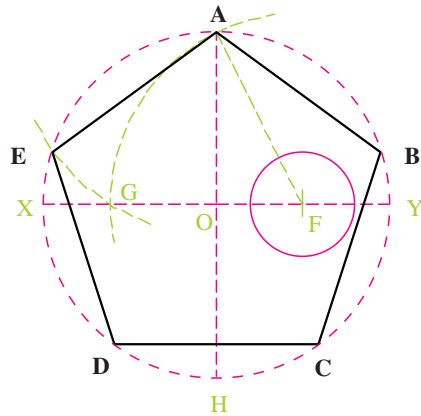
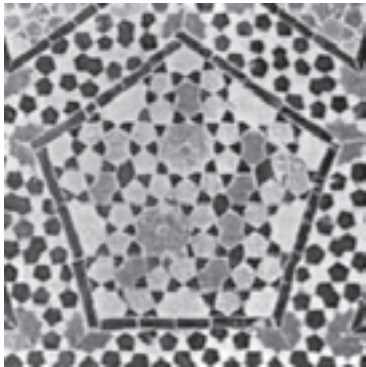
شمسه دوازده: دایره O را به بیست و چهار قسمت مساوی تقسیم کرده، نقاط تقسیم را چهار در میان به هم وصل می کنیم. خطوط پرننگ شکل شمسۀ دوازده را نشان می دهند.



شکل ۷۰

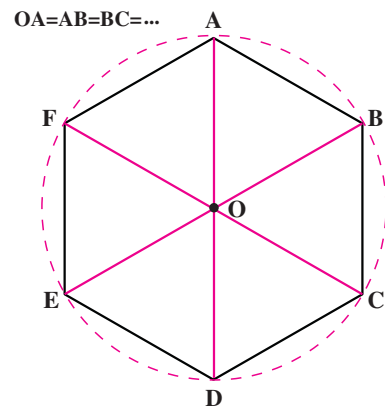
می کنیم تا قطر XY را در نقطه G قطع کند. آن گاه به مرکز A و شعاع AG کمان دیگری رسم می کنیم. تا دایره را در نقطه E قطع کند. AE یکی از پنج ضلع شکل مورد نظر است.

پنج کند (پنج ضلعی منتظم): دایره ای به مرکز O و شعاع دلخواه رسم می کنیم. سپس دو قطر عمود بر هم AH و XY را رسم کرده، به مرکز F، وسط OY، و شعاع AF، کمانی رسم



شکل ۷۱

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



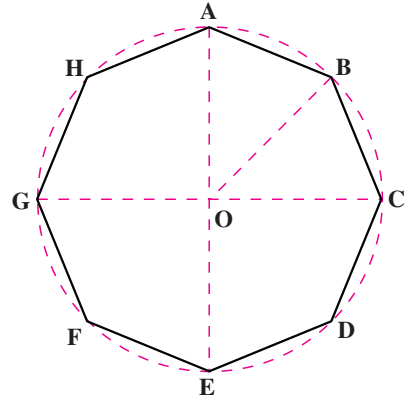
شکل ۷۲



مقاطع می‌گردد و کمان AC را نصف می‌کند. طول AB یا BC یک ضلع از هشت ضلعی است.

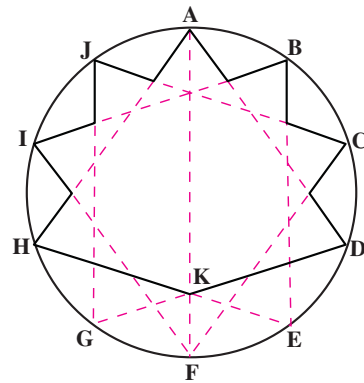


هشت ضلعی منتظم: دایره‌ای به مرکز O و شعاع دلخواه رسم می‌کنیم. دو قطر عمود بر هم GC و AE را رسم کرده، نیمساز زاویه AOC را می‌کشیم. این نیمساز در نقطه B با دایره



شکل ۷۳

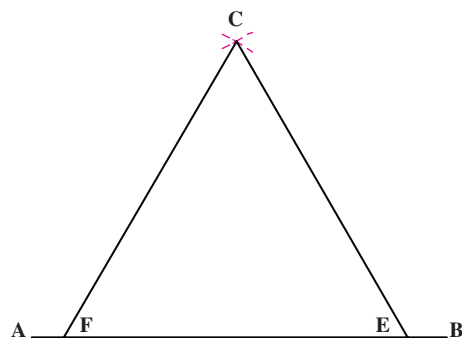
ته بریده: شمسۀ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده اند شمسۀ ته بریده را تشکیل می‌دهند.



شکل ۷۴

کمان اول را در نقطه C قطع کند. از C به E و F وصل می‌کنیم تا تکه به دست آید.

تکه: خط AB مفروض است. به اندازه دلخواه FE روی آن جدا می‌کنیم. سوزن پرگار را در نقطه E قرار داده به اندازه FE کمانی در بالای خط AB می‌کشیم. سپس سوزن پرگار را در F می‌کشیم و به همان اندازه FE کمان دوم را به نحوی می‌کشیم که



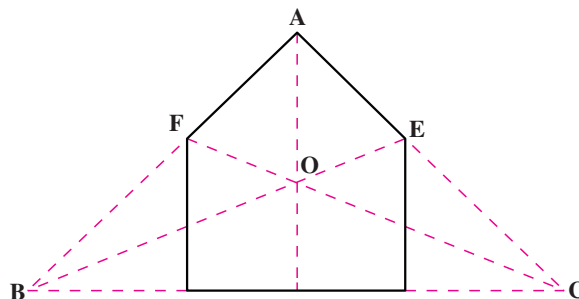
شکل ۷۵



ترتیب در F و E قطع می کنند. از E و F دو عمود بر BC فرود می آوریم. خطوط پررنگ شکل، نشان دهنده سلی هستند.

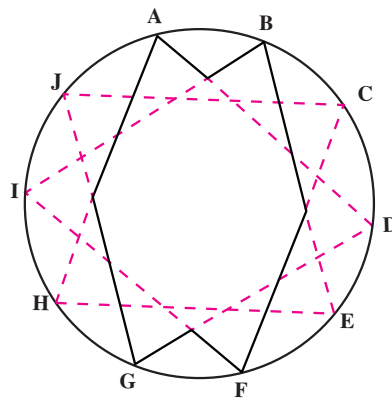
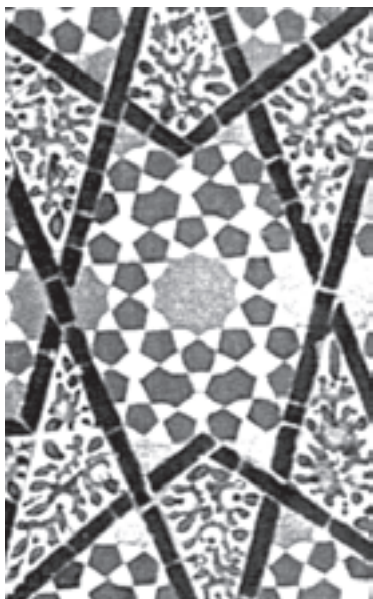


سلی: مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین ABC مفروض است. نیمسازهای رئوس B و C، دو ضلع AB و AC را به



شکل ۷۶

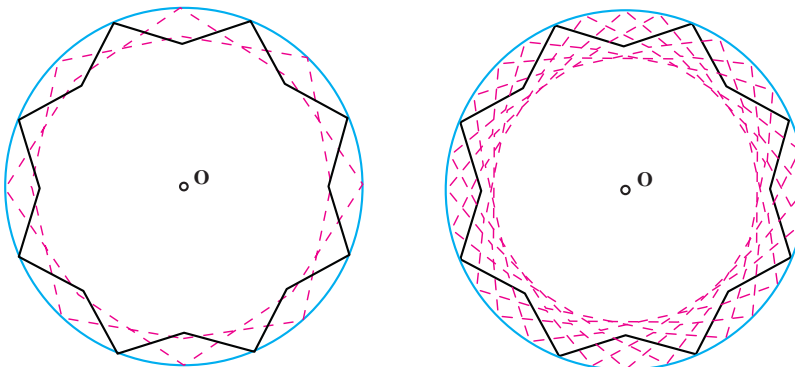
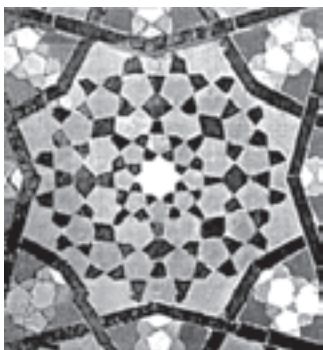
ماکو: شمسۀ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده اند ماکو را تشکیل می دهند.



شکل ۷۷

خطوط را در دایره پنج در میان به شکل یک در میان پررنگ می کنیم و در دایره شش در میان به شکل سه در میان پررنگ می نمایم. خطوط پررنگ شکل، نشان دهنده شمسۀ کند هستند.

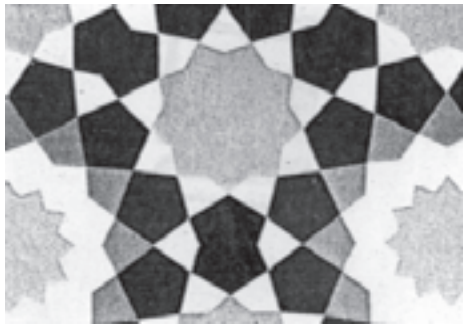
شمسۀ هشت کند یا شمسۀ هشت و چهار لنگه: دایره O را به سی و دو قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را مطابق شکل متناوباً پنج در میان یا شش در میان به هم وصل می کنیم. سپس



شکل ۷۸

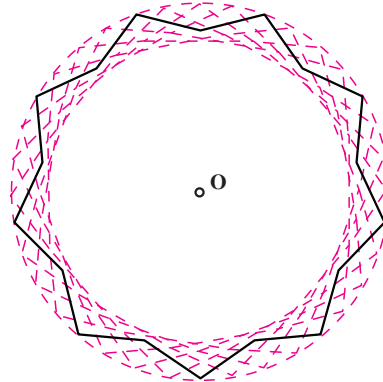


خطوط پررنگ شکل، نشان دهنده شمسۀ نه هستند.



شکل ۷۹

شمسۀ نه: دایره O را به سی و شش قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را، مطابق شکل، شش در میان به هم وصل می کنیم.



نقاط تقسیم را یک در میان به هم وصل می کنیم. مطابق شکل شش پری کند یا شمسۀ شش کند حاصل می شود.



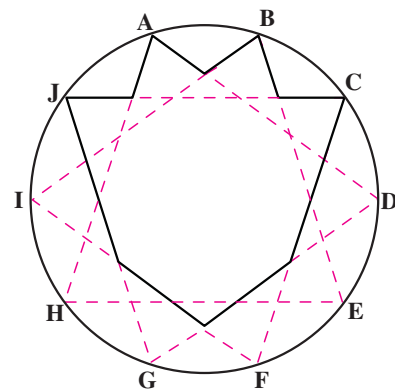
شکل ۸۰

شش پری کند یا شمسۀ شش کند: پس از ترسیم دایره و تقسیم آن به دوازده قسمت مساوی (به وسیله سه ربع در دایره)،



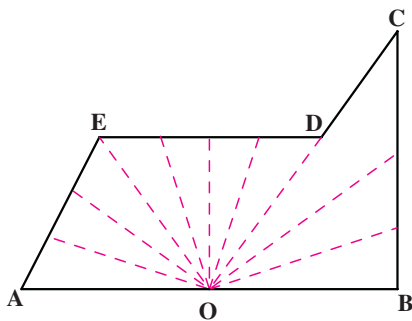
چنار را تشکیل می دهند.

برگ چنار: شمسۀ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده اند برگ



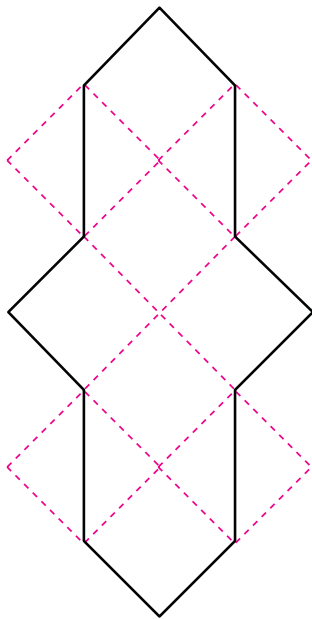
شکل ۸۱

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



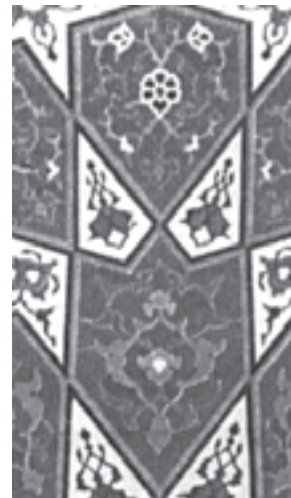
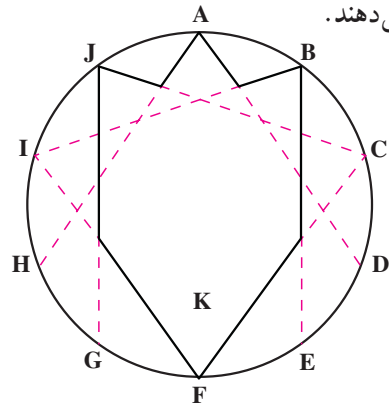
شکل ۸۴

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



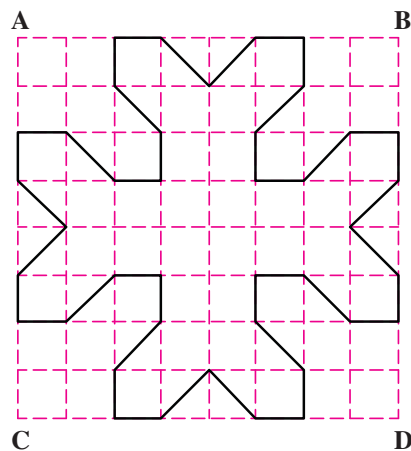
شکل ۸۵

دانه تند: شمسۀ تند [ABC...J] مفروض است (نقطه چین). خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند، دانه را تشکیل می‌دهند.



شکل ۸۲

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

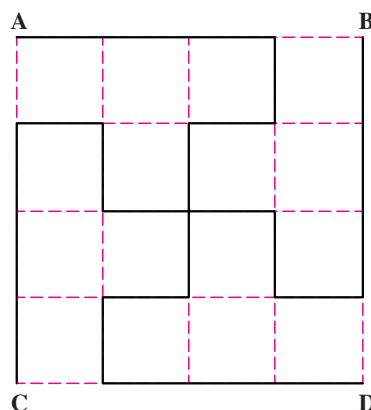


شکل ۸۳

می‌کنیم تا زمینه شطرنجی به دست آید. خطوط پررنگی که در شکل مشخص شده‌اند پیلی را تشکیل می‌دهند.



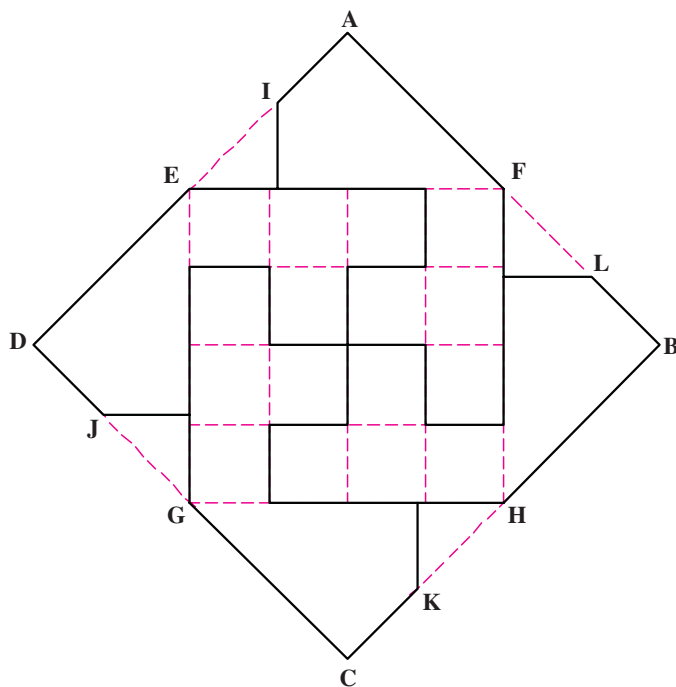
پیلی: مربع  $ABCD$  را رسم می‌کنیم. اضلاع آن را به چهار قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را مطابق شکل به هم وصل



شکل ۸۶

و  $AEF$  را رسم می‌کنیم تا ضلع مقابل خود از مربع  $ABCD$  را به ترتیب در نقاط  $J, K, L, I$  قطع کنند. در پایان، از این نقاط، چهار عمود بر اضلاع مربع  $EFGH$  فرود می‌آوریم. خطوط پررنگ شکل، پیلی ترنج سرخود را نشان می‌دهند.

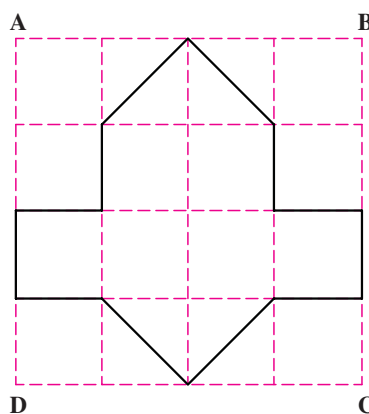
پیلی ترنج سرخود: مربع  $ABCD$  را رسم می‌کنیم. سپس از وصل کردن اواسط اضلاع مربع، مربع دیگری به دست می‌آوریم که آن را  $EFGH$  می‌نامیم. در داخل این مربع، یک پیلی رسم می‌کنیم. سپس نیمساز هر یک از زوایای  $DHE, CGH, BFG$  را رسم می‌کنیم.



شکل ۸۷

چهار تقسیم کرده، رؤس مربعهای واحد را مطابق شکل به هم وصل می‌کنیم.

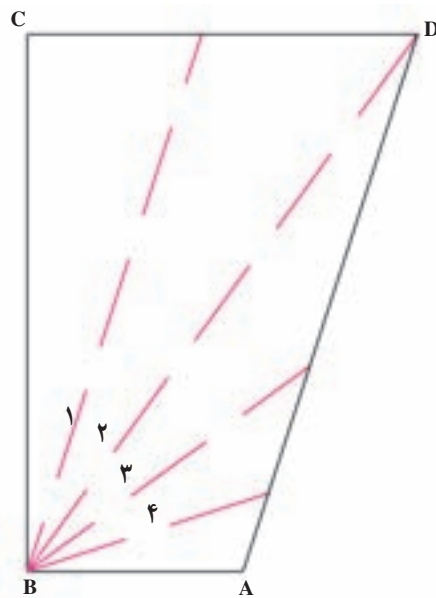
سیکرون هشت و پیلی یا سکرون در سکرون : مربع ABCD را رسم می‌کنیم و آن را به زمینه شطرنجی چهار در



شکل ۸۸

قاعده را در D قطع کند. از D خطی موازی AB رسم می‌کنیم تا ضلع دیگر زاویه B را در نقطه C قطع کند. به این ترتیب یک چهارم شکل حاصل می‌شود، که می‌توان آن را کامل کرد.

گیوه: زاویه قائمه B مفروض است. آن را به پنج قسمت مساوی تقسیم کرده خطوط قاعده را می‌کشیم. نقطه A را روی یک ضلع زاویه به اندازه‌های دلخواه جدا می‌کنیم. از A خطی موازی خط اول قاعده B رسم می‌کنیم (خط ۱) تا خط دوم



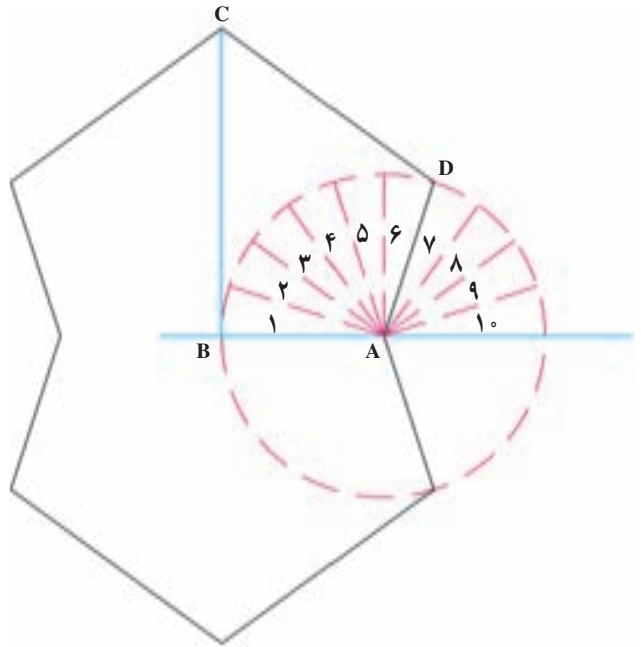
شکل ۸۹



موازی خط دوم قاعده رسم می‌کنیم تا عمودی را که بر  $AB$  اخراج کرده‌ایم در نقطه  $C$  قطع کند. به این ترتیب یک چهارم شکل رسم شده است و می‌توان آن را کامل کرد.



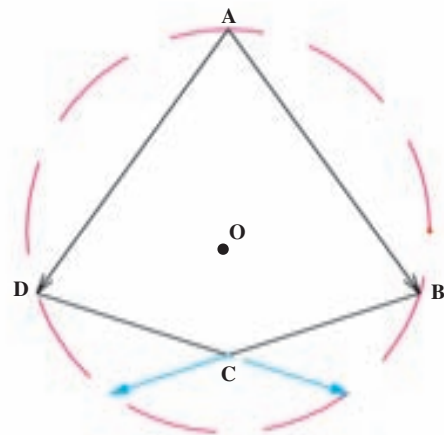
طبل کند: زاویه نیم صفحه  $A$  را به ده قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و خطوط قاعده را می‌کشیم. نقطه  $B$  را روی یک ضلع از این زاویه انتخاب کرده، عمودی از آن خارج می‌کنیم و به اندازه  $AB$  روی خط ششم قاعده جدا می‌کنیم تا نقطه  $D$  خطی



شکل ۹۰

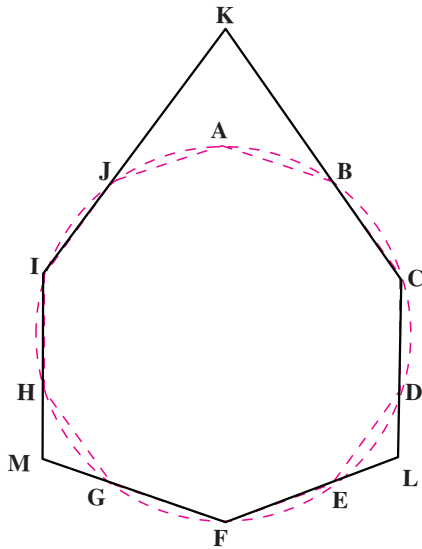
مطابق شکل به هم وصل می‌کنیم. خطوط پیرنگی که در شکل مشخص شده‌اند ترنج کند را تشکیل می‌دهند.

ترنج کند: دایره‌ای به مرکز  $O$  و شعاع  $OA$  رسم می‌کنیم. محیط آن را به ده قسمت مساوی تقسیم و نقاط تقسیم را از نقطه  $A$  یک‌بار از سمت چپ و یک‌بار از سمت راست دو در میان



شکل ۹۱

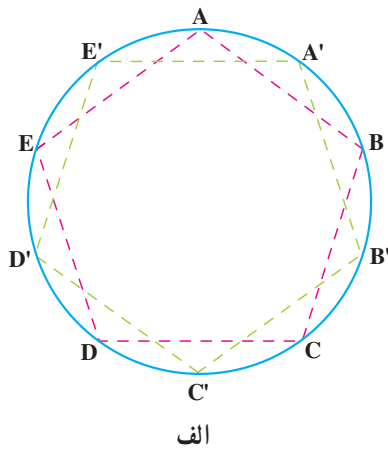
شش تند: ده ضلعی [ABC...J] را رسم می کنیم. دو ضلع BC و IJ را امتداد می دهیم تا یکدیگر را در نقطه K قطع کنند. همچنین از امتداد CD و FE نقطه L حاصل می شود و نقطه M از امتداد FG و IH به دست می آید. شکل مسدود KCLFMI را شش تند می گویند.



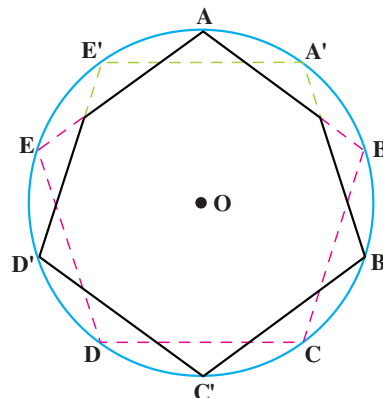
شکل ۹۲

وصل می نماییم. خطوط پرننگی که در شکل مشخص شده اند شش کند شل را تشکیل می دهند.

شش کند شل: دایره ای به مرکز O و شعاع دلخواه رسم می کنیم و محیط آن را به ده قسمت مساوی تقسیم می کنیم. دو پنج ضلعی درون آن رسم نموده و سپس مانند شکل آنها را به هم



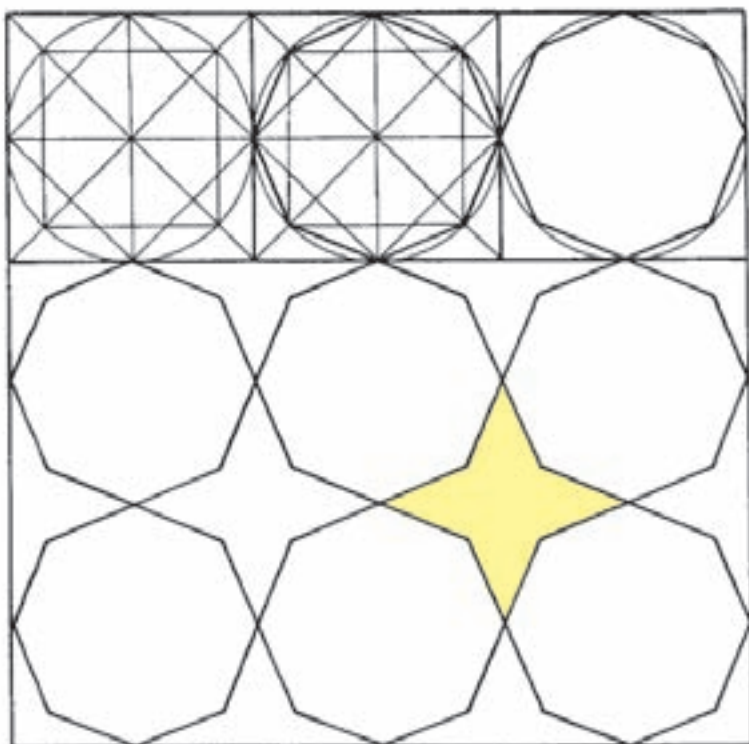
الف



ب

شکل ۹۳

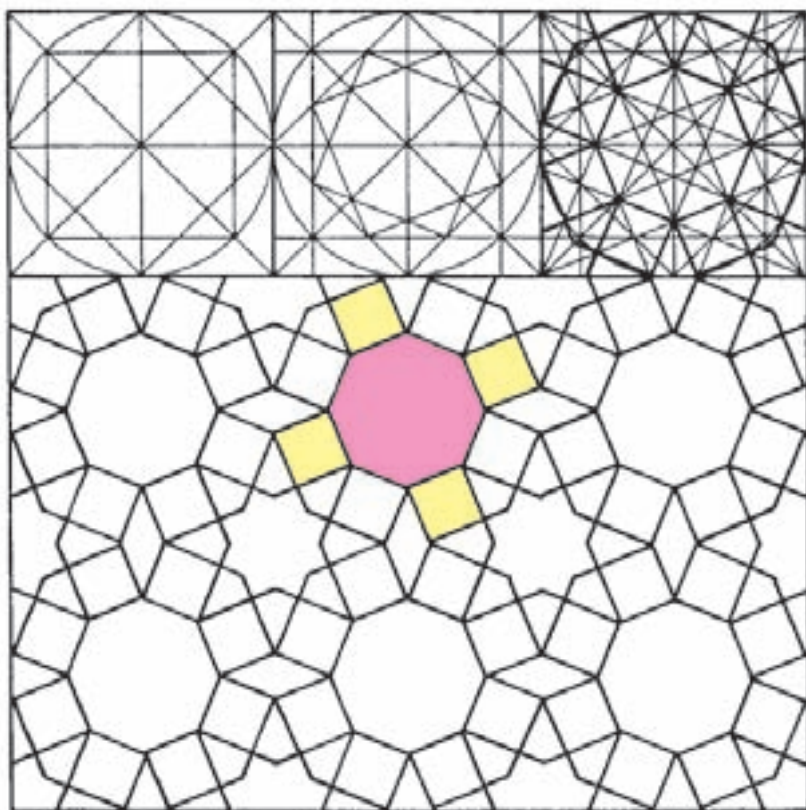




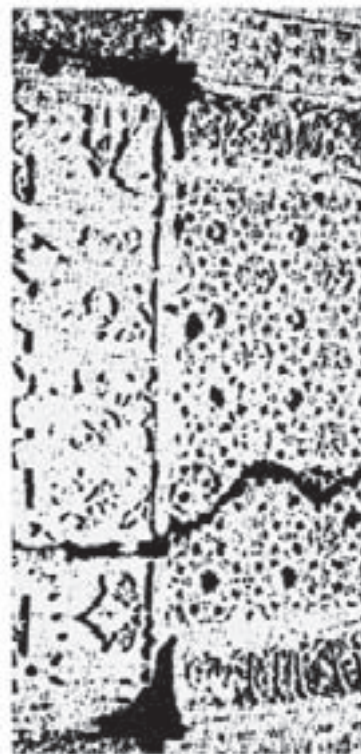
طرز ترسیم کامل شکل ۵۵ (چهار لنگه)



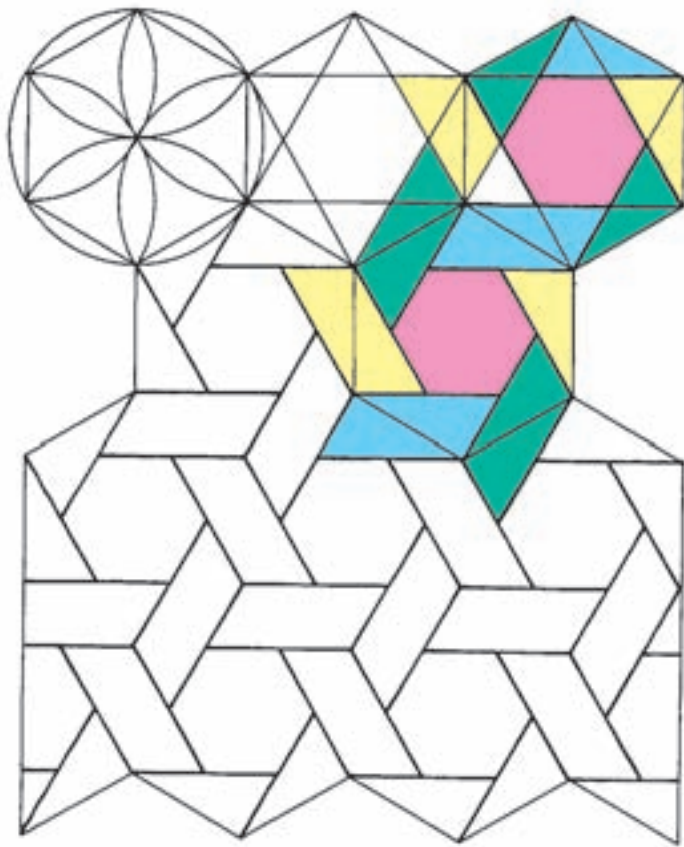
مسجد جامع فرومد، ایران، از قرن ۷ هـ / ۱۳ م.



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

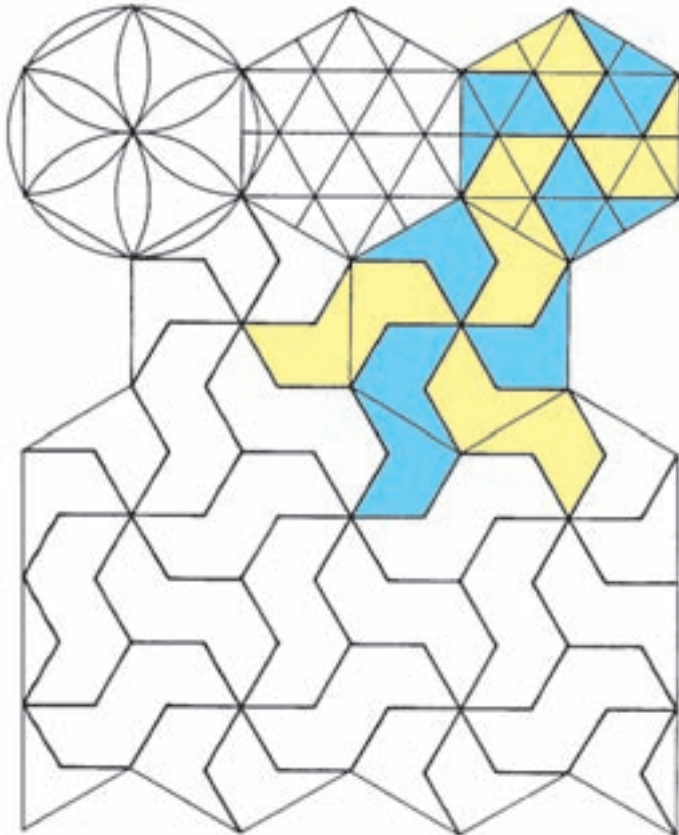


قسمتی از آرامگاه خواجه اتابک،  
کerman، ایران از قرن ۶ هـ / ۱۲ م.



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

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



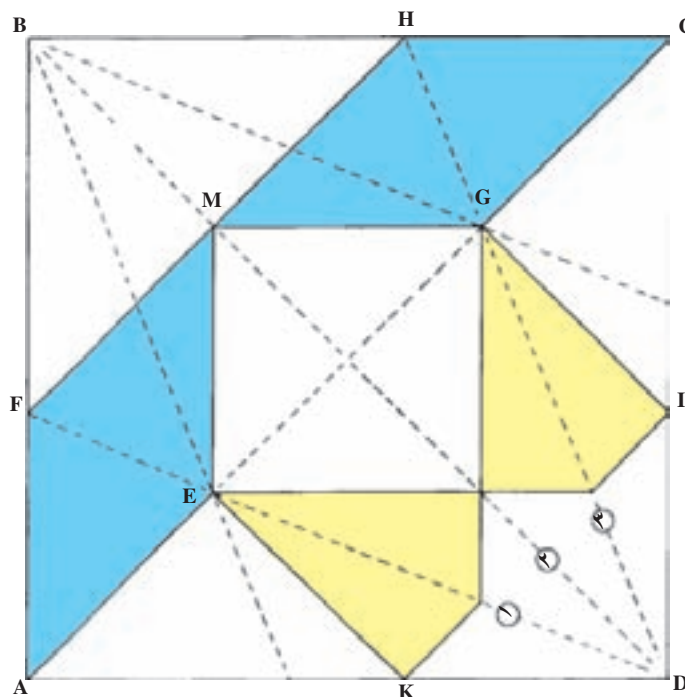
برج مزار، خرقان، ایران، مورخ ۴۵۹ هـ / ۱۰۶۷ م.

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

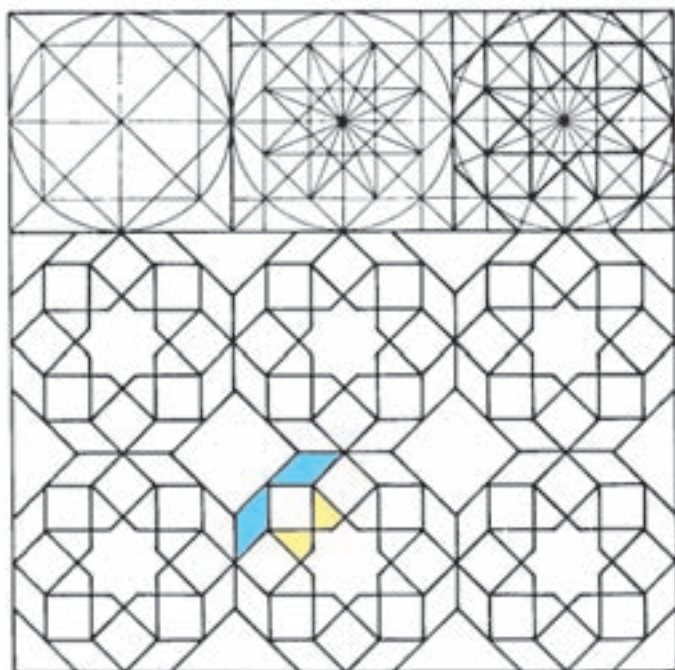


CD. همچنین از E دو خط می کشیم، اولی به موازات قطر BD که در نقطه K با ضلع AD متقاطع می شود و دومی به موازات AD. از I به K و از F به H وصل می کنیم. در نقطه M با قطر BD تقاطع می کند. از M به E و G وصل می کنیم. شکل کامل می شود (خطوط پررنگ) و می توان آن را به روش قرینه محوری گسترش داد.

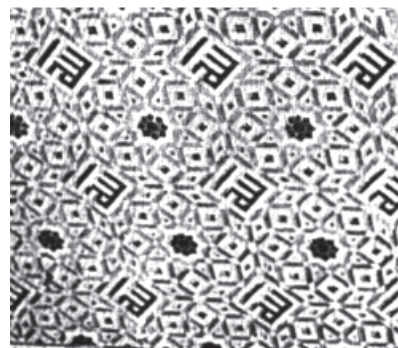
هشت و مربع گردان روالت یا کلیل: زاویه  $\hat{D}$  از مربع ABCD را به چهار قسمت مساوی تقسیم کرده، خطوط قاعده را می کشیم. خط اول قاعده در E با قطر AC و در F با ضلع AB تلاقی می کند و خط سوم قاعده در G با قطر AC و در H با ضلع BC متقاطع می شود. از G دو خط رسم می کنیم، اولی به موازات قطر BD، که در نقطه I با ضلع CD تلاقی می کند و دومی به موازات



شکل ۹۴- طرز ترسیم هشت و مربع گردان



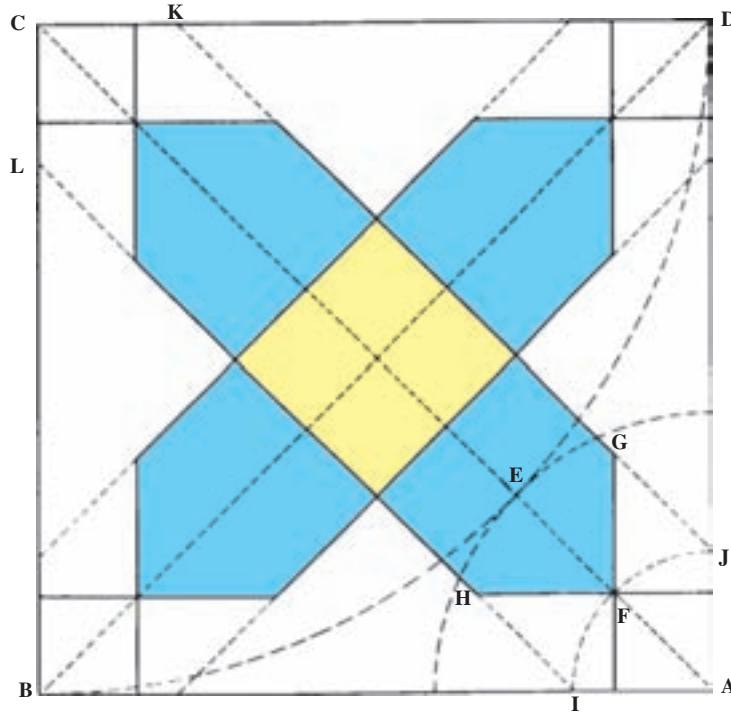
شکل ۹۵- طرز ترسیم یک طرح تکمیلی از هشت و مربع گردان



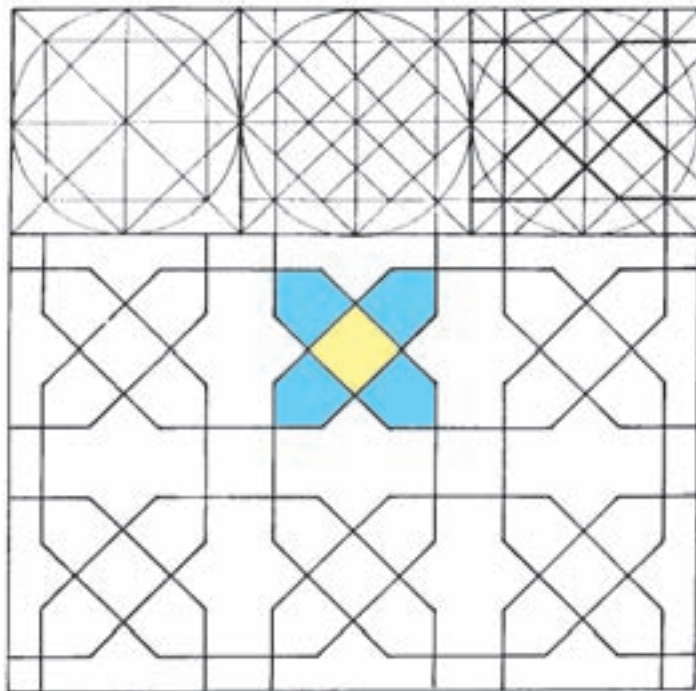
مدرسه، خرگرد، ایران، مورخ ۸۴۸ هـ / ۱۴۴۴ م.

می‌کنیم: از J و I دو خط به موازات 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 به روش قرینه محوری گسترش داد.

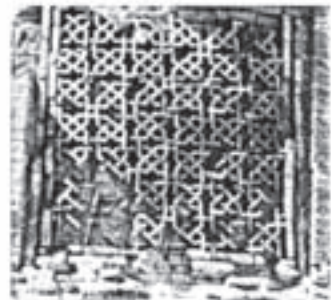
موج و سلی مربع قناس: مربع ABCD را به ضلع دلخواه رسم می‌کنیم و کمانی به مرکز C و شعاع  $\overline{CB}$  می‌زنیم. این کمان قطر AC را در نقطه E قطع می‌کند. سپس به مرکز A و شعاع  $\overline{AF} = \frac{1}{4}\overline{AE}$  کمان دیگری می‌زنیم تا اضلاع AB و AD را به ترتیب در نقاط I و J قطع کند. آن‌گاه خطوط زیر را رسم



شکل ۹۶- طرز ترسیم موج و سلی مربع قناس



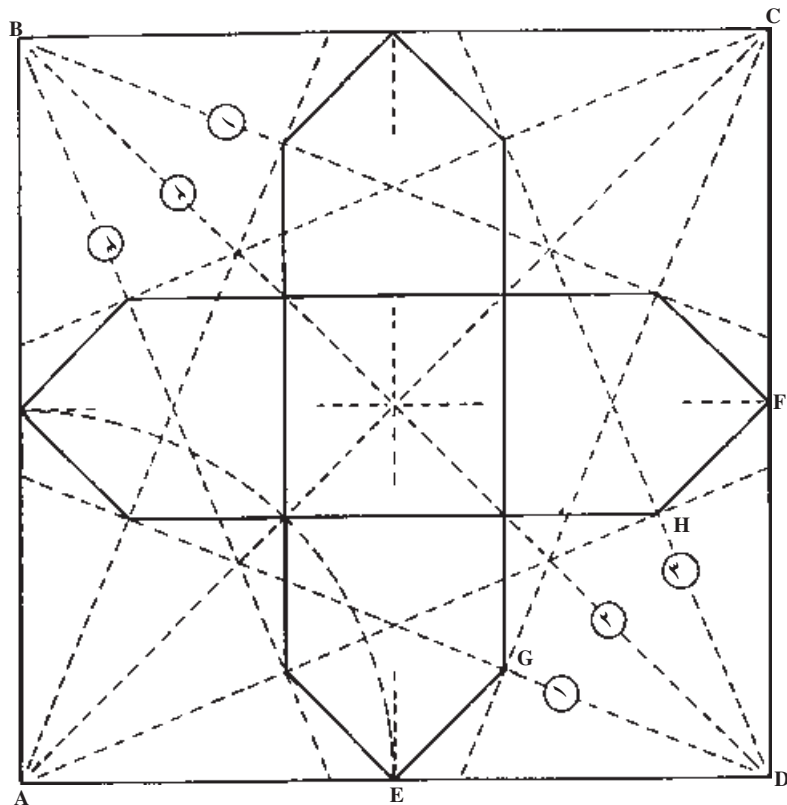
شکل ۹۷- یک طرح تکمیل شده با استفاده از نقش فوق



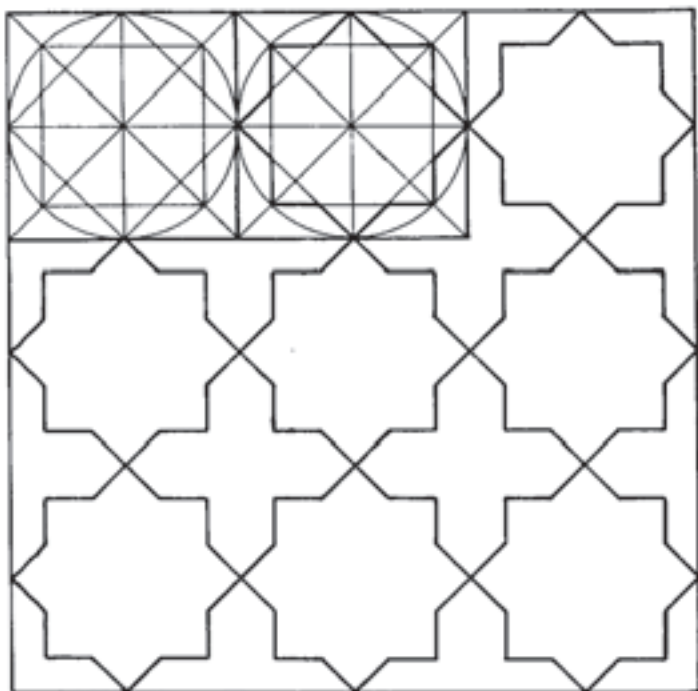
مناره، جام، افغانستان، از قرن ۷ هـ/ ۱۳ م.

قاعدهٔ  $\hat{D}$  متقاطع می‌شود. از  $G$  خطی به موازات  $CD$  و از  $H$  خطی به موازات  $AD$  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 به روش قرینهٔ محوری گسترش داد.

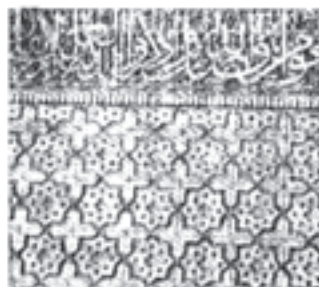
شمسه و چهار سلی مربع دار: زوایای مربع  $ABCD$  را به چهار قسمت مساوی تقسیم و خطوط قاعدهٔ آنها را رسم می‌کنیم. از نقطهٔ  $E$ ، وسط  $AD$ ، به نقطهٔ  $F$ ، وسط  $CD$ ، وصل می‌کنیم. این خط در نقطهٔ  $G$  با خط اول و در نقطهٔ  $H$  با خط سوم



شکل ۹۸- طرز ترسیم شمسه و چهارسلی مربع دار



شکل ۹۹- یک طرح گسترش یافته از نمونهٔ فوق



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

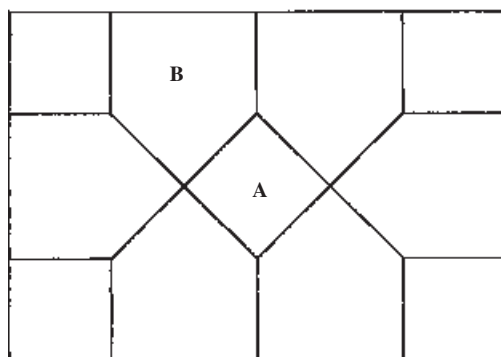
کاربرد نقوش هندسی در گره‌کشی

هندسه، به‌خاطر قانونمند بودن و دقتی که در جزء جزء ساختارش نهفته است می‌تواند قالبی بسیار مناسب برای به‌وجود آوردن و چیدمان نقوشی باشد که با قدرت خلاقه 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 گره‌چینیهای گچ و معرقهای کاشی و چوب، کاربرد بهتری دارند. کلاً، نقوش هندسی متشابه به‌خاطر شکل خاص قابل‌گسترش، 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.

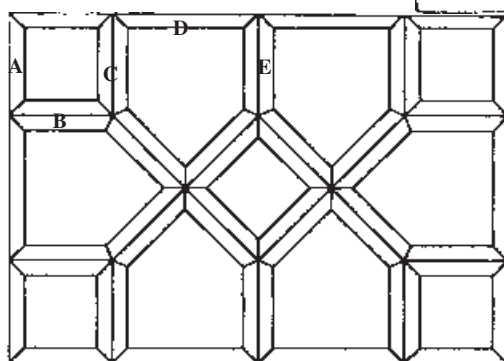
۱- یکی از نقشهای هندسی موجود در کتاب را طبق روش گفته شده ترسیم نمایید و سپس، بدون این که خطوط فرضی را پاک کنید، خطوط اصلی را پر رنگ نمایید.

۲- یکی از نقشهای هندسی ارائه شده را در جدولی با ابعاد  $10 \times 10$  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 سلیقه خود رنگ‌آمیزی نمایید. (به یاد داشته باشید که برای رنگ‌گذاری، از مقوای مناسب و رنگهای مرغوب استفاده کنید.)

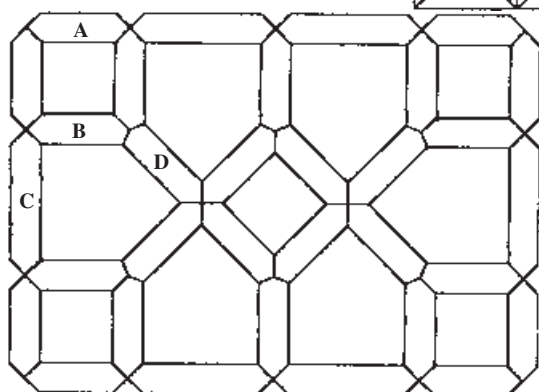
\* نکته‌ای که در پایان این بخش ذکر آن ضروری به‌نظر می‌رسد این است که دانش‌آموزان عزیز امتحان درس حاضر را به‌صورت عملی و با استفاده از ترسیم، برگزار خواهند کرد.



شکل ۱۰۰- گره‌کاشی ۲ تکه



شکل ۱۰۱- گره‌آجر ۵ تکه



شکل ۱۰۲- گره‌چوب 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 به وسیله خطوطی که خط قاعده نامیده می‌شوند و تکراری هستند پدید می‌آمده‌اند.

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

در هر صورت گره را نیز مانند نقوش هندسی می‌توان به دو جزء خط‌های قاعده یا محاسبات تشکیل دهنده 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 متصور 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.

● **در مورد کاشی نیز طرح و نقشهای مختلفی با اشکال**

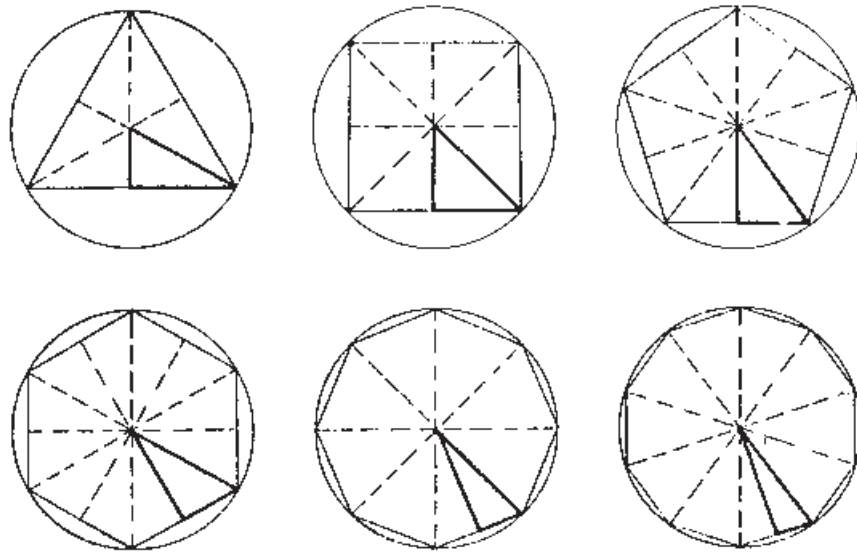
چند ضلعیهای هندسی، در کنار یکدیگر قرار می‌گرفته و در نتیجه نقشهای بدیع گره کاشی، حاصل می‌شده است.

● **گره چوب، یکی دیگر از انواع گره است که از زمان صفویه رایج گردیده است.** نمونه آن را می‌توان در اکثر پنجره‌های آن زمان مشاهده نمود. از لحاظ سازه، گره‌های چوب اتصالات کوچکی هستند که به صورت فاق و زبانه در یکدیگر قفل می‌شوند. گاه در بین گره‌ها، به تناوب 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.)

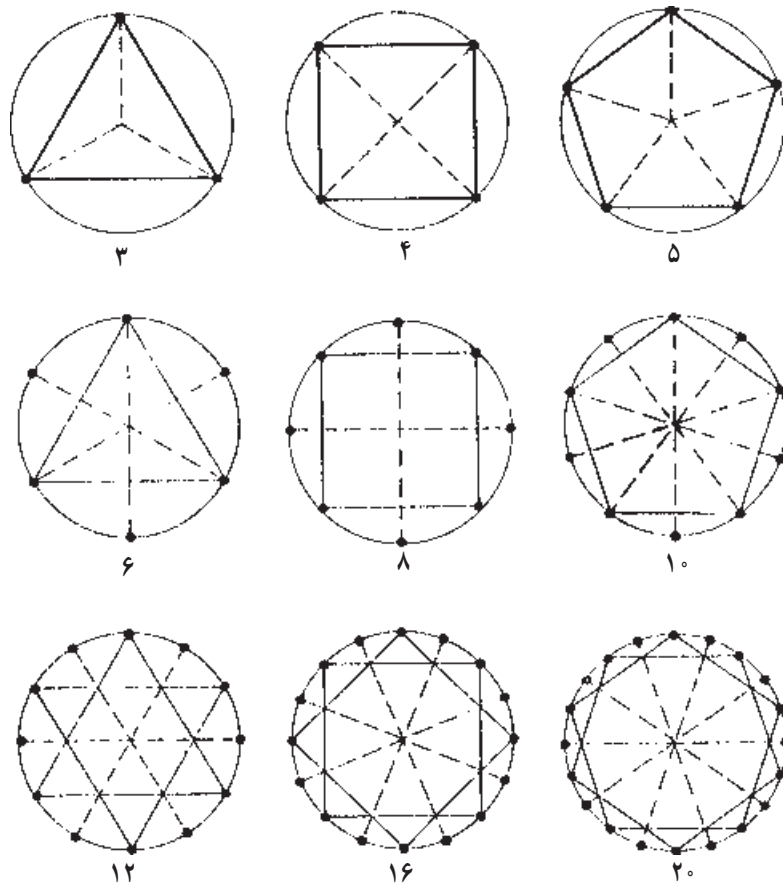
**گره‌سازی مشبک:** گاه در گره‌چوب، تکه‌هایی از مشبک داخل می‌کنند که به «گره‌سازی مشبک» معروف است.

**گره‌سازی معرق:** اگر در بین اتصالات و گره‌ها، از تکه چوبهای معرق استفاده شود، گره‌کاری معرق ایجاد می‌گردد گاهی نیز می‌توان از وجود معرق و مشبک، به صورت توأم در گره‌سازی استفاده کرد که نتیجه 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 در دیواره‌های مشبک بین دو فضا، ستونها، سر درها و مناره‌ها به‌خوبی عمل کرده، فضاهای مناسب و نوبی 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 تزئینی منقوش و یا آجر با اشکال خاص ساخته شده است که در طرحهای کتاب به آنها اشاره شده است.



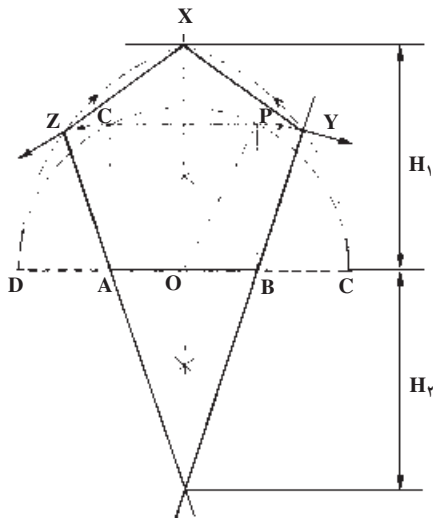
شکل ۱۰۳- واحدهای جزء مثلث قائم الزاویه، درون واحدهای مبنای محاط در دایره



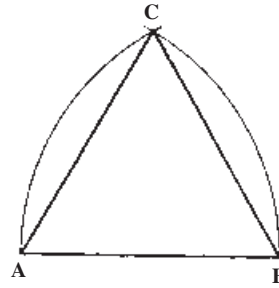
شکل ۱۰۴- تقسیمات اولیه محیط دایره به چند ضلعیها

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

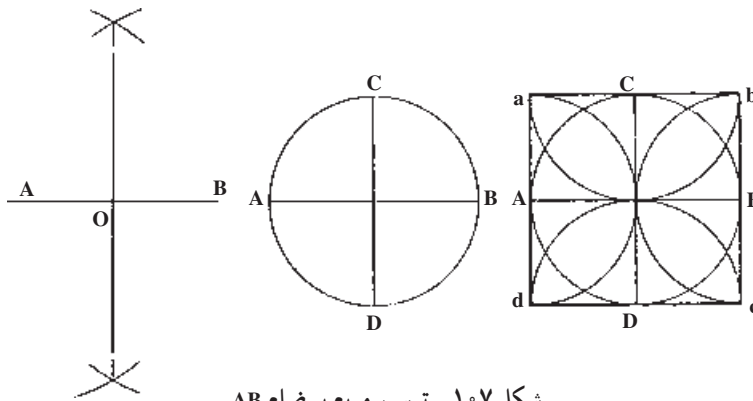
همان گونه که در قسمتهای قبل ذکر شد، گره‌ها می‌توانند براساس نقششان از دایره، مربع یا مثلث نشأت گرفته و به‌وجود آمده باشند. در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می‌کنیم:



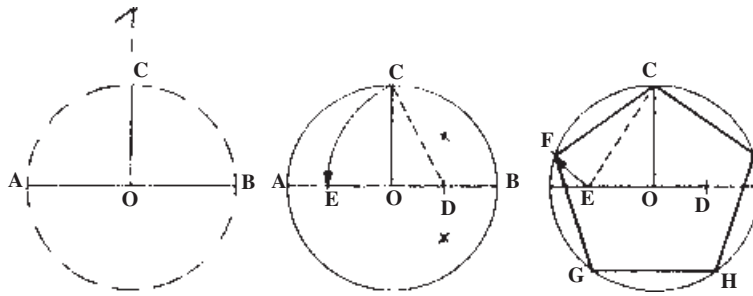
شکل ۱۰۶- ترسیم یک پنج ضلعی براساس ضلع داده شده AB



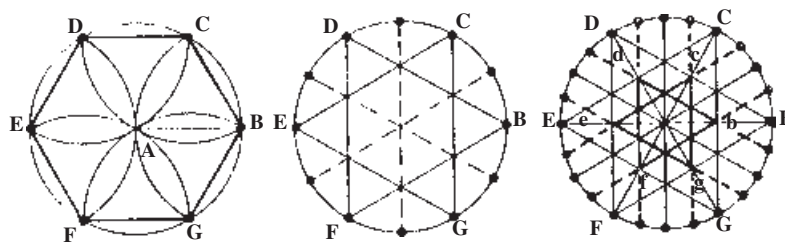
شکل ۱۰۵- به‌دست آوردن یک سه ضلعی منظم براساس ضلع AB



شکل ۱۰۷- ترسیم مربع بر ضلع AB

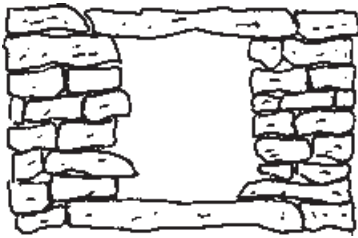


شکل ۱۰۸- ترسیم پنج ضلعی بر قطر AB



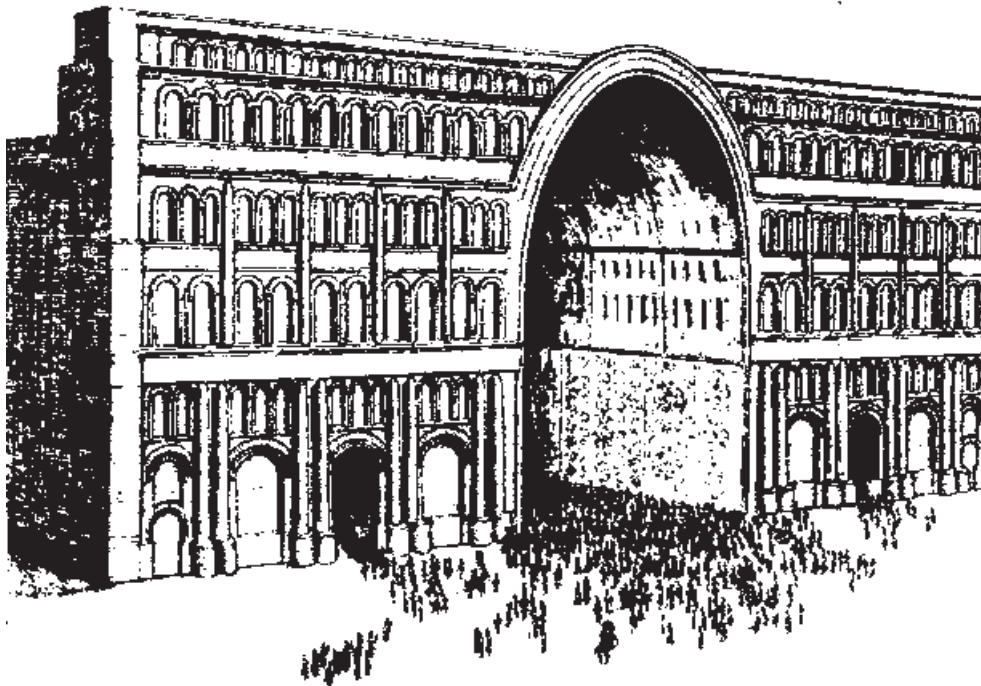
شکل ۱۰۹- ترسیم شش ضلعی بر شعاع AB

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



شکل ۱۱۰

طاق و قوس در معماری ایران — تاریخ پیدایش قوس انسانهای نخستین که در آغاز سرپناه ثابتی نداشتند، با پشت سر گذاشتن دوران صحراگردی و کوه نشینی، به غارنشینی روی آوردند و در این زمان بود که سرپناه در ابعادی محدود به وجود آمد. با توجه به شکل (۱۱۰)، ملاحظه می شود که این پوشش، اولین قوسی بوده است که انسانهای نخستین ساخته اند و ایستایی آن، فقط ناشی از پیوند قطعات سنگی است. با پیدایش نژادها و اقوام، آداب و رسوم، فرهنگ و در نتیجه هنر قومی به وجود آمد.



شکل ۱۱۱ — طاق کسری



شکل ۱۱۲ — طاق بستان



۱- قوسهای مدور و مشابه آن: این قوسها برای تحمل نیروهای فشاری و در بعضی موارد، به عنوان قوسهای تزئینی به کار می‌رود. اکثر قوسهای اولیه مدور، از این گروه بوده‌اند. از جمله کاخهای سیستان و طاق کسری.

۲- قوسهای تیز (شاخ‌بزی): این قوسها برای تحمل نیروهای فشاری، به خصوص در پوشش گنبدها به کار می‌رود. در بعضی موارد از قوس تیز، در کارهای تزئینی استفاده می‌شود.

معماران ایرانی که مقارن ظهور اسلام از هر جهت در هنر معماری پیشرفت کرده بودند، هنرهای وسیع خود را به خدمت اسلام گرفتند.

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

### تقسیم بندی قوسها

به طور کلی، قوسها به سه دسته تقسیم می‌شود:

۱- قوسهای مدور و مشابه آن ۲- قوسهای تیز (شاخ‌بزی)

۳- قوسهای تزئینی

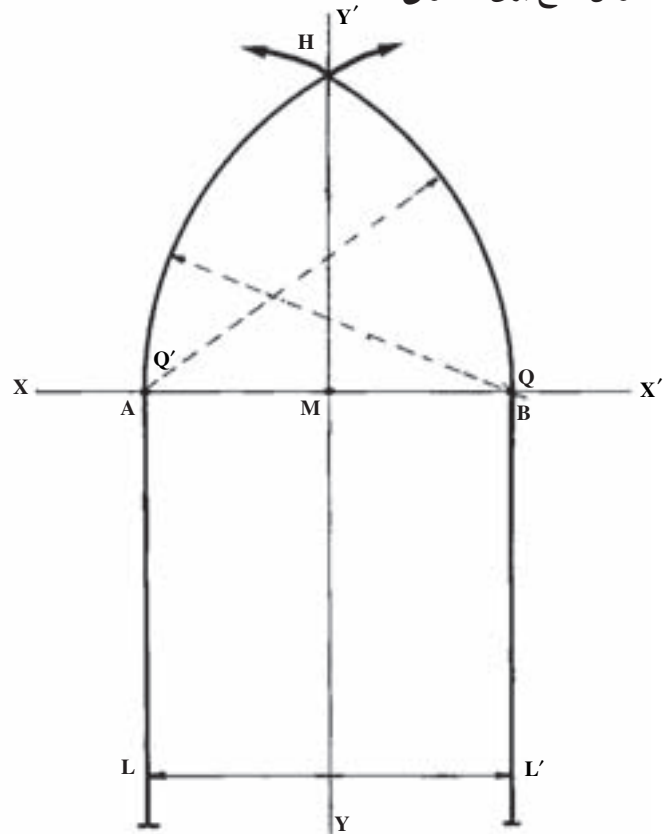


گنبد قبر آقا در تهران



هتل عباسی تهران

### قوس شاخ‌بزی معمولی



شکل ۱۱۳

طرز ترسیم:

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

۲- 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

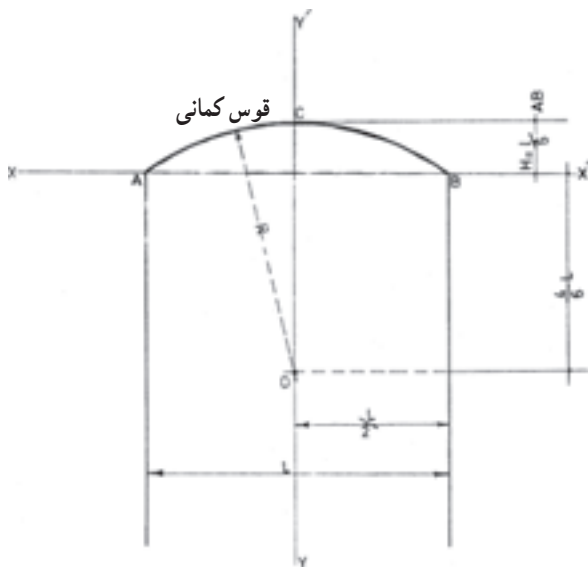


شکل ۱۱۴- طاق با قوس تخت ضلع شمالی کاخ گلستان

قوس کمانی

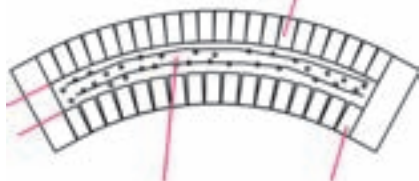


شکل ۱۱۵- نماسازی آجری در بناهای جدید



شکل ۱۱۶- پیاده کردن قوس روی زمین

### قوس مستقیم یک و دو آجرهای رویین قالب (کلوک)



آجرهای زیرین فضای خالی جهت قراردگی  
میلگرد و دوغابریزی  
شکل ۱۱۷- قالب برای ساختن قالب قوس هلالی



شکل ۱۱۸- بنای برج آزادی

برای ایجاد قوسها ابتدا باید قالبی برای آنها تهیه نمود. در این مبحث طرز ساختن قالب یک قوس به عنوان نمونه تشریح می شود.

### 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 می نماییم (شکل ۱۱۶).

۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی را به اندازه واقعی روی زمین «خط» می کنیم.

۲- ارتفاع خیز قوس را از نقطه O بر روی خط وسط نشانه مشخص کرده (نقطه C) و بعد نقطه جست قوس یعنی A را تعیین می کنیم و قوس را تا B ادامه می دهیم.

۳- برای یافتن نقطه قرارگیری سوزن پرگار ریسمانی، حلقه ای که به سر ریسمان زده ایم را حول میخ کوبیده شده در نقطه O می اندازیم و سر دیگر ریسمان را که به مداد وصل است را تا نقطه A ادامه می دهیم. خط کشی را از نقطه A با محوریت O آغاز کرده و تا نقطه B ادامه می دهیم. اکنون خط قوس را که نمای نهایی است داریم.

۴- برای مشخص کردن خط زیر قالب (قالب مخصوص آجرچینی دارای ضخامتی می باشد که روی آن مطابق با خط کشیده شده بالاست. ولی برای مشخص کردن خط زیر این قالب که باید زیر همان خط روی زمین ترسیم شود، باید ضخامت قالب را داشته باشیم) به اندازه ضخامت قالب از نقطه O پایین رفته و خط زیرین را در پایین خط اصلی قوس ترسیم می نماییم. اکنون ترسیمات پایان یافته و کار آماده قراردگی آجرها برای ساخت قالب و سپس قراردگی قالب بین دو ستون ساختمان می باشد تا عملیات آجرزنی شروع شود. ولی اکنون باید قالب را مطابق محاسبات تعیین شده روی خطوط ترسیم یافته، بسازیم.

۵- برای ساختن قالب گچی آجرهای لازم را همان گونه که باید روی کار اصلی چیده شوند در بالای قوس ترسیمی می چینیم (کلوک چینی) (شکل ۱۱۷). و همین کار را هم در پایین قوس انجام می دهیم. فاصله بین دو آجر طبق محاسبات باید به اندازه یک آجر میانی باشد. بین آجرها را با ملات آب بندی کرده و اقدام به ریختن گچ تا نیم ارتفاع می نماییم. سپس میل گردها را روی گچ ریخته شده قرار داده و بقیه دوغاب گچ را می ریزیم تا ارتفاع پر شود.

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

### روش ترسیم قوس مستقیم یک و دو

۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.

۲- مرکز  $O_1$  روی محور عمودی به فاصله  $\frac{1}{6}$  از محور افقی (AB) مشخص می شود.

۳- نقطه N روی محور افقی به فاصله  $\frac{1}{4}$  (AB) از ستونها تعیین و از این نقطه دو خط  $NM$  و  $NK$  به زاویه  $30^\circ$  و  $60^\circ$  نسبت به محور افقی خارج می شود.

۴- یک کمان از محور  $O_1$  به  $B$  ( $R_L$ ) و دیگری از  $O_2$  به  $K'$  ( $R_R$ ) کشیده شده و تا  $M'$  ادامه می یابد که در تقاطع  $30^\circ$  درجه و  $60^\circ$  درجه با هم برخورد کرده و یک قوس ترکیبی را به وجود می آورند.

۵- ارتفاع قوس روی محور عمودی به طول  $\frac{1}{4}$  دهانه (L) از نقطه  $O_1$  تا نقطه H معلوم می شود ( $\frac{L}{4}$ ).

۶- دو نقطه  $M'$  و H در یک امتداد مستقیم به هم وصل می شود.

۷- موارد ذکر شده برای ترسیم شانه دیگر قوس نیز به کار

می رود.

۳- قوسهای تزئینی: همان طور که از نام این دسته از قوسها برمی آید برای زینت دادن نماهای بناها به کار می رود. این قوسها به اشکال گوناگون ترسیم می شوند که قوس مستقیم یا تخت، از ساده ترین انواع آنهاست. از دیگر انواع این قوس می توان به قوس کمانی و قوس نیم دایره اشاره کرد.

### قوس نیم دایره

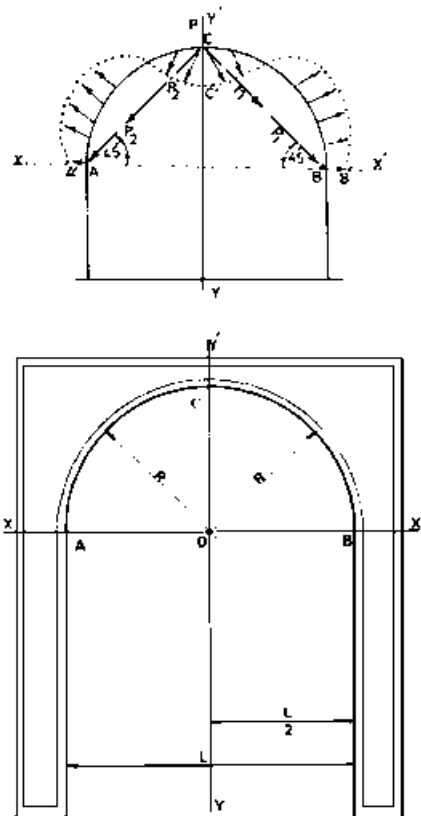
#### ترسیم قوس نیم دایره

۱- محور عمودی، به فاصله  $\frac{1}{4}$  دهانه از دو ستون ترسیم می گردد.

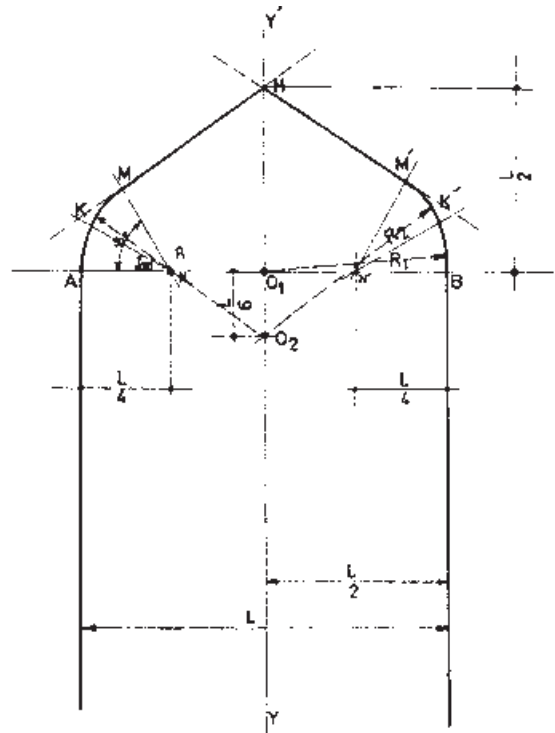
۲- محور افقی، عمود بر محور قائم رسم می شود.

۳- دو ستون از نقاط A و B به فاصله  $\frac{1}{4}$  دهانه از محور عمودی به موازات یکدیگر رسم می شود.

۴- از نقطه O مرکز تقاطع دو محور افقی و عمودی، به شعاع  $\bar{R}$  ( $\frac{1}{4}AB$ ) از نقطه A شروع و پس از عبور از نقطه C یعنی نقطه خیز، به ضلع مقابل ختم (B) و نیم دایره رسم می شود.



شکل ۱۲۰



شکل ۱۱۹





شکل ۱۲۱- عمارت چهلستون قزوین



شکل ۱۲۲- دروازه کوشک قزوین

قوس شاخ‌بزی تند

کناره ستونها انتخاب می‌شود.

۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم

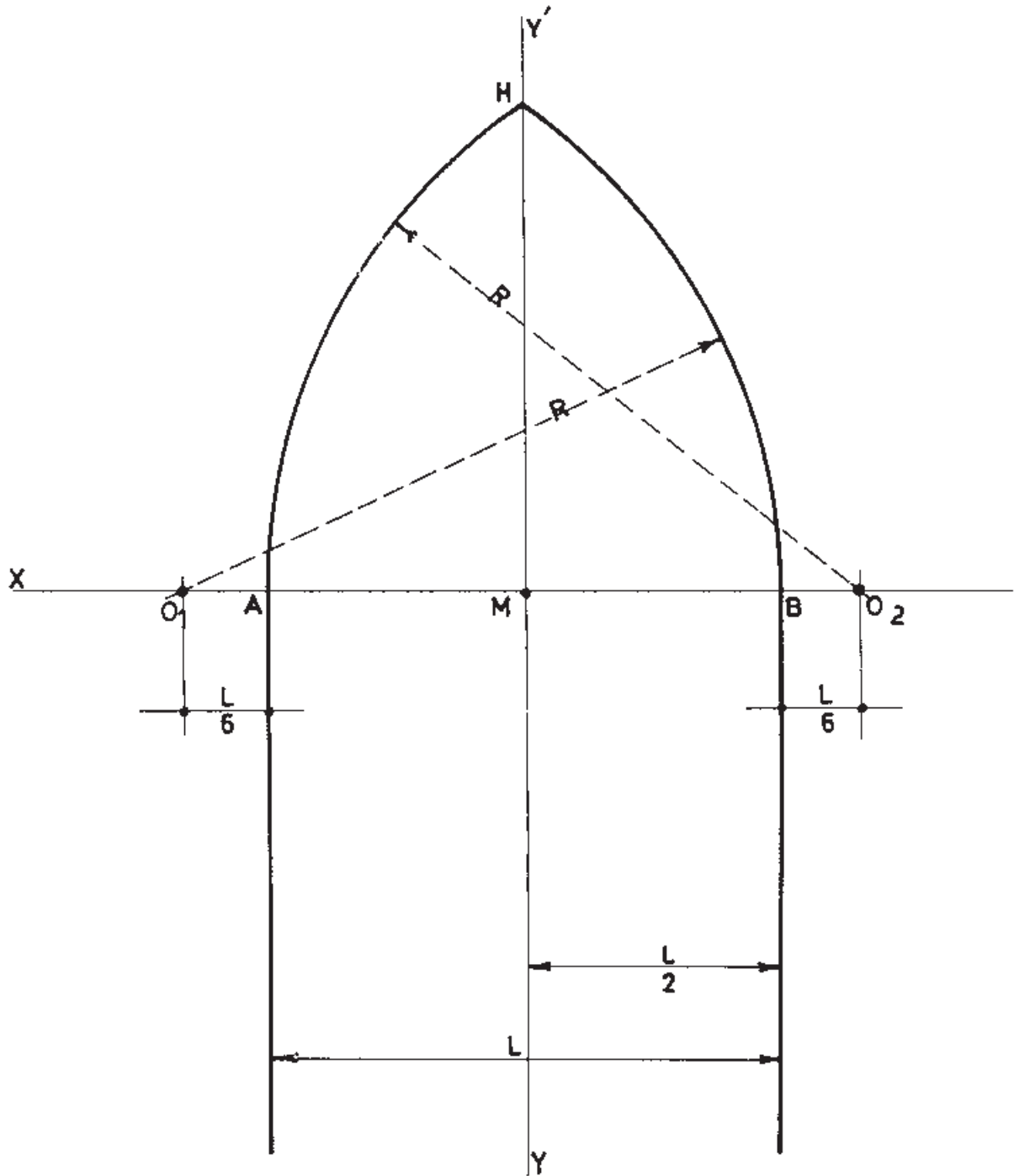
می‌شود.

۳- به شعاعهای  $O_1B$  و  $O_2A$  و به مراکز  $O_1$  و  $O_2$

قوسهایی رسم می‌شود که در نقطه  $H$  با محور عمودی تلاقی

می‌کنند و دو شاخه قوس را تشکیل می‌دهند.

۲- مراکز  $O_1$  و  $O_2$  روی محور افقی به فاصله  $\frac{L}{6}$  از



شکل ۱۲۳



شکل ۱۲۴- نمای کلیسای مریم در ارومیه

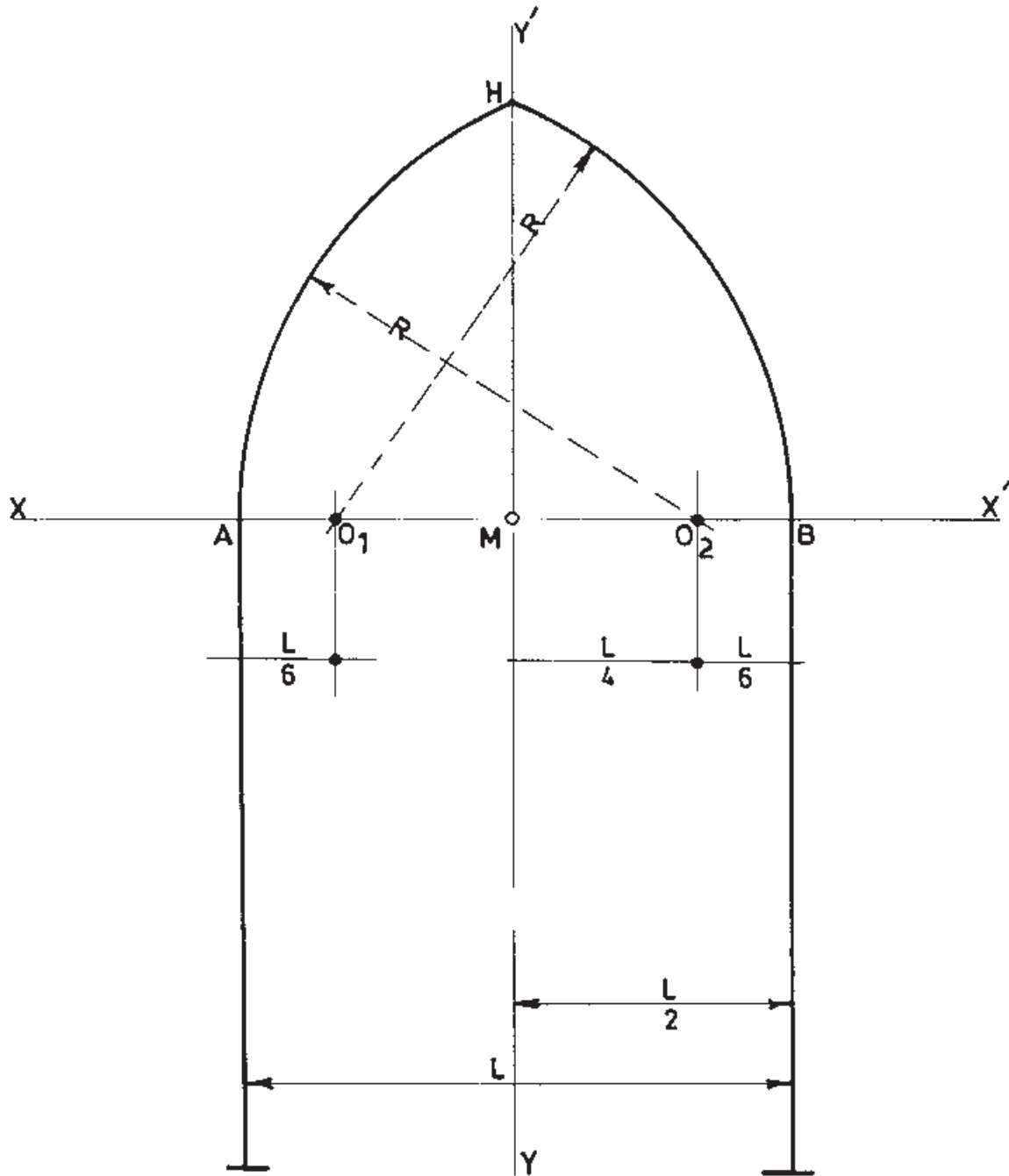


شکل ۱۲۵- نمای آجری در بناهای معاصر، بیوتات بانک بازرگانی سابق تهران

### قوس شاخ‌بزی کند

۱- پس از ترسیم دو ستون و رسم دو محور عمودی و افقی، دو مرکز  $O_1$  و  $O_2$  به فاصله  $\frac{1}{6}$  از هر ستون بر روی محور افقی مشخص می‌شود.

۲- به شعاع  $O_2A$  و مرکز  $O_1$  نیمه‌ای از کمان قوس تا محل تقاطع با محور عمودی (H) رسم می‌شود و نیمه دیگر کمان، به همین طریق به مرکز  $O_1$  رسم می‌شود.



شکل ۱۲۶





شکل ۱۲۷- امامزاده انار در یزد



شکل ۱۲۸- دور رسمی بندی در صنجره های طبقه زیرین مسجد آقا بزرگ کاشان

### قوس پنج و هفت تند

۴- به شعاع  $O_2A$  و مرکز  $O_2$  و  $O_3$  قسمتی از کمان

قوس رسم می‌شود تا خطوط  $O_2O_4$  و  $O_3O_4$  را به ترتیب در نقاط  $K$  و  $K'$  قطع کند.

۵- ادامه کمان قوس به مراکز  $O_1$  و  $O_4$  و شعاع  $O_1K'$

تا نقطه  $H$  محل تلاقی کمان با محور عمودی، رسم می‌شود.

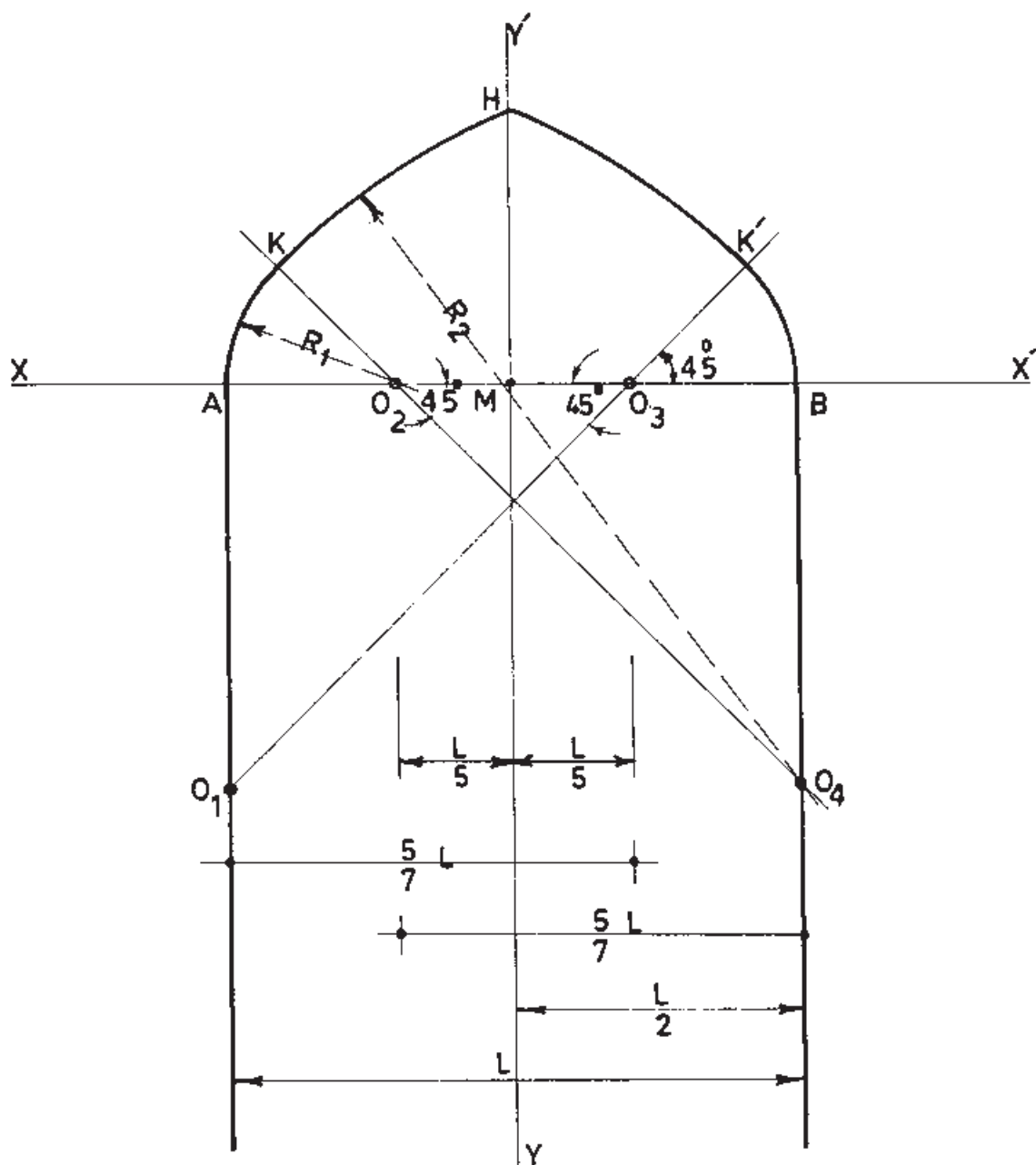
۱- محور عمودی و افقی و امتداد دو ستون رسم می‌شود.

۲- نقاط  $O_2$  و  $O_3$  روی محور افقی به فاصله  $\frac{1}{5}$  از

محور عمودی جدا می‌شود.

۳- خطوطی با زاویه  $45^\circ$  درجه از این دو نقطه رسم می‌شود

تا امتداد ستونها را در نقاط  $O_1$  و  $O_4$  قطع کند.



شکل ۱۲۹



شکل ۱۳۰- ایوان مسجد امام اصفهان



شکل ۱۳۱- ایوان اصلی مسجد میرچماق یزد



شکل ۱۳۲- ضلع جنوبی کاخ گلستان در تهران

### قوس پنج و هفت معمولی

۱- پس از رسم دو محور افقی و قائم، امتداد دو ستون

نیز ترسیم می‌شود.

۲- محور افقی در فاصله بین دو ستون به هفت واحد

مساوی تقسیم می‌شود و دو مرکز  $O_2$  و  $O_3$  به فاصله دو واحد از هر ستون روی آن مشخص می‌گردد.

۳- از نقاط A و B، محل تقاطع محور افقی با ستونها،

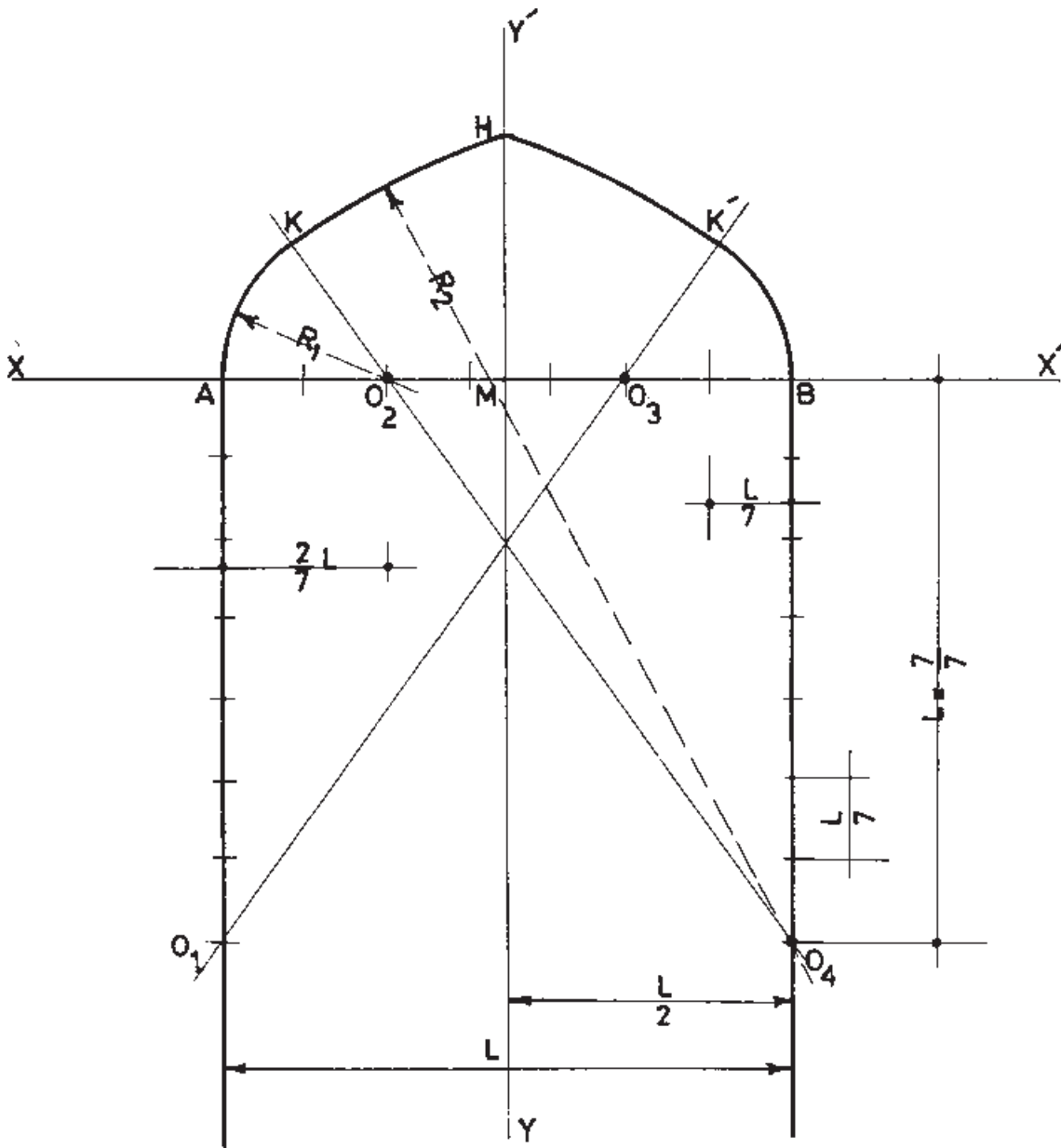
دو نقطه به فاصله دهنه (AB) روی ستونها انتخاب می‌شود تا نقاط  $O_1$  و  $O_4$  به دست آید.

۴- به شعاع  $O_2A$  و مراکز  $O_2$  و  $O_3$  دو کمان ترسیم

می‌شود تا امتداد خطوط  $O_2O_3$  و  $O_3O_2$  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 ۱۳۵- بازار پشت مدرسه چهارباغ در اصفهان



شکل ۱۳۴- ایوان معصومه مسجد چخماق در یزد



شکل ۱۳۶- مدرسه ابراهیم خان در کرمان

### قوس پنج و هفت کند

۱- دو محور افقی و عمودی و امتداد ستونها رسم می شود.

۲- محور افقی به هفت واحد مساوی تقسیم می شود و مراکز  $O_1$  و  $O_2$  به فاصله  $\frac{1}{7}$  از امتداد دو ستون روی محور مشخص می گردد.

۳- از نقاط  $O_1$  و  $O_2$ ، دو خط کمکی تحت زاویه  $45^\circ$  نسبت به محور افقی رسم می شود تا محور عمودی را در نقطه  $O_3$  قطع کند.

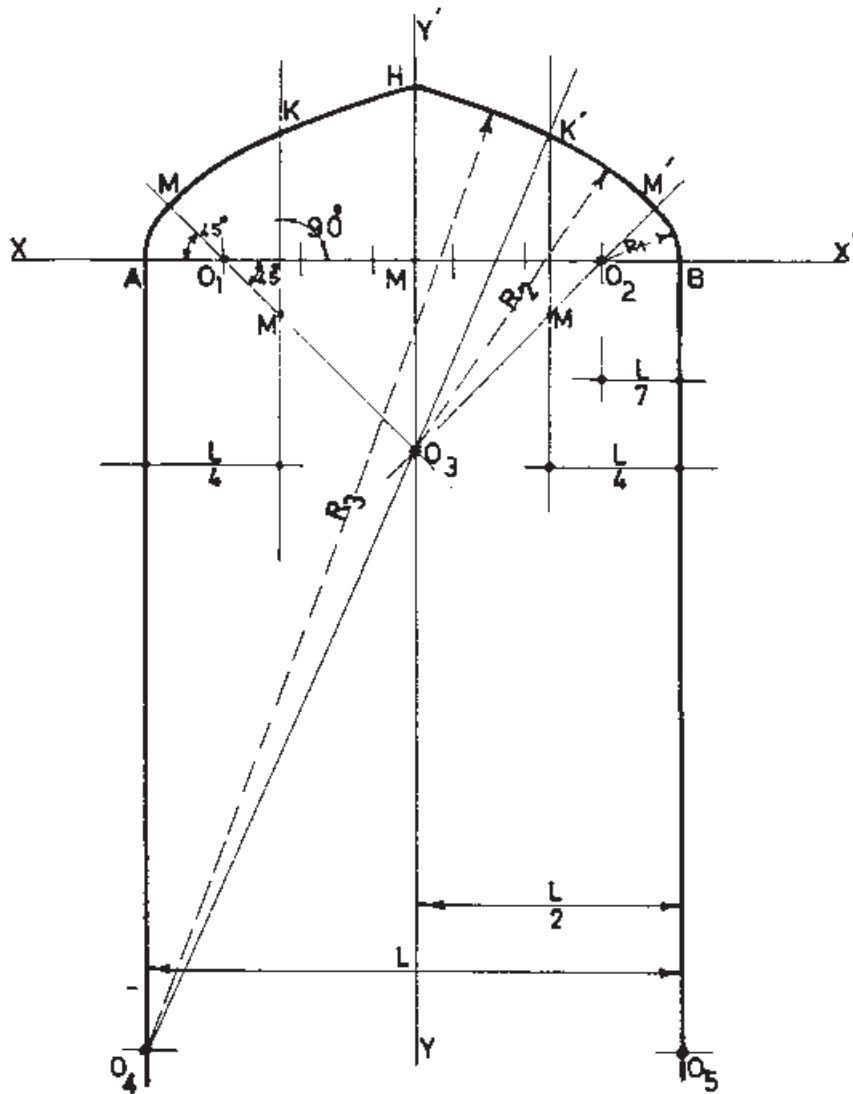
۴- به فاصله  $\frac{1}{4}$  از امتداد دو ستون، خطی کمکی، قائم

بر محور افقی، رسم می گردد.

۵- 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  $O_1O_2$  و  $O_2O_3$  زده می شود.

۶- به شعاع  $O_2M$  و مرکز  $O_2$  قسمت بعدی قوس از نقاط  $M$  و  $M'$  تا  $K$  و  $K'$  محل تقاطع با خطوط قائم رسم می شود.

۷- به مرکز  $O_3$  و  $O_4$  (محل تقاطع خطوط  $K'O_3$  و  $KO_3$ ) و شعاع  $O_3K'$  قسمت سوم کمان قوس از  $K$  تا  $H$  زده می شود.



شکل ۱۳۷



شکل ۱۳۸- بازار وکیل کرمان



شکل ۱۳۹- شبستان مسجد امام اصفهان



شکل ۱۴۰- صفه شاگرد مسجد جامع اصفهان



شکل ۱۴۱- عمارت کاخ هشت بهشت در اصفهان

قوس پنج و هفت تند - ترسیم به روش دیگر

۱- محورهای عمودی و افقی و امتداد دو ستون ترسیم

می شود.

۲- طول  $NN'$  روی محور عمودی به اندازه  $\frac{L}{4} AB$

استخراج می شود.

۳- به شعاع  $N'A$  و مراکز  $B$  و  $A$  دو قوس زده می شود

تا محور افقی در نقاط  $O_3$  و  $O_4$  و امتداد ستونها در  $O_1$  و  $O_2$

قطع گردد.

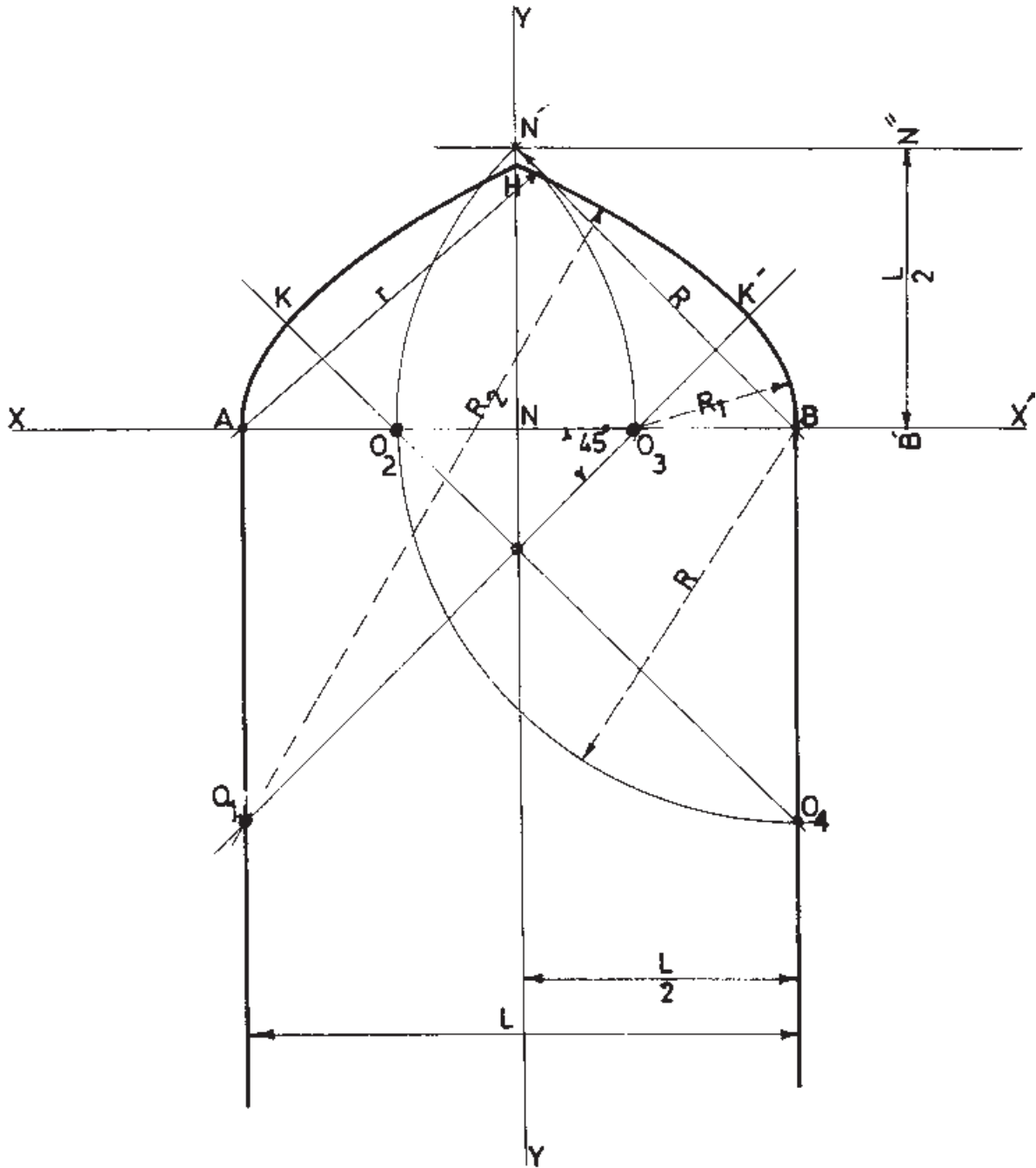
۴- نقاط  $O_2$  به  $O_4$  و  $O_3$  به  $O_1$  وصل می شود.

۵- به مرکز  $O_2$  و  $O_3$  و شعاع  $O_2A$  کمانی رسم می شود

تا امتداد خطوط  $O_2O_3$  و  $O_1O_2$  در  $K$  و  $K'$  قطع گردد.

به شعاع  $O_1K'$  و مراکز  $O_1$  و  $O_2$  ادامه کمان تا محل تقاطع

محور عمودی رسم می شود.



شکل ۱۴۲





شکل ۱۴۳- بازار وکیل شیراز



شکل ۱۴۴- شبستان مسجد امام اصفهان



شکل ۱۴۵- سرای والی در کاشان

### تمرین

شده است نام ببرید. (برای این کار می‌توانید از مجموعه کتابهای معماری ایرانی کمک بگیرید.)  
 ۳- 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.

۱- با راهنمایی دبیر خود، شیوه ترسیم انواع قوس پنج و هفت را بررسی کنید و یکی از انواع این قوس را در کاغذ رسم (کالک) ترسیم نمایید.  
 ۲- یکی از انواع قوس شاخ‌بزی را ترسیم نموده، سعی کنید چند بنای معروف را که از این قوس در ساخت آن استفاده

## 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.

علاوه بر مطالبی که گفته شد از جنبه نمادین رنگ در نقشمایه‌های سنتی مورد استفاده در معماری نیز نباید غافل ماند. زیبایی خیره‌کننده رنگ فیروزه‌ای مورد استفاده در گلدسته‌ها و گنبد‌های مساجد، امروزه نمونه‌ای منحصر به فرد برای معماری سنتی ایران محسوب می‌گردد تا جایی که

جهانیان نام آبی محمدی را با معماری مساجد ایرانی عین می‌دانند.

با مشاهده یک بنای تاریخی در خواهید یافت که در عین کثرت و تنوع نقوش و رنگها، در مجموعه بنا نوعی پیوستگی و همسانی به چشم می‌خورد؛ به گونه‌ای که هیچ احساس جدایی و تعدد اشکال و مکانها را در بیننده بر نمی‌انگیزد 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 مؤثری در تکامل آثار هنری داشته است. تأثیراتی که رنگ می‌تواند در نقش ایجاد کند همانا تکمیل فرم و شکل نقوش است به گونه‌ای که مجموعه فرم و رنگ، تصویر واحدی را به دست دهد و دارای خصوصیات مختلف یک اثر هنری باشد.



شکل ۱۴۷- گنبد آرامگاه عطار نیشابوری



شکل ۱۴۶- گلدسته حرم مطهر حضرت معصومه (س)

## ساخت ماکت از بناهای مدرن

معماران در نیمه دوم سده بیستم، توانسته‌اند مفاهیم تازه‌ای از فضا را از طریق روشهای جدید ساختمانی یا روشهای قدیمی و اغلب با استفاده از بتن مسلح 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 به طرز 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.

### خصوصیات معماری مدرن

۱- تقلیل عناصر معماری و رفتن به سوی فرمهای ساده و

فرار از تزئینات و فرمهای بدون کارکرد.

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

۳- 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)

۴- استفاده از پلان و نمای آزاد و نامتقارن.

۵- استفاده 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.

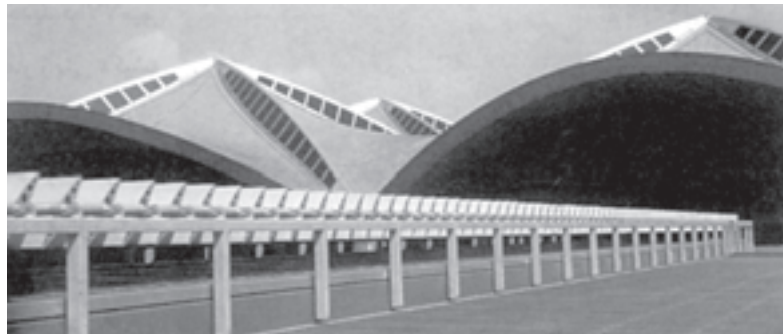


شکل ۱۴۸- در طرح طاق لادفانس پاریس، دستاوردهای تکنولوژی ساختمان در عصر مدرن به نمایش گذاشته شده است. (سال ساخت ۸۹-۱۹۸۲)

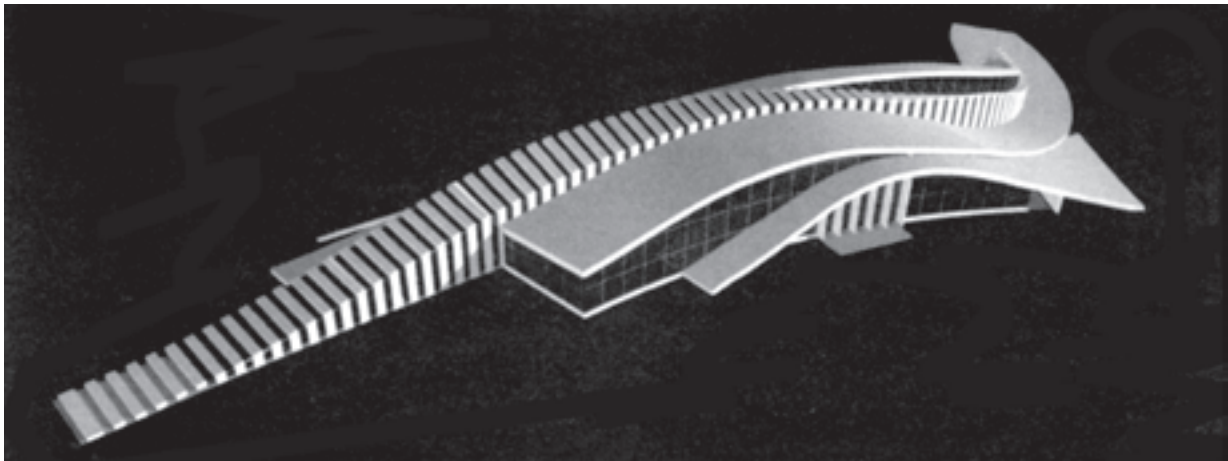




شکل ۱۴۹- برج دوقلوی پتروناس در مالزی



شکل ۱۵۰- تصویر بنای فرودگاه بین‌المللی کوالالامپور

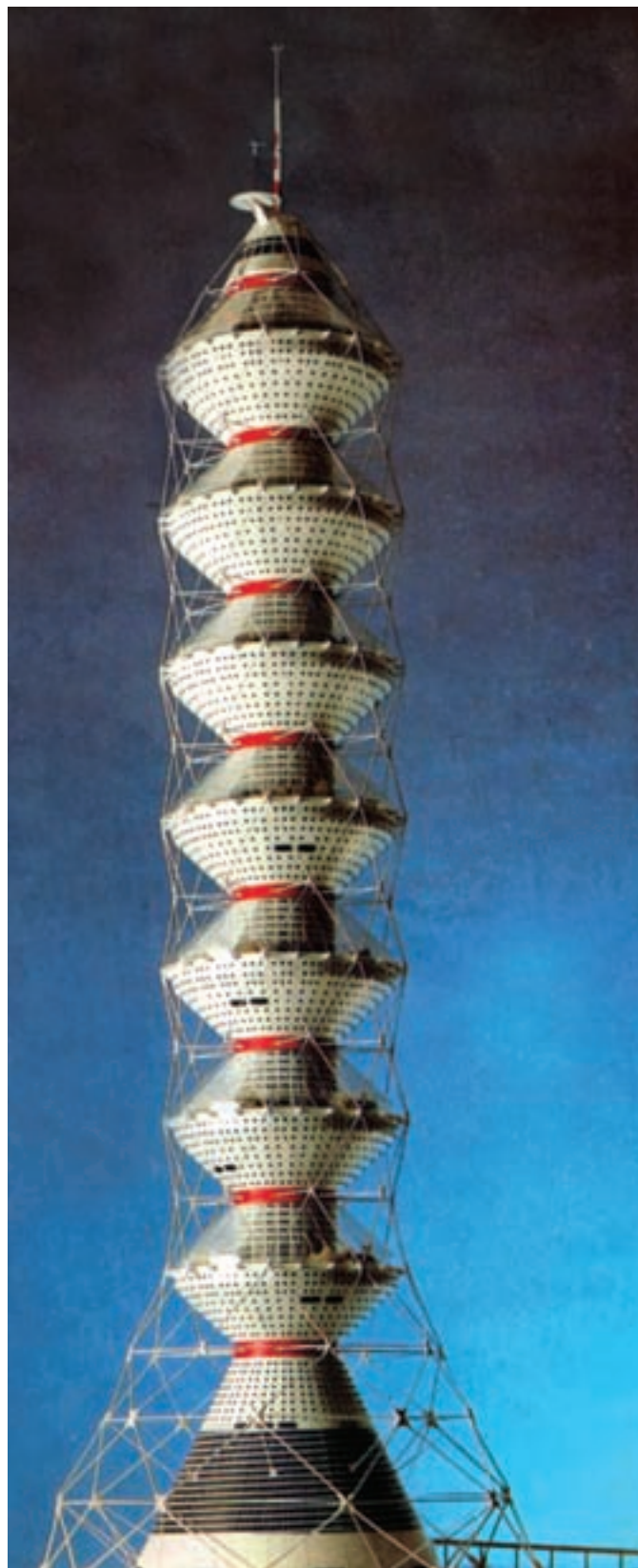


شکل ۱۵۱- تصویر ساخته شده از یک بنای مدرن





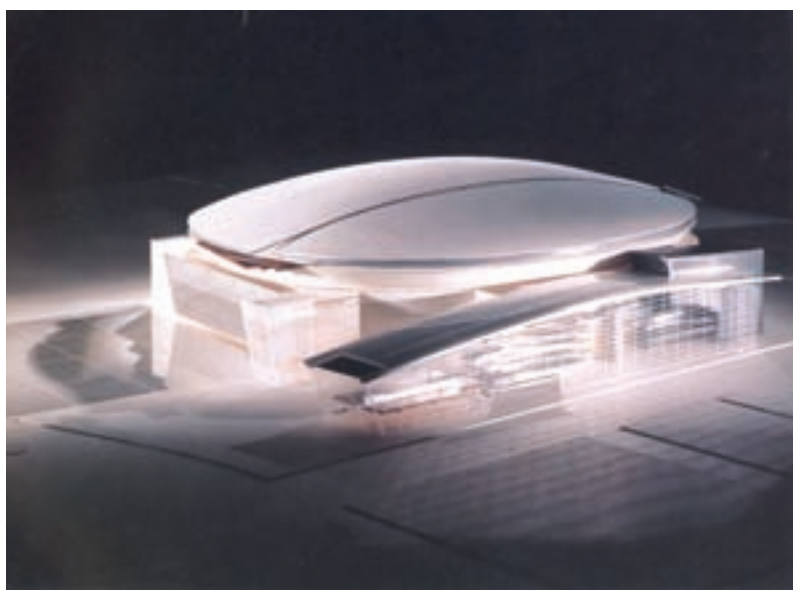
شکل ۱۵۳- ماکت انستیتو هنرهای معاصر لندن



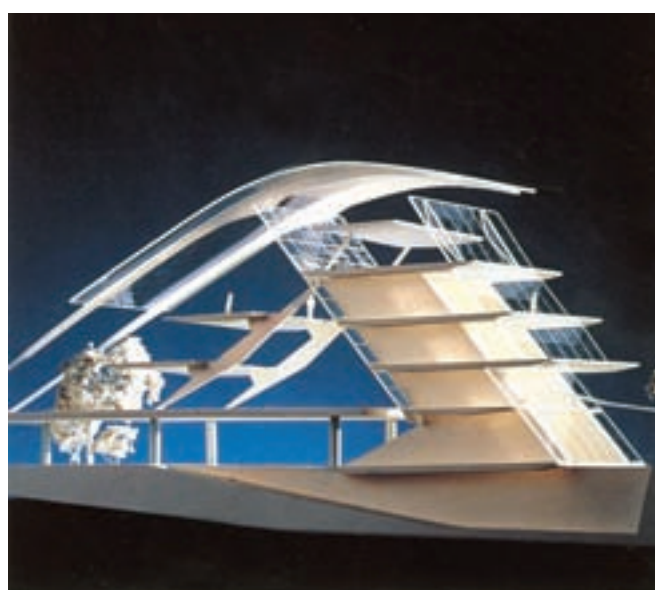
شکل ۱۵۲- ماکت برج همزیستی



شکل ۱۵۴- ماکت فضایی مسکونی - تجاری برای آینده



شکل ۱۵۶- ماکت فضاهای مدرن - ساخته شده از ورقهای P.V.C - پلکسی گلس و مواد دیگر



شکل ۱۵۵- ماکت فضایی با چشم انداز باز





شکل ۱۵۷- ساختمانی با سازه‌های متفاوت، ریتمیک و جاذب



شکل ۱۵۸- 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 - محوطه‌هایی که محدود به ساختمانها هستند؛ مانند حیاطها

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

ج - 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، به برخی مطالب درباره محوطه‌ها، به شکل کلی 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 ریزافت با رنگ آمیزی مناسب.

● ساخت محوطه‌های شنی و ماسه‌ای: با استفاده از دانه‌های ماسه که به وسیله چسب به سطح می‌چسبند.

● ساخت پستی و بلندیهای مشخص: با استفاده از ورقه‌های چوب پنبه‌ای 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.

## ارائه ماکت (پرزانته کردن Presentation)

یکی از مهمترین بخشهای کار ماکت‌سازی، نحوه 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 نتیجه بهتر

● عکاسی به شیوه هالوگرام برای دستیابی به حجمی بسیار ملموس و شبیه به واقع

● استفاده از سرهم‌بندیهای تصویری برای ایجاد جلوه مناسب

● فیلمبرداری

● نور پردازی ماکت مستقر بر روی شاسی (در زمانی که

نیاز است خود ماکت ارائه شود.)

● نمایش ویژگیهای ماکت با استفاده از سه بعد نمایی (شکل

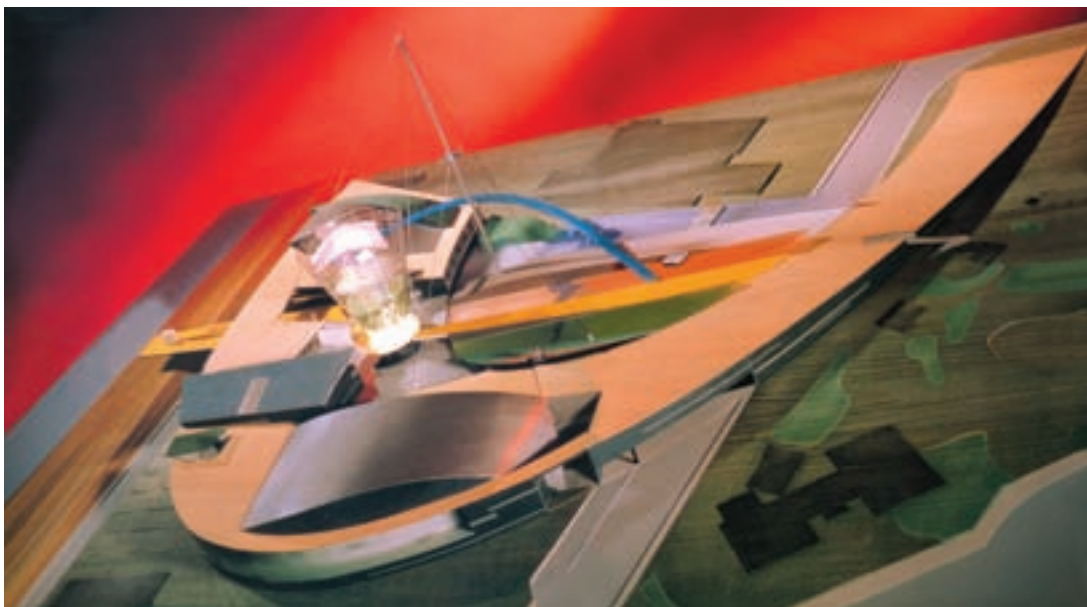
۱۶۰)

\* 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.

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



شکل ۱۵۹- ماکت ساختمانهای اصلی و محوطه‌های اطراف آن

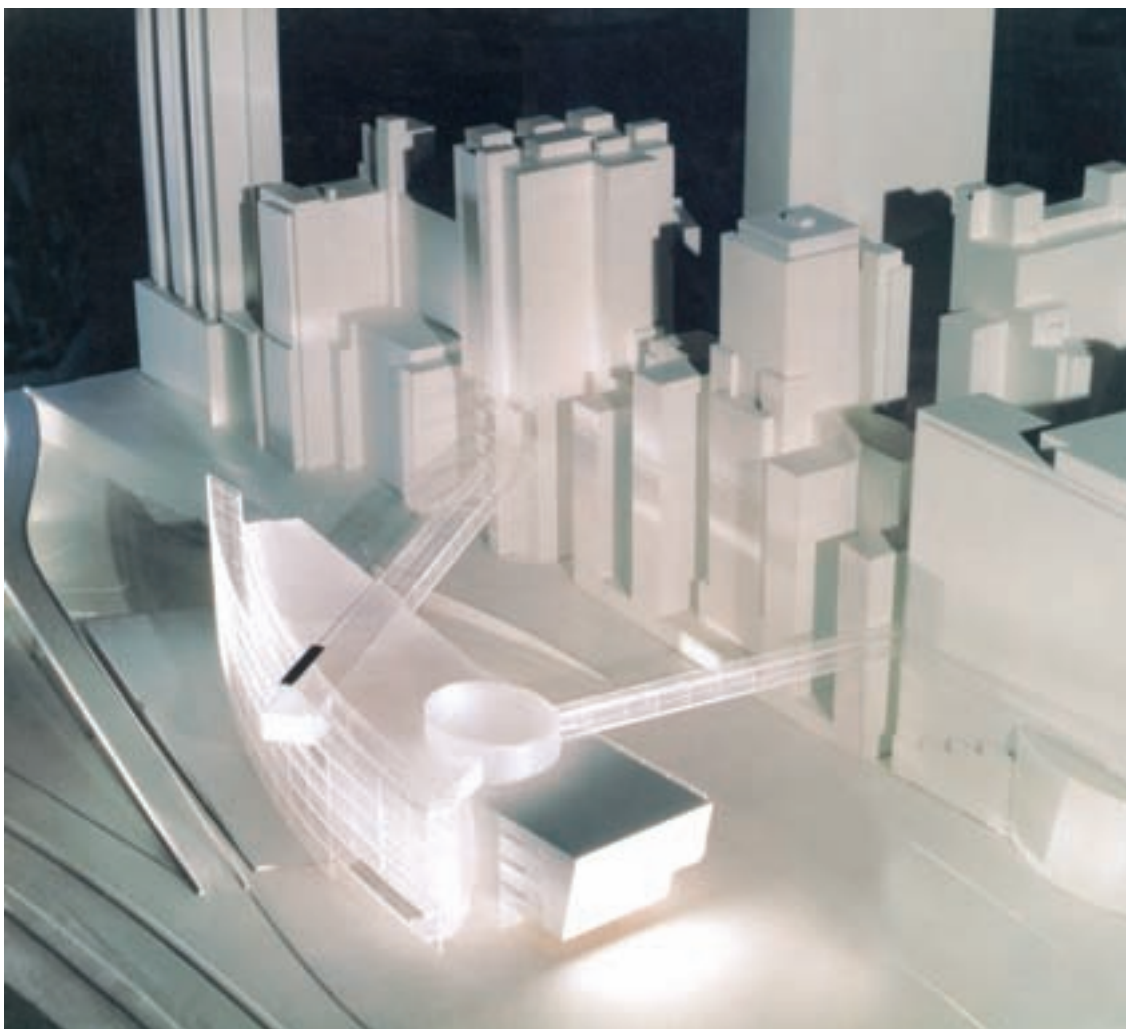




شکل ۱۶۰- نمایش ویژگیهای ماکت با استفاده از سه بعد نمایی



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

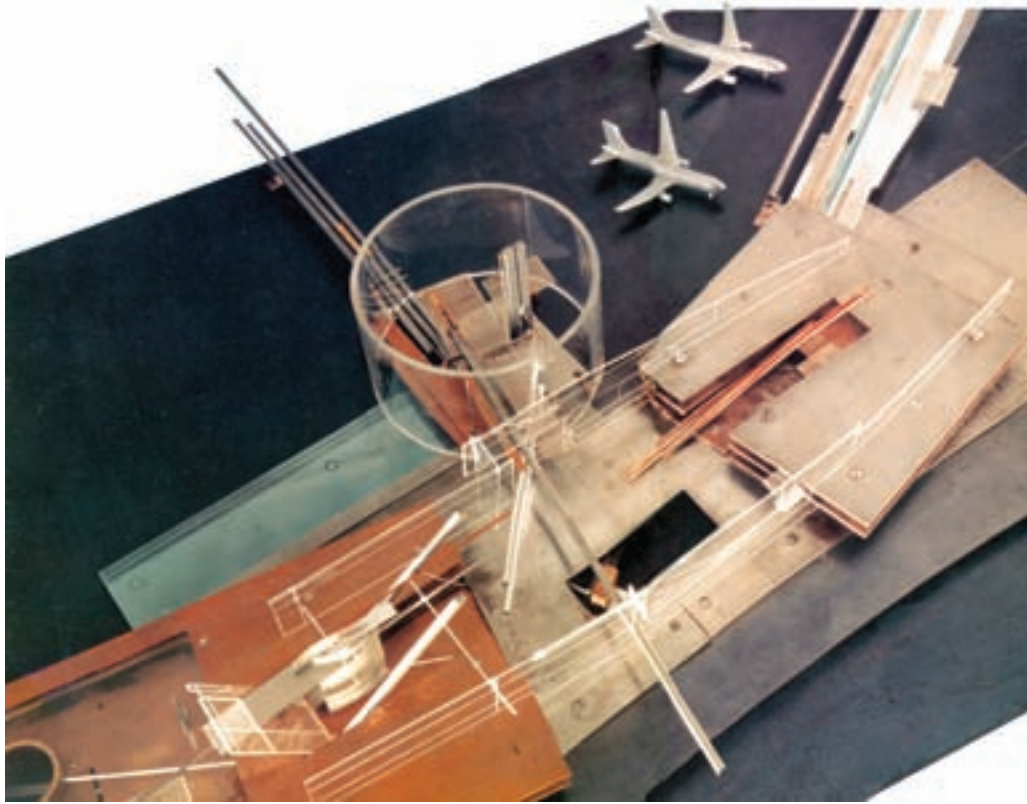


شکل ۱۶۲- محوطه‌هایی که جزء فضای اصلی محسوب می‌گردند (محوطه و ساختمانهای مربوط جانبی).



شکل ۱۶۳- محوطه‌هایی که جزء فضای اصلی هستند (فرودگاه).





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



شکل ۱۶۶- محوطه درخت کاری با استفاده از اجزای حاضر در فروشگاههای ماکت (قرارگیری در فضای طبیعی آسمان)



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

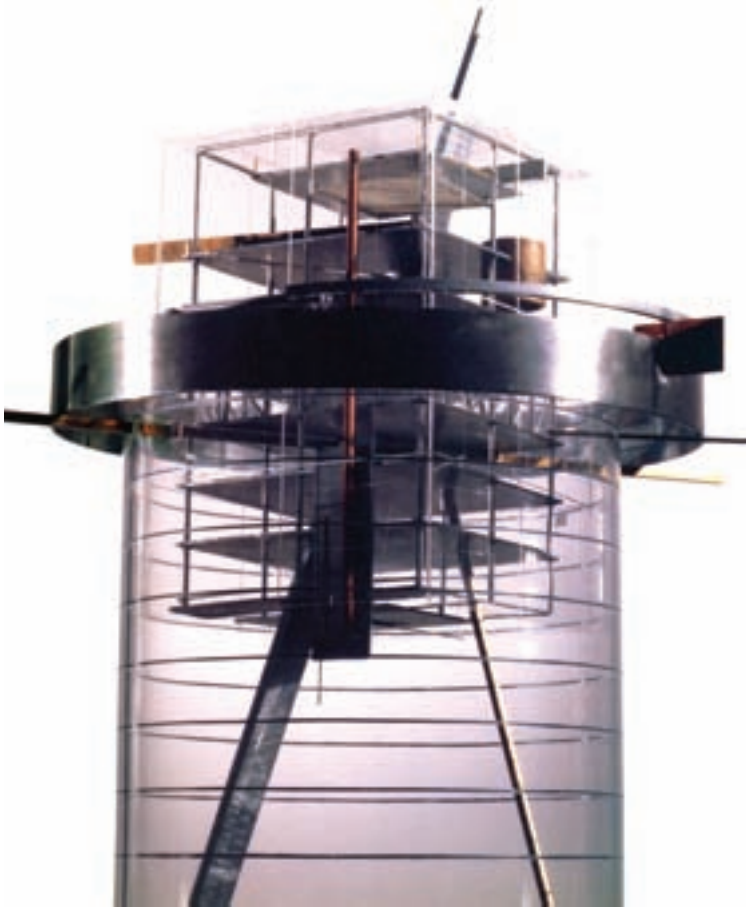


شکل ۱۶۷- گل و گیاه محوطه و فضاهای محدود به آن (فضای پشت تاریک و خنثی)



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





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



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



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



شکل ۱۷۲- نمای جلویی (نوع ارائه صرفاً پرزانتته 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.
- ۶\_ **نقشهای هندسی در هنر اسلامی**، عصام السعيد و عاشيه پارمان (ترجمه مسعود رجب‌نیا)، انتشارات صدا و سیما، ۱۳۶۳.
- ۷\_ **طاق و قوس در معماری ایران**، حسین زمرشیدی، مؤسسه کیهان، ۱۳۶۷.
- ۸\_ **طرح و اجرای نقش در کاشیکاری ایران**، تحقیق و تألیف محمود ماهرالنقش، انتشارات موزه رضا عباسی، ۱۳۶۱.
- ۹\_ **حجم‌سازی**، جان لانکاستر (ترجمه عادل ارشقی) کتابهای شکوفه، انتشارات امیرکبیر، چاپ سپهر، ۱۳۷۱.
- ۱۰\_ **فصلنامه معماری و فرهنگ شماره هفتم**.
- ۱۱\_ **کتاب هندسه (۱) نظری (رشته‌های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک)**.
- ۱۲\_ **کاشیکاری ایران**، محمود ماهرالنقش.
- ۱۳\_ **کاشیکاری ایران**، حسین زمرشیدی.
- ۱۴\_ **معماری ایران**، محمدیوسف کیانی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۶۶.
- ۱۵\_ **مجموعه‌ای از کتابهای آموزشی کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان**.
- ۱۶\_ **شیوه‌های معماری ایران**، تألیف استاد محمدکریم پیرنیا، تدوین مهندس غلامحسین معاریان، انتشارات چاپ و نشر بنیاد ۱۳۶۹.
- ۱۷\_ **نومدرنها کجایند؟ مهندسین مشاور محمدرضا جودت و همکاران ناشر دفتر نشر معانی**، ۱۳۷۳.
- ۱۸\_ **طرحهای هندسی اسلامی (هنر گره‌سازی)** ج. بورگوان ناشر کارگاه هنر چاپ طوفان، ۱۳۶۹.
- ۱۹\_ **هنرهای سنتی ایران**، منبت‌کاری، تألیف محمد ستاری، شکوفه امیرکبیر، ۱۳۶۸.

