

### 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 تزینات 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 P.V.C

بعد به سه بعد تبدیل می‌شود. از این‌رو، 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 به‌صورت 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<sup>۱</sup>، 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.

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 اتودهای 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

به نقاط ضعف و قوت طرح پی برد و در صدد رفع معایب آن، برآمد. ماکت‌سازی، یک هنر مستقل است که برای تجسم سه بعدی نقشه‌های ترسیم شده صنعتی و ساختمانی کاربرد دارد. چون تصور و تجسم دو بعدی را کاملاً سه بعدی 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 منحصرأً 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.



شکل ۲- فردی در حال ساخت یک ماکت

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 درآمد 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

را راهنمایی کرده و بداند 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 بازبینی نمایند. اما برای اشخاصی که از نقشه‌های فنی اطلاعات کافی ندارند، ماکت، راهنمای بسیار خوبی است زیرا

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.

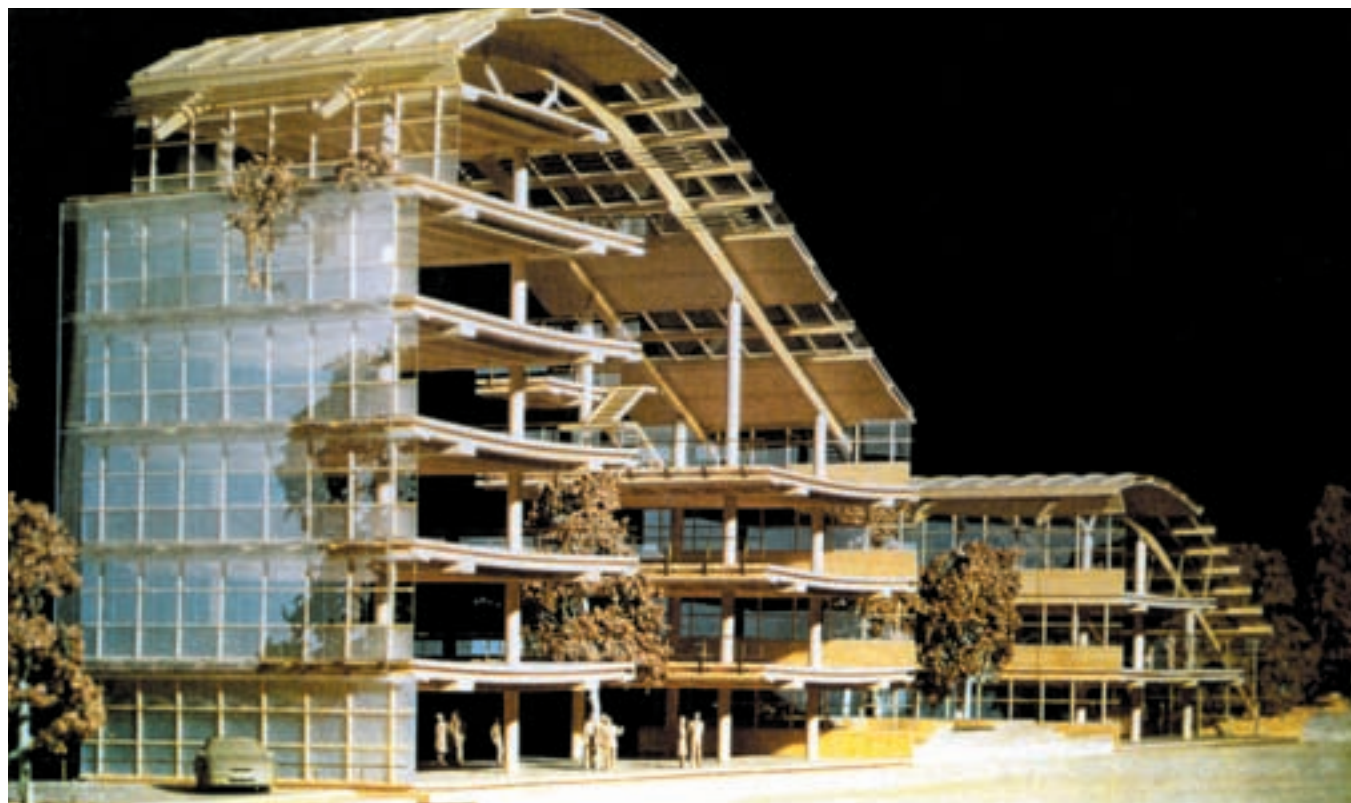
۱- قبل از شروع پروژه: برای آشنایی با بخشهای مختلف پروژه و کمک به مجریان طرح

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 رفع اشتباهات نمی‌شود. حتی ماکت باعث سرعت کار و بهبود طرح می‌گردد. در برخی موارد، نیاز است که تنها بخشهایی از کار یا مقاطعی از آن مثلاً به شکل یک جزء ماکت ساخته شود تا تجسم آن ساده شده و بتوان بر روی آن تصمیمات لازمه را اتخاذ کرد که نیاز به این نوع ماکت‌سازی برای مهندسان بسیار مهم و حایز 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

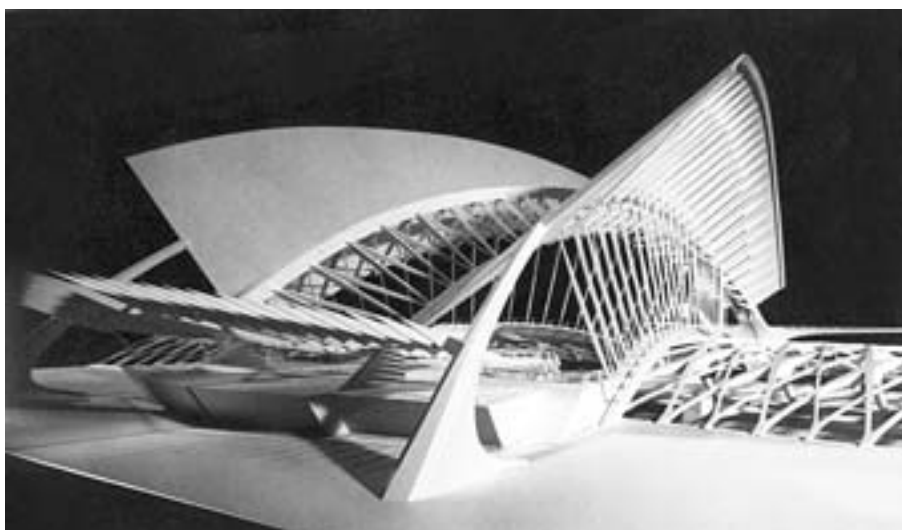


استنباط است. از عکسهای مختلف می توان در بعضی از پروژه ها به جای نما و پرسپکتیو<sup>۱</sup> استفاده کرد.

### 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 می کنیم :



شکل ۸ — جنس ماکت از ورقهای P.V.C



شکل ۷ — ماکت ایستگاه اتوبوس

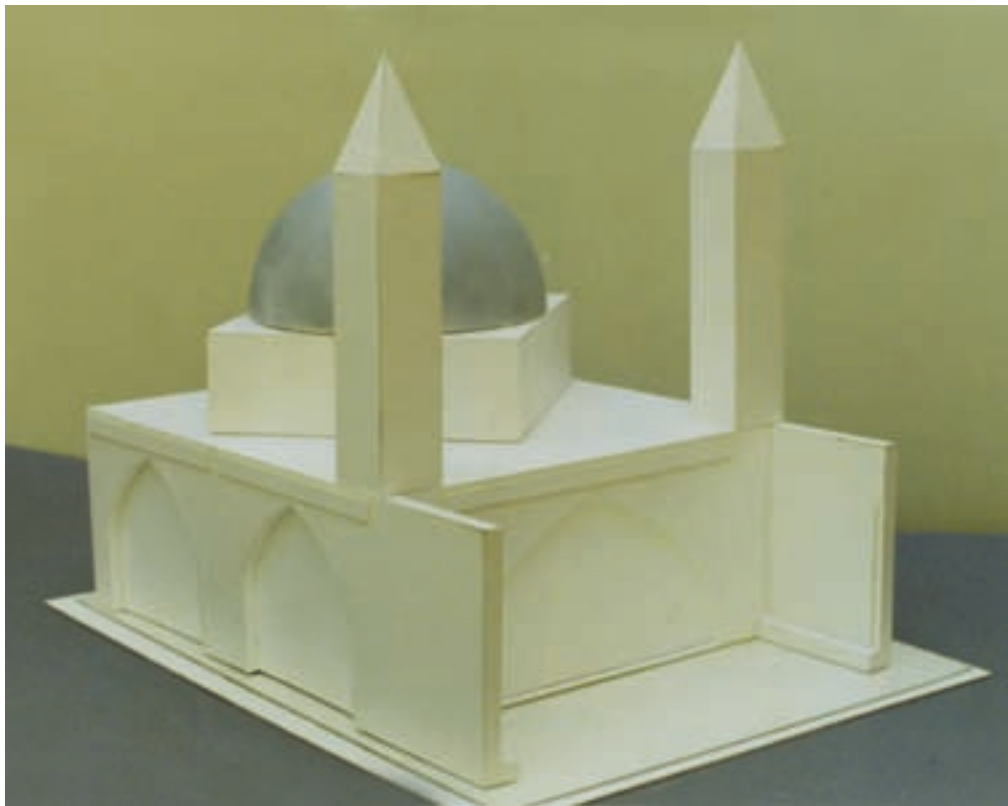


شکل ۹ — نمای پشت

**ماکت اتود:** غالب طراحان، به خصوص، 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 تناسبات است. در ماکت اتود، لازم نیست که تمام طرح ساخته شود، بلکه فقط قسمتی از طرح که در دست بررسی و مطالعه است ساخته می‌شود و یا در صورت ساخت کلیه بخشها، تنها پیکره اصلی ساخته می‌شود و عناصر فرعی کار نمی‌شوند.

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.



شکل ۱۰- 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> صُلب<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 دربر گیرند.

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

اما 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 بزرگ کننده 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.)

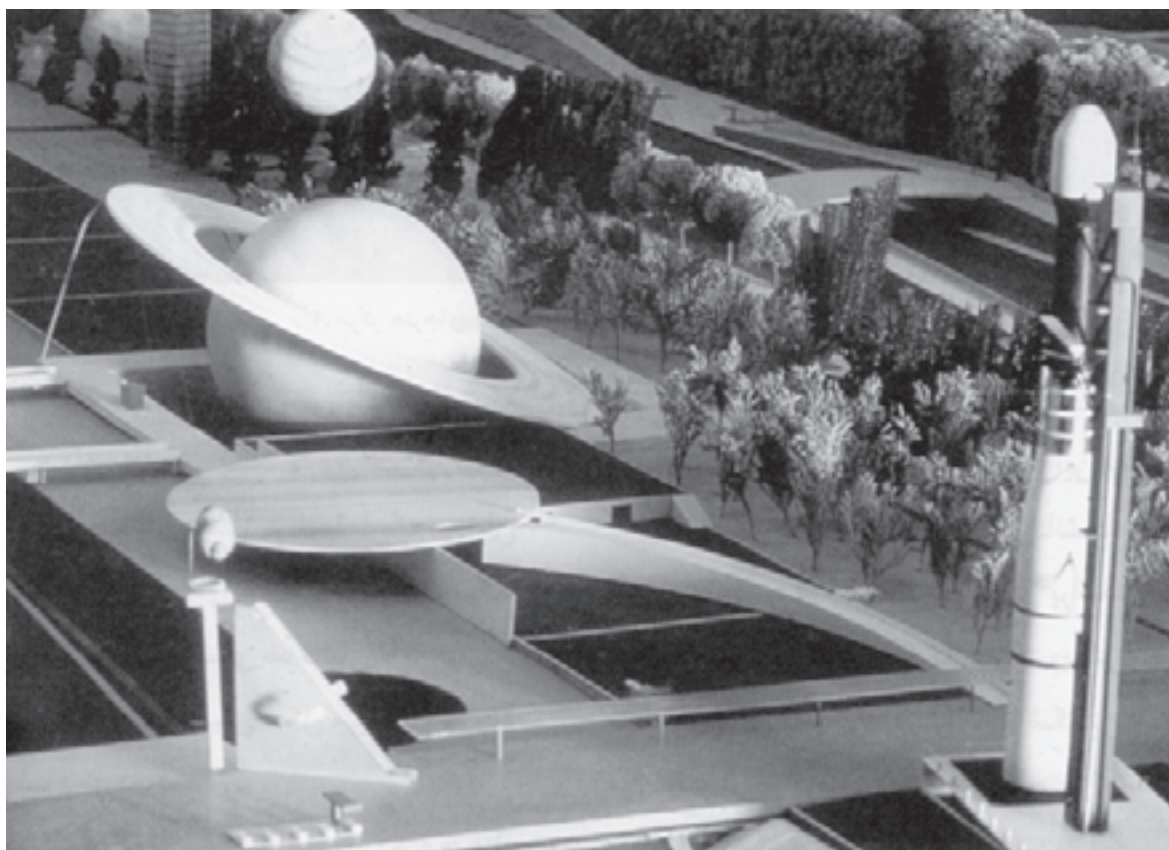
۲- صُلب: سخت و ارتجاع ناپذیر

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 اپک  
ز - محوطه‌ای مانند حیاط، پارکینگ و بخشهای جانبی  
یک ساختمان

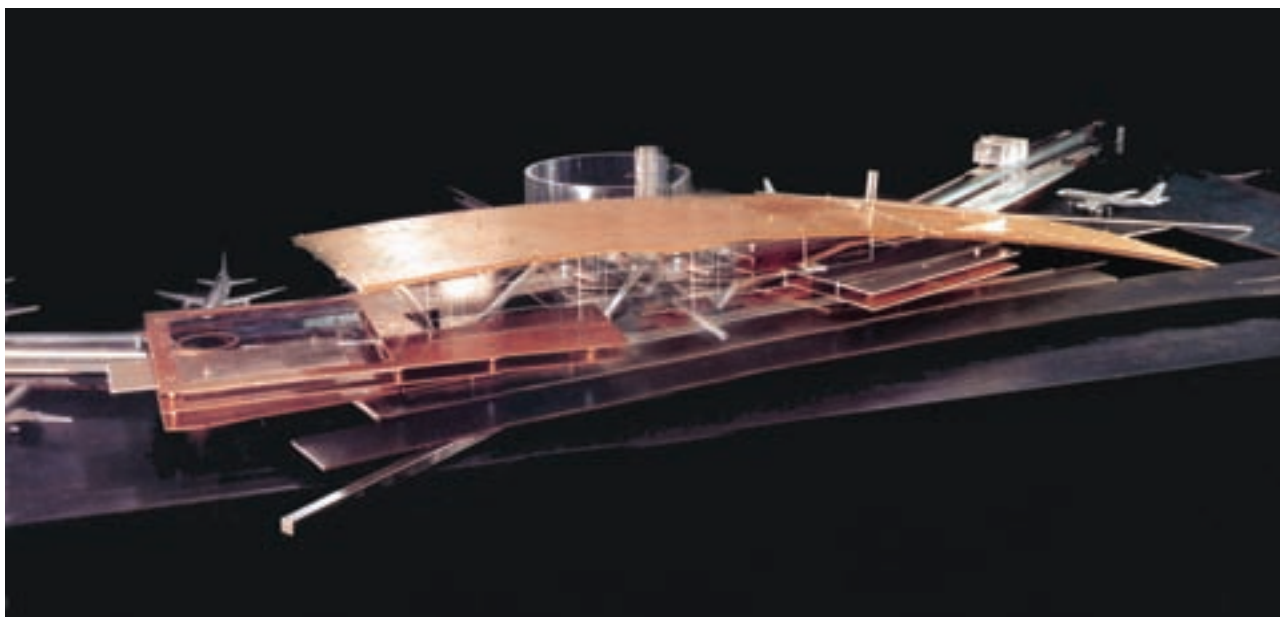
د - ساختمانهای غیرمسطح هندسی مثل منازل یا اماکن  
دیگر مثلاً کره‌ای شکل  
ه - ساختمانهای غیرهندسی با سطوح هندسی و  
غیرهندسی مشخص (که کمتر دیده می‌شود)



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 می توانیم استفاده نماییم. برای منازل با الوارهای چوبی می توانیم از رشته های ماکارونی، از گلهای ریز و برگ خشک برای نمایش درختان یا از اسفنج (ابر) برای برخی دیگر از گیاهان و درختان، استفاده کنیم. همان طور 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 می توانند کاربردی بجا و شایسته داشته باشند که هرگز نمی توان 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 می توان، وجود چنین علاقه ای را دریافت و حتی ماکت های ساخته شده با مصالح مورد دسترس را می توان در موزه ها مشاهده نمود. هنرمندان زمانه ما نیز برای دست یافتن به تجربه های جدید با استفاده از امکانات و با به کارگیری مصالح طبیعی و مصنوعی به تجسم بخشیدن افکار خویش دست می زنند و سوای مطالعه در طبیعت، با علوم هنری وابسته دیگر هم آشنایی پیدا می کنند. آری با کاغذ و مقوا که تقریباً در دسترس عموم قرار دارد به راحتی می توان این حجمها را ساخت. این مصالح نسبت به مصالح دیگر ارزان تر هستند و کاربرد آنها به سهولت امکان پذیر می نماید.



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

### شروع ساخت ماکت

**مقدمه:** در این بخش، ابتدا نگاه و اشاره هایی اجمالی به برخی مواد خواهیم داشت و سپس، در مورد موادی که در ماکت سازی اهمیت بیش تری دارند، توضیحات مفصل تری ارائه خواهد شد. در اینجا به برخی مواد حاضر که می توانند در پیشبرد ساخت ماکت، ما را یاری دهند اشاره خواهد شد:

مثلاً برای به نمایش گذاردن شیروانیهای موجدار، می توان 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 به‌دست آورد. یکی از امتیازات کاغذ و مقوا، این است که می‌توان با ایجاد برش مخصوص، بدون چسب، بعضی از حجمها را به‌وجود آورد و از آنجا که در ساخت آنها چسب مورد استفاده قرار نگرفته است کار، تمیزتر جلوه می‌کند. کاغذ ماکت‌سازی باید دارای خواص اولیه‌ای باشد مثلاً به‌راحتی خم شود و خیلی زود خرد و شکسته نگردد.

در شروع این کار و برای تمرین، می‌توان از کاغذهای معمولی استفاده کرد و پس از کسب مهارت لازم، کاغذهای ضخیم و گران‌قیمت را به‌کار برد. متناسب با حجمی که باید ساخت از کاغذهای صاف و یا زیر می‌توان بهره برد. کاغذ ماکت را به‌سهولت می‌توان رنگ‌آمیزی کرد. برای این منظور، از کاغذهای رنگین نیز می‌توان استفاده کرد. در انتخاب مقوا، معمولاً به‌دلیل سنگینی و دشواری کاربرد، از 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 بالاخص نوع اسپری آن، بهترین نتیجه را به‌بار 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 شکل‌دهی 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 سه‌لایی باشد از مقوای آغشته به پارافین مایع استفاده می‌شود.

#### د - مقوای ماکت: مقوای ضخیم و ترد (غیرالاستیک)

معمولاً به‌رنگهای سفید، آبی، خاکستری و مشکی است که برای ساخت ماکتها و مدلها به‌کار می‌رود.

#### ه - مقوای دیگری نیز موجوداند که کاربرد بسیار

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

#### وسایل کار با مقوا و کاغذ

وسایلی که برای ساختن حجمها از کاغذ و مقوا لازم

است بسیار اندک و ساده هستند.

#### ۱ - قیچی: قیچی تیغه صاف برای برشهای مستقیم و

قیچی تیغه منحنی برای برش کارهای ظریف و سطوح منحنی‌شکل 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 ده‌تایی 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، سنباده 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 چسبانیدن 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)

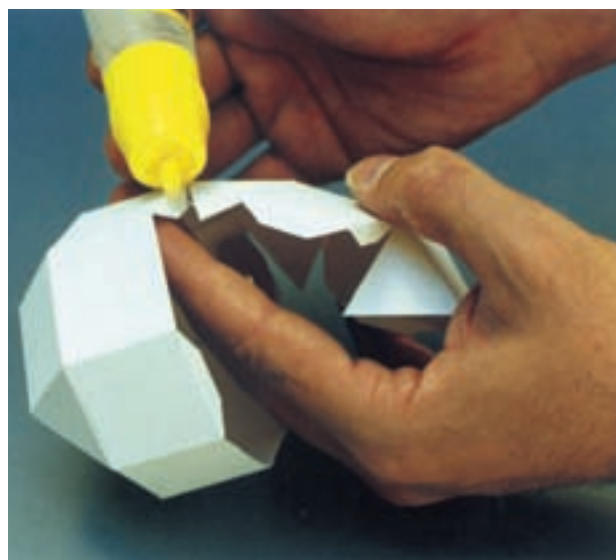


شکل ۱۶- مراحل ساختن حجم با مقوا (گسترده یک حجم چندوجهی)



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 احجام مسطح، خم کردن و تازدن مقوا، ساده‌ترین راه است. پس از این نوبت به برش و سرهم‌بندی قطعات در کنار یکدیگر می‌رسد که نتیجه‌ای مطلوب را به‌دست می‌دهد. فقط می‌بایست در این شیوه دقت، ظرافت و 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 کاغذ کاهی 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 الکلی رنگ آمیزی می نماییم.

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

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.

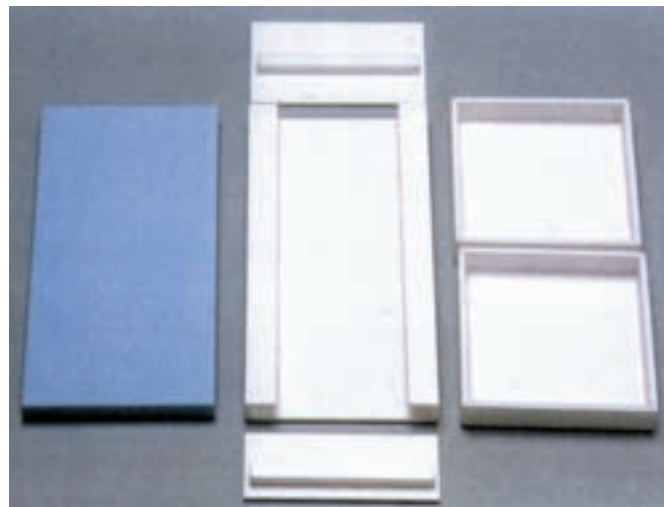
فومها به دو صورت پلی‌یورتان<sup>۵</sup> و پلاستوفوم (یونولیت) عرضه می‌شوند و به شکل‌های ورقه‌ای (Sheet) یا بلوکی در دسترس‌اند و می‌توان آنها را کنده‌کاری کرد؛ سوهان زد و به‌راحتی به شکل‌های بزرگ درآورد.

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

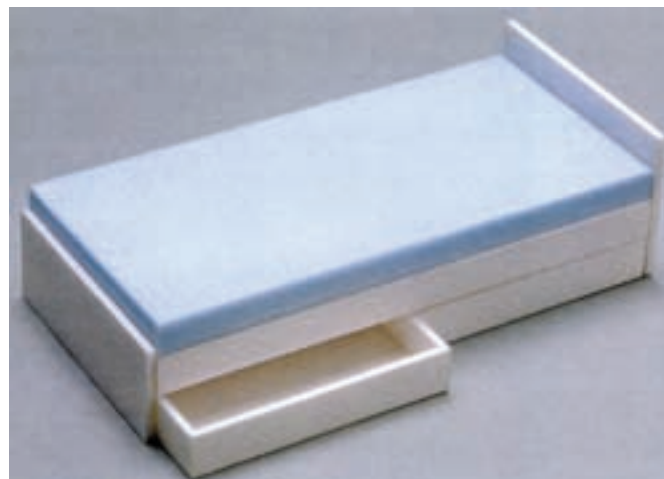
سنباده، تیغ اره و اره‌های باریک و هویه، از دیگر وسایل مناسب کار می‌باشند. ولی در حین کار می‌توان ابزارهای کارآمد دیگری نیز بنا به تناسب کار ساخت و مورد استفاده قرار داد.

فومها را می‌توان با چسب به هم چسباند. برای فومهای زرد، چسب تینری کف‌آشی 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 عالی‌تری مورد نظر است از آن استفاده می‌شود.

یک مدل ساخته شده با استایروفوم و بلوفوم



شکل ۲۰- اجزای ماکت به ابعاد مشخص بریده شده‌اند.



شکل ۲۱- مدل تکمیل شده

۱ - Foam

۴ - Plasto foam

۲ - Yellow foam

۵ - Polyurethan

۳ - Blue foam

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.



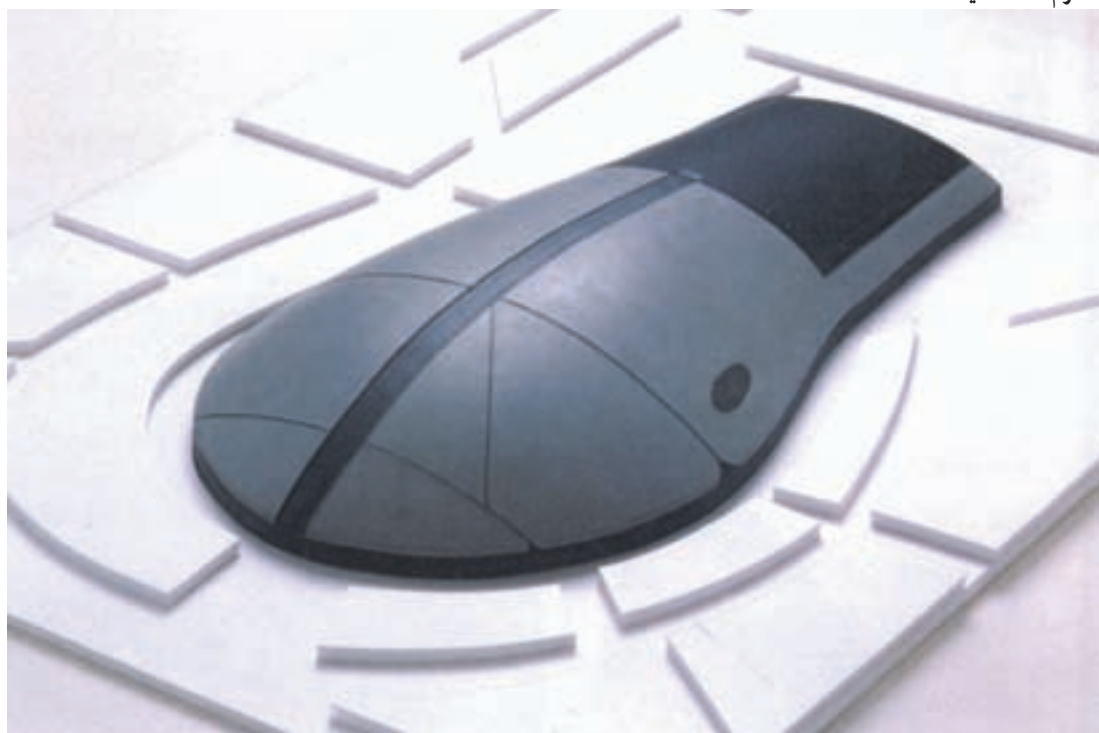
۱- هسته فومی باید کوچک تر از اندازه نهایی انتخاب شود.



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 سخت تر خواهد شد.

فومها هم به صورت سفت و هم به شکل نرم و قابل انعطاف موجوداند. بلوکهای پلاستوفومی را می‌توان با کنده کاری و ابزارهای دیگر شکل داد. سپس با قشری از چسب چوب یا رنگ پلاستیک آنرا آب بندی کرده، بر روی لایه آخر، با پشم شیشه و رزین پلی استر<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 ضد آب و ضربه نیست). اگر قرار است که الگوهای فومی با پلی استر و پشم شیشه پوشانده شوند استفاده از اورتان نسبت به پلاستوفوم ارجحیت دارد زیرا فوم زرد در مقابل رزین پلی استر، 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 جدا کننده 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 ماکت سازی 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



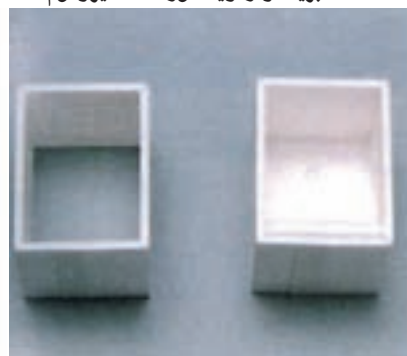
۱- قطعات بریده و زاویه خورده استایروفوم



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 پلی استر: نوعی چسب سه محلولی است که برای چسباندن الیاف مختلف به روی هم یا قالب گیری 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 استوانه ای، 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 سخیهای 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