





پودمان ۵

ماکت‌سازی

واحد یادگیری ۲

ماکت‌سازی

آیا تا به حال پی برده‌اید

- چگونه می‌توان با حداقل برش در مقوا و سایر مصالح ماکت‌سازی، انواع احجام هندسی را ساخت؟
- استفاده از ماکت چه کاربردهایی برای طراحان داخلی دارد؟
- از چه ابزارها و مصالحی برای ماکت‌سازی می‌توان استفاده کرد؟
- مراحل ساخت انواع ماکت‌های معماری داخلی با مصالح مختلف چگونه است؟

استاندارد عملکرد

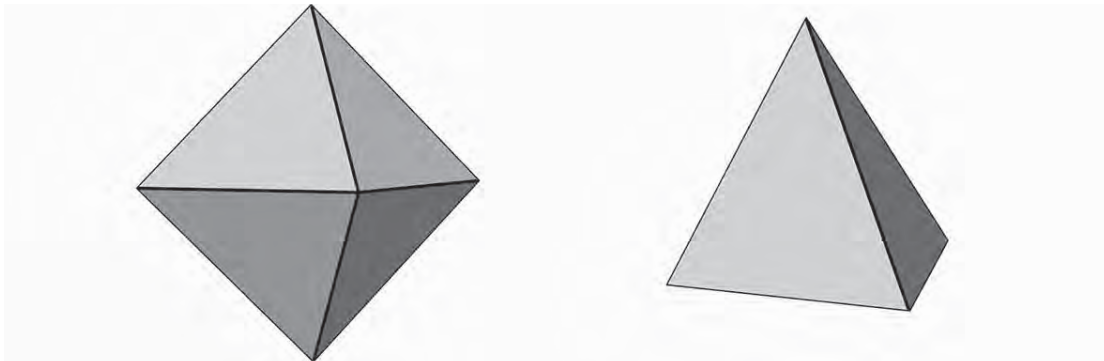
پس از پایان این واحد یادگیری هنرجو قادر خواهد بود:
با استفاده از نقشه، ابزار، مصالح و به‌کارگیری اصول رایج ماکت‌سازی، ماکت احجام هندسی کاربردی یا تزئینی و ماکت فضاهای داخلی را با مقیاس مناسب و همساز با اهداف آموزشی بسازد.

مقدمه

بسیاری از ماکت‌ها مجموعه‌ای از ترکیب احجام ساده و اولیه هستند. بنابراین، شناخت چندوجهی‌ها و تسلط بر هندسه و مشخصات آنها در کسب مهارت اولیه، فهم و ارائه شیوه ساخت ماکت بسیار مفید است. بر این اساس در آغاز این پودمان به شناخت چندوجهی‌ها می‌پردازیم.

تعریف چندوجهی‌ها و انواع آن

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



شکل ۲-۵- هشت وجهی

شکل ۱-۵- چهاروجهی



بیست وجهی

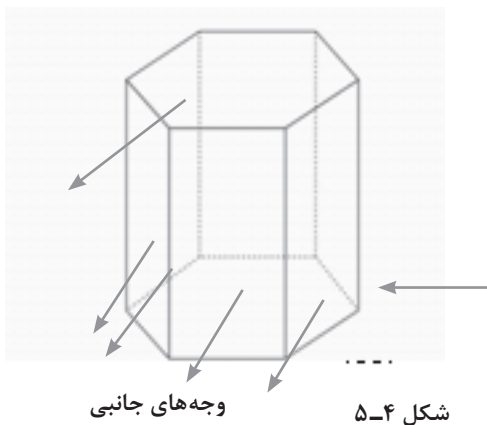
شش وجهی

دوازده وجهی

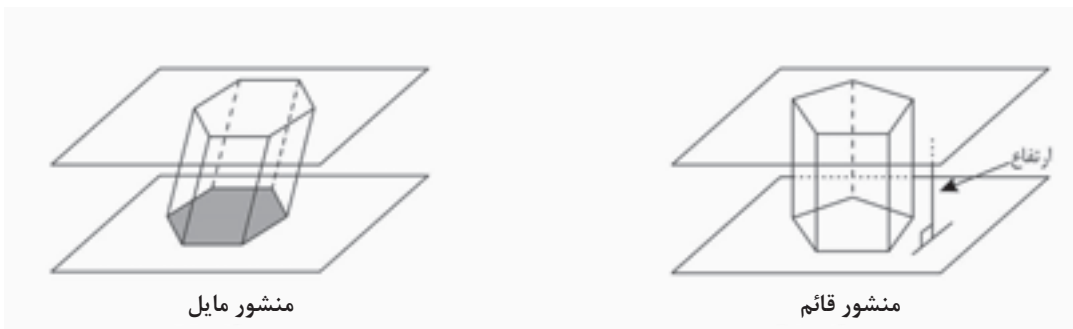
شکل ۳-۵

منشور

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



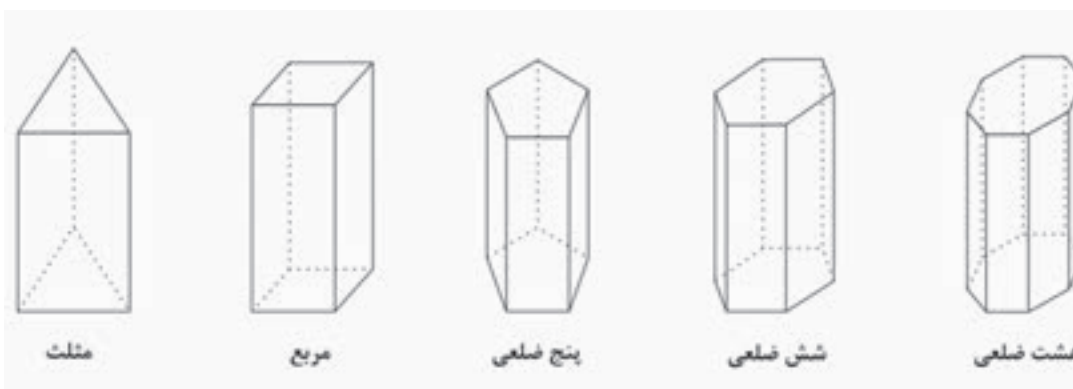
اگر بال‌های جانبی بر قاعده‌های منشور عمود باشند، آن را یک «منشور قائم» و اگر بال‌های جانبی بر قاعده‌ها عمود نباشند آن را «منشور مایل» می‌نامند. منشور را براساس شکل چندضلعی قاعده‌های آن، نام‌گذاری می‌کنند. یک دسته از منشورها آنهایی هستند که قاعده‌های آنها چندضلعی منتظم‌اند.



شکل ۵-۵



شکل ۵-۶



شکل ۵-۷

هرم

یک چندوجهی است که همهٔ وجوه آن به جز یک وجه، در یک رأس مشترک‌اند. اگر قاعده یک هرم، چندضلعی منظم و پای ارتفاع آن بر مرکز قاعده منطبق باشد، هرم را «منتظم» می‌نامیم.

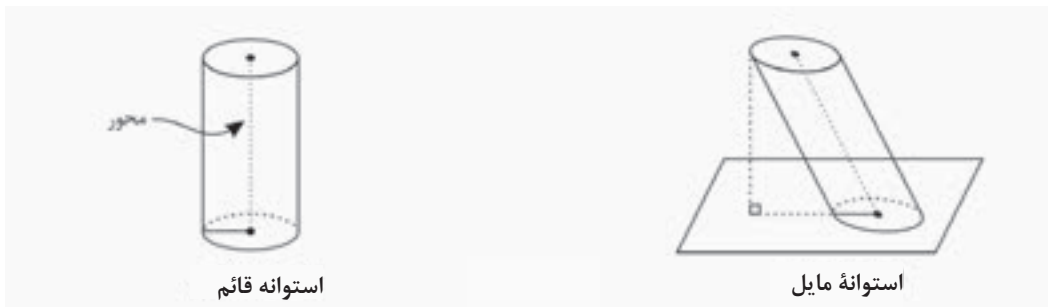


شکل ۵-۸

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

اجسام دورانی

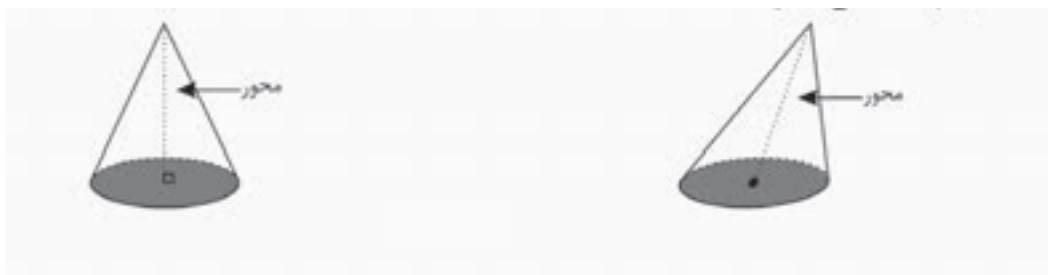
اجسامی که از دوران یک سطح حول یک محور ایجاد می‌شوند.



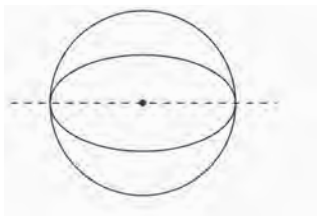
شکل ۵-۱۰

شکل ۵-۹

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



شکل ۵-۱۱

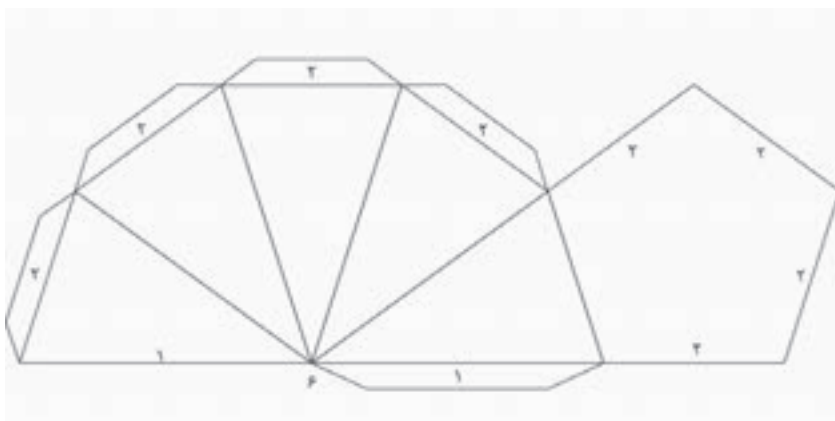


شکل ۵-۱۲

کره: مجموعه نقاطی از فضا است که از یک نقطه ثابت به نام مرکز به یک فاصله باشند، این فاصله ثابت شعاع کره نامیده می‌شود.

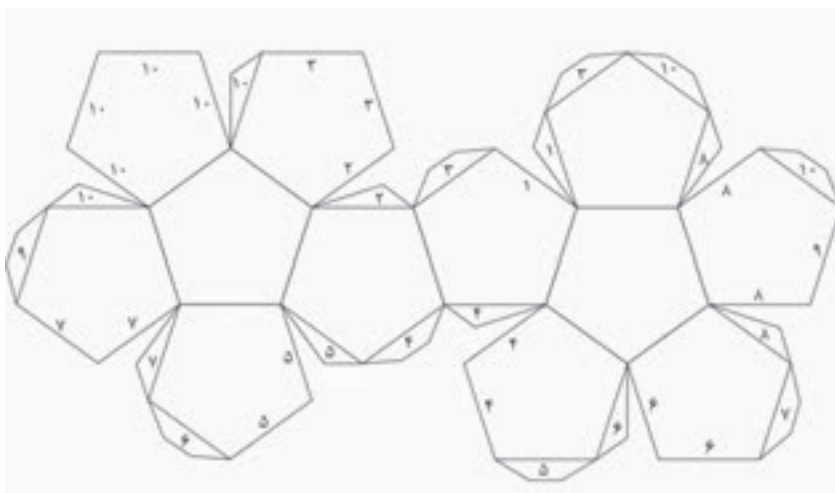
برای ساخت هر یک از احجامی که در این بخش با آنها آشنا شدید به گسترده آنها نیاز دارید. در این قسمت گسترده برخی احجام ارائه می‌شود.

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



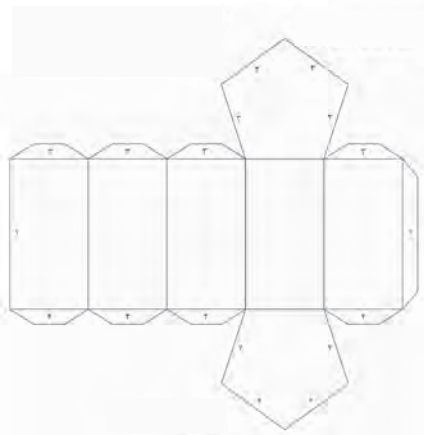
شکل ۵-۱۳

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 می‌باشد.

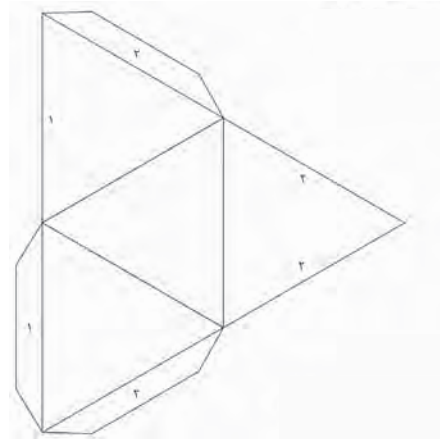


شکل ۵-۱۴

گسترده چهاروجهی: این حجم، هرمی است که گسترده منشور هفت وجهی دارای قاعده مثلث شکل می‌باشد.



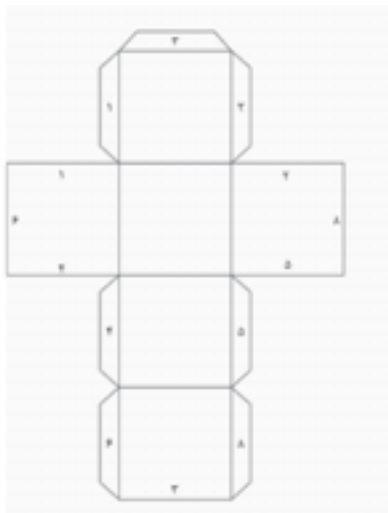
شکل ۵-۱۶



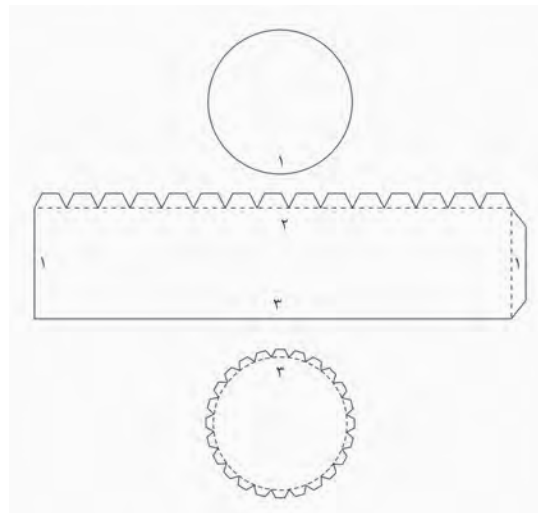
شکل ۵-۱۵

گسترده شش وجهی (مکعب)

گسترده استوانه



شکل ۵-۱۸



شکل ۵-۱۷

برخی از وسایل تزئینی و کاربردی که در زندگی روزمره استفاده می‌شوند، برگرفته از احجام هندسی هستند که به صورت حجمی واحد یا در ترکیب با هم شکل گرفته‌اند.



شکل ۱۹-۵ و ۲۰-۵- نمونه هایی از چراغ های رومیزی



شکل ۲۲-۵- قفسه دیواری با ترکیب احجام هندسی و سطوح

شکل ۲۱-۵- میز تاشو



شکل ۲۳-۵ و ۲۴-۵- نمونه های کاربردی از چندوجهی ها



شکل ۲۵-۵ و ۲۶-۵- نمونه‌های کاربردی از قفسه‌های مختلف

با توجه به آنچه در این بخش فراگرفته‌اید، با استفاده از ابزار و مصالح مناسب، یک حجم کاربردی و تزئینی مانند گلدان، لوستر، جعبه‌های نورانی، جعبه‌های هدیه و... بسازید.

فعالیت



هنر جو می‌تواند از مواد دورریختنی (بازیافتی) و... برای ساخت وسیله مورد نظر خود استفاده کند.

نکته



ماکت‌سازی معماری داخلی

سه‌بعدی‌سازی استفاده می‌کنند تا ایده‌های خود را سریع‌تر منتقل کنند. به عبارتی ماکت‌ها سریع‌ترین ابزار انتقال اطلاعات یک پروژه به‌شمار می‌روند. گاهی برای ساختمان‌های تاریخی و بناهایی که امروزه وجود ندارند و نیز بناها و سایت‌هایی که به لحاظ وسعت در حدی هستند که امکان بازدید از آنها به سادگی مقدور نمی‌باشد، از ماکت استفاده می‌شود. در نگاه اول، ماکت‌ها را با توجه به کاربرد و نقششان در طراحی و نیز دیدگاه مخاطب‌ها و نحوه بیان آنها می‌توان به دو دسته کلی «ماکت‌های مطالعاتی» و «ماکت‌های نهایی» طبقه‌بندی کرد.

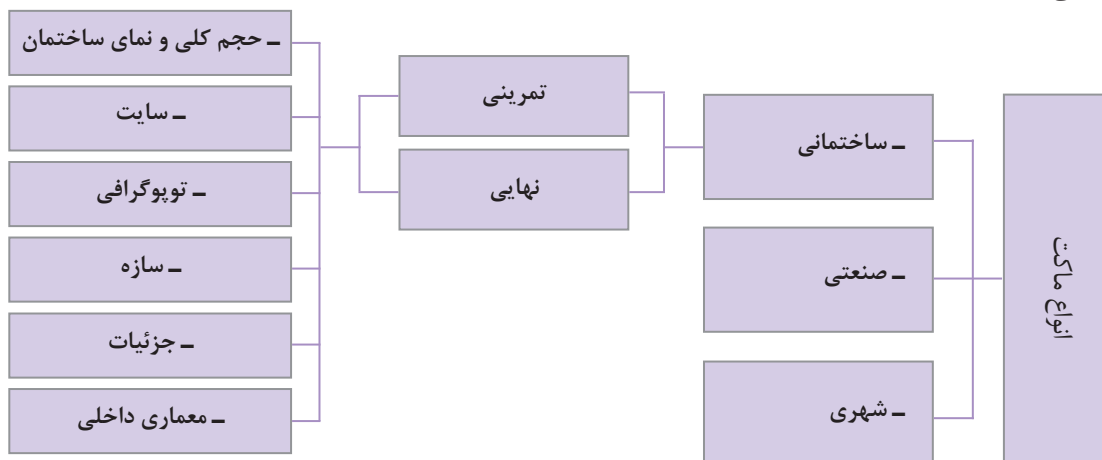
ماکت‌های سه‌بعدی، ابزاری تعیین‌کننده در روند طراحی معماری هستند؛ ابزاری به‌غایت تأثیرگذار در امر پژوهش و بررسی، خلق ایده‌ها، آزمون نظریه‌ها و کشف راهکارهای مبتکرانه‌ای که طراحان برای بیان اندیشه و ایده‌های خود از آنها مدد می‌جویند.

اهداف ساخت ماکت

طراحان، استفاده‌های مختلفی از ماکت‌ها می‌کنند. ماکت‌ها روشی بسیار مؤثر در ارائه طرح‌ها می‌باشند. درک نقشه‌های فنی دو بعدی و سه‌بعدی‌سازی ذهنی آنها حتی برای متخصصین هم امری پیچیده است؛ به همین دلیل طراحان از ماکت‌ها و نرم‌افزارهای

انواع ماکت‌ها

ماکت‌ها به روش‌های گوناگونی ساخته می‌شوند و نام‌های مختلفی دارند. اسامی متداول ماکت‌ها عبارت است از:



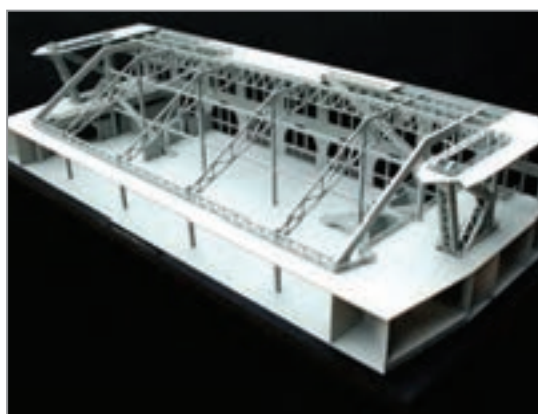
شکل ۲۸-۵- ماکت صنعتی



شکل ۲۷-۵- ماکت صنعتی



شکل ۳۰-۵- ماکت ساختمانی (توپوگرافی)



شکل ۲۹-۵- ماکت ساختمانی (سازه)



شکل ۳۲-۵- ماکت ساختمانی (معماری داخلی)



شکل ۳۱-۵- ماکت ساختمانی (حجم کلی و نمای ساختمان)



شکل ۳۴-۵- ماکت ساختمانی (سایت)



شکل ۳۳-۵- ماکت ساختمانی (جزئیات)

ابزار و مصالح ساخت ماکت

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



مقیاس‌های ساخت ماکت

ماکت‌های معماری از مقیاس‌های بسیار کوچک تا مقیاس ۱:۱ ساخته می‌شوند. در ماکت‌سازی معمولاً مقیاس استاندارد تعریف نمی‌شود و مقیاس بنا به نیاز پروژه، خواست کارفرما و پیشنهاد ماکت‌ساز تعیین می‌شود.

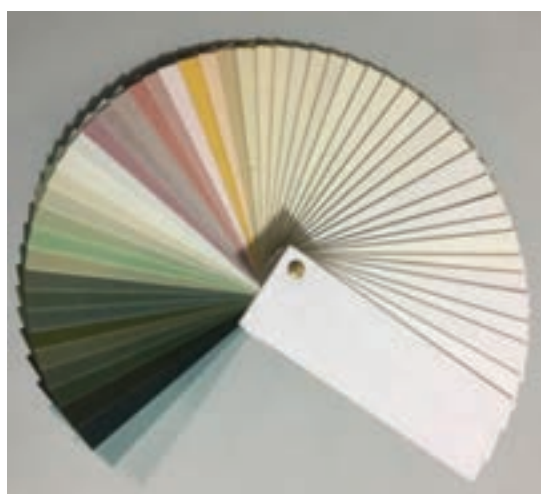


شکل ۳۵-۵- مقوای هیپرو



شکل ۳۶-۵- فوم‌های اکوستیک اسفنج دار

■ **مقوای اسفنجی:** مواد یا فوم‌های اکوستیک اسفنج‌دار که در گرافیک و ماکت‌سازی مورد استفاده واقع می‌شوند، با تراکم و ضخامت‌های متنوع، در بازار وجود دارند.



شکل ۳۷-۵- انواع مقوای ماکت با رنگ‌بندی‌های متنوع

■ **مقوای ماکت:** مقوای ضخیم و ترد (غیرالاستیک) که معمولاً به رنگ‌های سفید، آبی، خاکستری و مشکی و در ابعاد ۷۰×۵۰، ۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر و... و با ضخامت‌های مختلف در بازار موجود است که برای ساخت ماکت‌های و مدل‌ها به کار می‌رود.



شکل ۳۸-۵- رنگ‌بندی انواع مقوا

مقوای دیگری به نام‌های تجاری مختلفی نیز موجودند که کاربردهای متنوعی دارند و در رنگ‌های مختلف، با بافتی ظریف تولید می‌شوند و ضخامت آنها نیز متفاوت است. این مقواها تولیدکننده‌های خاص دارند.

جدول ۱-۵- ابزار، تجهیزات و مصالح کار با مقوا و کاغذ

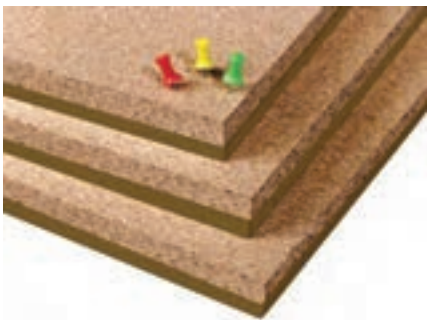
ردیف	نام	مشخصات فنی	تصویر
۱	قیچی	قیچی تیغه صاف برای برش‌های مستقیم و قیچی تیغه منحنی برای برش کارهای ظریف و سطوح منحنی به کار می‌رود.	
۲	کاتر	برای برش کاغذ، وسیله برش (کاتر) مخصوصی وجود دارد. از مزایای این وسیله آن است که پس از اتمام تیغه آن می‌توان تیغه جدیدی جایگزین آن کرد.	
۳	خط‌کش فلزی	این خط‌کش برای برش‌های مستقیم بسیار مناسب است؛ زیرا لبه آن، با وسایل برنده آسیب نمی‌بیند.	
۴	صفحه زیر برش	برای صفحه زیر برش می‌توان از صفحه پلاستیکی فشرده مخصوص یا از چوب، آلومینیوم و شیشه استفاده کرد.	
۵	چسب	از انواع چسب‌های بی‌رنگی که زود خشک می‌شود می‌توان استفاده کرد. در قسمت‌هایی که محل چسباندن دو سطح به یکدیگر دیده نمی‌شود، می‌توان نوار چسب معمولی به کار برد. به‌طور کلی چسب‌های غیر حلال آبی برای این کار مناسب است.	
۶	کاتر (دستگاه برش) رومیزی	یکی دیگر از ابزارهایی است که در ماکت‌سازی کاربرد دارد.	
۷	مقوا	از انواع مقوا با ضخامت‌های متنوع و رنگ دلخواه می‌توان استفاده نمود.	
۸	وسایل جانبی	گونیا، خط‌کش مدرج، مداد پاک‌کن، پرگار، پرگار گردبر، مداد، سنباده با درجات زبری متفاوت و وسایل دیگری که در کارهای مقوایی و کاغذی، مورد نیاز است.	



در ماکت‌سازی استفاده از صفحه زیر برش لازم است تا روی میز کار سالم و صاف بماند. 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.



شکل ۳۹-۵



شکل ۴۰-۵

■ **فوم:** فوم‌ها به دو صورت پلی‌یورتان و پلاستو فوم (یونولیت) و به شکل‌های ورقه‌ای یا بلوکی در دسترس‌اند و می‌توان آنها را کنده‌کاری کرد، سوهان زد و به راحتی به شکل‌های مختلف درآورد.

■ **استایروفوم:** 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 راحت است.

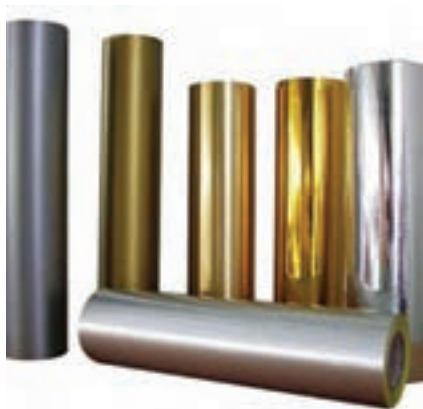
■ **چوب پنبه:** علاوه بر فرم استوانه‌ای، به شکل ورق نیز عرضه می‌شود و دارای ضخامت‌های متفاوتی است. این ماده به راحتی بریده می‌شود و به شکل‌های مختلف درمی‌آید. صفحات چوب پنبه را به سبب نرمی می‌توان به شکل منحنی ساخت و در قسمت‌های مختلف ماکت نصب کرد. صفحات چوب پنبه با چسب چوب، چسب فوم و چسب‌های تینری، به خوبی به هم می‌چسبند و بعضی از نمونه‌های آن دارای یک لایه چسب در یک‌رو می‌باشند.

■ **گل رس:** استفاده از گل رس از قدیم علاوه بر

ساخت محصولات، در مدل‌سازی و ماکت‌سازی نیز مورد توجه بوده است. ولی از آنجا که لازم است این ماده تا پایان کار مرطوب نگه داشته شود، کار کردن با آن، با اشکال مواجه بوده است. به این سبب رفته‌رفته به جای آب، در خاک رس از روغن استفاده شده که خشک نمی‌شود و کار با آن تمیز و راحت‌تر است.

■ **گچی:** ماکت‌های گچی نسبت به سایر ماکت‌ها سابقه بیشتری دارند؛ به همین دلیل ماکت‌سازان با این تکنیک آشنایی دارند. 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 ابعاد 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 است. این امتیازات، به علاوه کاربرد آسان و نیاز به وسایل اندک، آن را به ماده‌ای مطلوب بدل کرده است.

■ **چوب:** چوب ماده‌ای است که قدمت آن با سابقه زندگی بشر بر روی کره خاکی برابری می‌کند. این ماده اولیه در اکثر نقاط دنیا یافت می‌شود. چوب‌ها در برابر رطوبت و دمای مختلف تغییر حجم می‌دهند. چوب‌های مقاوم معمولاً سنگین هستند؛ از این‌رو، ماکت سنگین و غیرقابل حمل می‌شود و یا اینکه پیچیدگی پیدا می‌کند.



شکل ۴۱-۵- نمونه قطعات فلزی و ورق های فلزی



شکل ۴۲-۵- نمونه ماکت پلی استری

■ قطعات 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 جلوه‌نمایشی بهتری دارد و هم اینکه نوع اتصال، تا کردن و پرس کردن روی هم می‌تواند راحت‌تر، سریع‌تر و بهتر انجام پذیرد.

قطعات فلزی را می‌توان با چسب، لحیم، اتصالات موقت و حتی با جوش‌های مقاومتی (نقطه جوش)، جوش الکتریکی و جوش هوا - گاز به هم متصل کرد و نتیجه مناسبی را از این کار به دست آورد.

■ فایبرگلاس: اگر ساخت ماکت‌هایی بادوام بالا مطلوب باشد که در عین حال ضد آب، مقاوم و سبک هم باشد (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، پایه ماشه یا فایبرگلاس می‌گیرند و پس از اتمام کار، داخل قالب را چند لایه فایبرگلاس می‌زنند تا یک ماکت فایبرگلاسی به دست آید.

■ پلی‌استر: ممکن است بخواهیم قطعه‌ای از ماکت

را از جنس پلی‌استر به روش ریختگی به دست آوریم. انجام چنین کاری ساده است. ابتدا قالب را که می‌تواند از جنس گل خشک شده، گچ، پایه ماشه، خمیر، لاستیک یا پلاستیک باشد، به ماده جداکننده آغشته می‌کنیم و سپس پلی‌استر را به همراه مواد پرکننده و سخت‌کننده درون قالب می‌ریزیم. در این زمان، قالب پر شده و قطعه‌ای توپر به دست می‌آید.

■ پایه ماشه: در ماکت‌سازی برای برخی از قسمت‌ها می‌توان از این شیوه استفاده نمود. پایه ماشه ترکیبی از خمیر کاغذ یا نوارهای روزنامه، سریشم یا چسب چوب است و برای اینکه قطعه مورد نظر بادوام‌تر باشد سطوح پایانی آن را با انواعی از رزین و یا پشم شیشه و رزین پلی‌استر می‌پوشانند.

روش دیگر ساخت پایه ماشه به این شکل است که کاغذ کاهی را داخل آب می‌ریزیم، حرارت می‌دهیم و سپس آنها را تکه‌تکه می‌کنیم تا به قطعات ریزتری تقسیم شوند. 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. سپس آنها را بیرون آورده و داخل قالب قرار می‌دهیم. جنس قالب می‌تواند از گچ، شیشه، چوب یا هر ماده دیگری باشد. سطح قالب باید 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 آن را بتونه می‌کنیم و پس از خشک شدن، سنباده می‌زنیم. سپس با رنگ روغن یا رنگ‌های تینری و یا الکی رنگ آمیزی می‌نماییم.

برای مخلوط کردن و خرد کردن قطعات کاغذ می‌توان از همزن (دریل و سرمته) استفاده کرد.



ساخت ماکت با استفاده از روش پایه ماشه



جدول ۲-۵- ابزار، تجهیزات و مصالح

ردیف	نام	مشخصات فنی
۱	ظرف یک بار مصرف	پلاستیکی
۲	دستمال کاغذی	ترجیحاً از نوع نرم و بدون بافت به لحاظ کیفیت بخشی بیشتر به فرم قالب نهایی باشد.
۳	آب	آب آشامیدنی
۴	سریشم گیاهی	قابل تهیه از عطاری‌ها
۵	مواد روغنی جداکننده	از انواع کرم‌های مرطوب‌کننده و ارزان‌قیمت یا وازلین می‌توان استفاده نمود.



شکل ۴۴-۵- آماده کردن چسب سریشم و مخلوط کردن آن با آب



شکل ۴۳-۵- آغشته کردن مدل با ماده جداکننده (مایع ظرفشویی یا وازلین)



شکل ۴۶-۵- جداسازی پوشش از قالب اصلی



شکل ۴۵-۵- گذاردن لایه‌های دستمال کاغذی آغشته به چسب سریشم روی قالب.

■ **سیلیکون رابر:** مایعی سفیدرنگ به غلظت عسل است که از دو جزء تشکیل شده است. این ماده با یک خشک کن (هاردنر) ترکیب شده و پس از گذشت چهار ساعت خشک می شود. از آن برای تهیه قالب استفاده می کنند.

■ **انواع اتصالات و چسب ها در ماکت سازی:** مواد و مصالح گوناگون ماکت برای اتصال به یکدیگر نیاز به مواد

مختلفی دارند که در ادامه در مورد آنها توضیح داده می شود.

چسب ها یکی از ارکان مهم ماکت سازی و جهت اتصال قطعات مختلف ماکت ها به یکدیگر به کار می روند. چسب ها دارای انواع گوناگونی هستند که هر یک برای منظوری خاص تهیه شده اند. داشتن دانش و تجربه در زمینه استفاده از چسب مناسب باعث بالا رفتن کیفیت ماکت های ساخته شده و عمر طولانی تر آنها خواهد شد. برخی از چسب ها دارای تاریخ انقضای خاص هستند و پس از مدتی خاصیت خود را از دست داده و جدا می شوند. برای ساخت ماکت و انتخاب چسب مناسب، موارد مهمی بررسی می شوند. اصلی ترین نکته، مواد مورد استفاده در ماکت سازی است. مسئله بعدی، زمان موجود برای ساخت و در نهایت مقدار بودجه شما برای ساخت ماکت است. در ادامه با چسب ها بیشتر آشنا خواهیم شد.



شکل ۴۷-۵- چسب دوطرفه (برای اتصال

همان طور که در بالا نیز ذکر شد، یکی از اصلی ترین نکات در انتخاب چسب مناسب برای ساخت ماکت، موادی هستند که قصد ساخت

ماکت به وسیله آنها را دارید؛ برای مثال برای چسباندن قطعات فومی ماکت نباید از چسب هایی که دارای حلال های نفتی همچون تینر در خود هستند، استفاده کنید. این مسئله باعث آب شدن و از بین رفتن قطعات فومی ماکت شما خواهد شد. برای چسباندن کاغذ های نازک و مقوا نیز بهتر است از چسب چوب استفاده نشود زیرا آب موجود در چسب چوب باعث تورم و چروک شدن مقوای شما خواهد شد.

در ادامه با بررسی انواع چسب های تجاری موجود در بازار، به صورت جداگانه موارد مثبت و منفی آنها را ذکر خواهیم کرد.

چسب چوب: چسب چوب یکی از چسب هایی است که افراد در ابتدا با آن آشنا می شوند. این چسب ها پایه طبیعی دارند و از مواد شیمیایی کمتری در آنها استفاده شده است. این مسئله در مورد کسانی که به صورت طولانی با چسب ها در تماس هستند بسیار مهم است. چسب چوب به وسیله آب رقیق می شود و برای چسباندن انواع چوب، چوب بالسا در ماکت سازی، انواع کاغذ و مقوا و سایر موادی که پایه طبیعی دارند و از چوب تهیه شده اند، بسیار مناسب است. به دلیل استفاده از آب به عنوان حلال در چسب چوب، این چسب در هنگام خشک شدن بخارهای سمی ایجاد نمی کند و صدمه ای به فرد استفاده کننده نمی زند. چسب چوب در بسته بندی های مختلفی همچون تیوب های چند گرمی تا سطل های بیست کیلویی عرضه می شود. با توجه به قیمت بالای نمونه های چسب تیوبی می توانید چسب چوب را داخل ظرف مواد خوراکی یا ظروف مشابه دیگری که دهنه ای باریک دارند، بریزید و از آن استفاده کنید. این کار باعث می شود زدن چسب بر روی قطعه مورد نظر به صورت دقیق و تمیز انجام شود و کیفیت نهایی ماکت بالا رود. این چسب در مجموع، ماده ای ارزان برای ماکت سازی به شمار می رود.



شکل ۴۸-۵- چسب چوب



شکل ۴۹-۵- چسب قطره‌ای

از معایب چسب چوب می‌توان به زمان نسبتاً طولانی برای خشک شدن و همچنین اثر منفی بر روی مقواهای نازک به دلیل نفوذ رطوبت و ایجاد اشکال در ماکت اشاره کرد.

چسب قطره‌ای و چسب یک دو سه: چسب قطره‌ای و یک دو سه هر دو دارای پایه‌ی مشترک شیمیایی هستند با این تفاوت که چسب قطره‌ای تنها کمی رقیق‌تر از چسب یک دو سه است. از این چسب با عناوینی همچون سوپر گلو^۱ نام برده می‌شود. این چسب‌ها از لحاظ چسبندگی بسیار قوی هستند و پایه‌ی شیمیایی دارند. از چسب‌های قطره‌ای و یک دو سه تقریباً می‌توان برای چسباندن هر قطعه‌ای استفاده کرد.

ویژگی این چسب‌ها سرعت بالای خشک شدن و استحکام آنها می‌باشد. با چسب‌های یک دو سه در کنار مخزن چسب یک عدد اسپری خشک‌کننده نیز وجود دارد که با زدن اسپری در محلی که چسب استفاده شده است، سرعت خشک شدن بسیار سریع‌تر می‌شود و در چند ثانیه چسب مورد نظر سخت می‌شود. البته بدون استفاده از اسپری نیز چسب‌های یک دو سه سخت

خواهند شد ولی نیازمند زمان بیشتری خواهد بود. وجود اسپری باعث افزایش سرعت ساخت ماکت شده و دیگر نیاز نیست برای ادامه‌ی ساخت ماکت مورد نظر در انتظار خشک شدن قطعه‌ی چسبانده شده بمانید و این نکته بسیار با اهمیت است. چسب قطره‌ای بر روی فوم و یونولیت (پلاستوفوم) کمی تأثیر منفی گذاشته و بهتر است استفاده نشود.

از معایب چسب‌های قطره‌ای و یک دو سه، باید به قیمت بالا و مضر بودن آنها برای پوست و چشم انسان اشاره کرد. بخارهای حاصل از خشک شدن این چسب‌ها و همچنین اسپری مورد استفاده، بسیار سمی بوده و باعث صدمات جدی به ناحیه‌ی چشم و ریه‌های انسان می‌شود. از این رو توصیه می‌شود در هنگام استفاده از این چسب‌ها از ماسک استفاده کنید و در محلی که تهویه‌ی مناسب وجود دارد، مشغول به ساخت ماکت خود شوید.



شکل ۵۰-۵- چسب فوم

چسب فوم: این نوع چسب که در ایران به نام‌های تجاری معروف است، نوعی چسب مایع و شفاف است که در آن از مواد حلال فوم استفاده نشده است و باعث می‌شود بتوانید از آن برای چسباندن انواع قطعات فومی استفاده کنید. قدرت چسبندگی چسب فوم پایین است و مدت زمان خشک شدن آن نیز نسبتاً طولانی است. از این نوع چسب نمی‌توان



شکل ۵۱-۵



شکل ۵۲-۵- چسب لوله‌ای

به صورت حرفه‌ای در ساخت ماکت استفاده کرد؛ زیرا این چسب استحکام پایینی دارد و چندان مورد اعتماد نیست و فقط در ساخت ماکت‌های اتود و اولیه یا ماکت‌های بسیار ساده دانشجویی استفاده می‌شود. **چسب چندمنظوره:** این چسب‌ها در واقع پلیمر (پلاستیک)‌هایی هستند که درون حلالی قوی همچون استون یا تینر حل می‌شوند و پس از استعمال حلال داخل چسب از پلیمر جدا شده و در نهایت ماده‌ای سخت باقی می‌ماند. از چسب‌های همه‌کاره برای چسباندن مقوا، چوب، پارچه و سایر مواد مورد نظر در ماکت‌سازی استفاده می‌شود. این چسب همان‌طور که اشاره شد به دلیل وجود حلال‌های نفتی باعث خورده شدن فوم‌ها می‌شود. چسب همه‌کاره از نظر سرعت خشک شدن و قدرت چسبندگی متوسط است. از چسب‌های همه‌کاره نمی‌توان در ساخت ماکت‌های دقیق استفاده نمود، ولی در ساخت ماکت‌های مقوایی و چوبی ساده، بسیار خوب عمل می‌کند. باید توجه کنید که استفاده از این چسب مانند سایر چسب‌های شیمیایی، نیاز به محیط با تهویه مناسب دارد و تماس طولانی با آن، باعث مشکلات تنفسی و مغزی خواهد شد.

چسب لوله‌ای: چسب لوله‌ای نوعی چسب خمیری شکل است.

این چسب‌ها با چرخاندن قسمتی در انتهای بسته‌بندی، از تیوب خود خارج می‌شوند. این چسب‌ها قدرت چسبندگی نسبتاً پایینی دارند و صرفاً جهت چسباندن سطوح بزرگ و کاغذ یا عکس بر روی ماکت استفاده می‌شوند و برای این کار بسیار مناسب هستند. (شکل ۵۱-۵)

چسب‌های تفنگی یا حرارتی: چسب‌های تفنگی دارای بدنه‌ای پلاستیکی هستند که از بالا، لوله‌های پلاستیکی چسب داخل آنها شده و به وسیله المنت برقی داخل بدنه، این لوله‌ها ذوب شده و از سر فلزی جلوی دستگاه خارج می‌شوند. این چسب‌ها برای چسباندن انواع پلاستیک‌ها بسیار مناسب‌اند. از چسب‌های تفنگی یا حرارتی می‌توان برای چسباندن فوم‌ها نیز استفاده کرد و دیگر مشکل آب شدن فوم توسط حلال چسب‌های



شکل ۵۲-۵- چسب تفنگی یا حرارتی





شکل ۵۴-۵- چسب شیشه‌ای

دیگر را نخواهید داشت. برای استفاده از این چسب‌ها باید به برق دسترسی داشته باشید. دهنه خروجی فلزی دستگاه در هنگام استفاده گرم می‌شود و باید مراقب برخورد آن با پوست خود باشید. چسب‌های حرارتی در هنگام استفاده حجم زیادی دارد و برای کارهای ظریف توصیه نمی‌شود. چسب شیشه‌ای: این نوع نوار چسب از جنس پلاستیک مخصوصی که شفاف است، ساخته می‌شود. بهتر است از آن برای چسباندن موقت کاغذ و مقوا استفاده نشود زیرا به راحتی از آن‌ها جدا نمی‌شود.

رزین‌ها: رزین‌ها چسب‌هایی با پایه پلیمری هستند که به صورت مایع در حجم‌های بسیار زیاد قابل تهیه‌اند و در ساخت قطعات مختلفی همچون قطعات فایبرگلاس، مجسمه‌های تزئینی و ماکت‌های دقیق و حرفه‌ای کاربردهای بسیاری دارند. از رزین‌ها می‌توان برای قالب‌گیری قطعات و ساخت ماکت‌هایی که به صورت سری تولید می‌شوند، استفاده نمود.

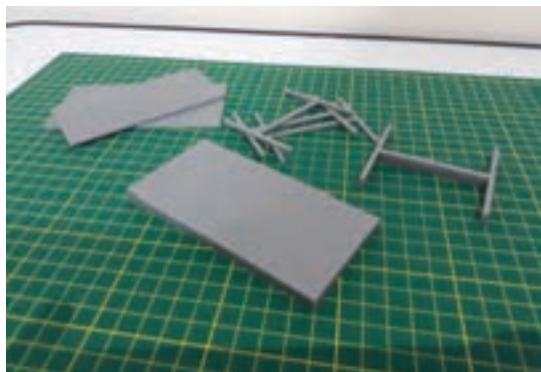
شیوه اجرای ماکت

جدول ۳-۵- ابزار، تجهیزات و مصالح

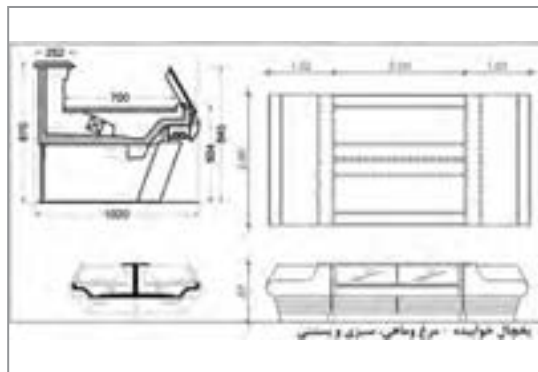
ردیف	نام	مشخصات فنی	تصویر
۱	قیچی	قیچی تیغه صاف برای برش‌های مستقیم و قیچی تیغه منحنی برای برش‌های ظریف و سطوح منحنی به کار می‌رود.	
۲	کاتر	برای برش کاغذ، وسیله برش (کاتر) مخصوصی وجود دارد. از مزایای این وسیله آن است که پس از اتمام تیغه آن می‌توان تیغه جدیدی جایگزین آن کرد.	
۳	خط کش فلزی	این خط کش برای برش‌های مستقیم بسیار مناسب است زیرا لبه آن، با وسایل بُرنده آسیب نمی‌بیند.	
۴	طلق پلکسی	طلق‌های پلکسی با ضخامت ۱ میل و ۳ میل استفاده می‌شود.	

ردیف	نام	مشخصات فنی	تصویر
۵	صفحه زیر برش	برای صفحه زیر برش می‌توان از صفحه پلاستیکی فشرده مخصوص یا از چوب، آلومینیوم و شیشه استفاده کرد.	
۶	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. به‌طور کلی چسب‌های غیر حلال آبی مناسب‌تر است.	
۷	مقوا	از انواع مقوا با ضخامت‌های متنوع و رنگ دلخواه می‌توان استفاده نمود.	
۸	اره مویی	ابزاری برای برش است.	
۹	برچسب رنگی طرح‌دار	از انواع برچسب‌های موجود در شبرنگ فروشی‌ها قابل تهیه می‌باشد.	
۱۰	وسایل جانبی	گونیا، خط‌کش مدرج، مداد پاک‌کن، پرگار، پرگار گردبُر، مداد، سنباده با درجات زبری متفاوت و وسایل دیگری که در کارهای مقوایی و کاغذی، مورد نیاز است.	

■ ساخت مبلمان فضاهای داخلی
مراحل ساخت یخچال افقی و روباز



شکل ۵-۵۶- برش قطعات بدنه یخچال



شکل ۵-۵۵- نقشه یخچال با ابعاد آن



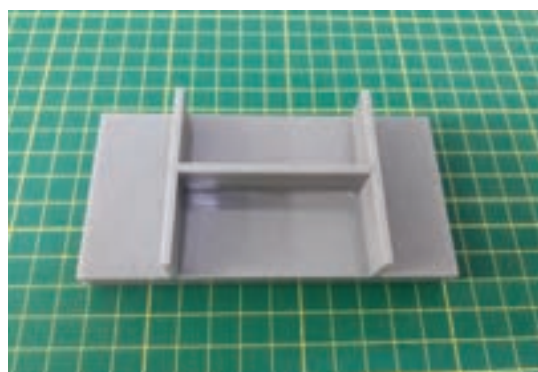
شکل ۵-۵۸- برش قطعات دیواره‌های یخچال



شکل ۵-۵۷- ساخت دیواره داخلی یخچال



شکل ۵-۶۰- اتصال نهایی قطعات یخچال روباز



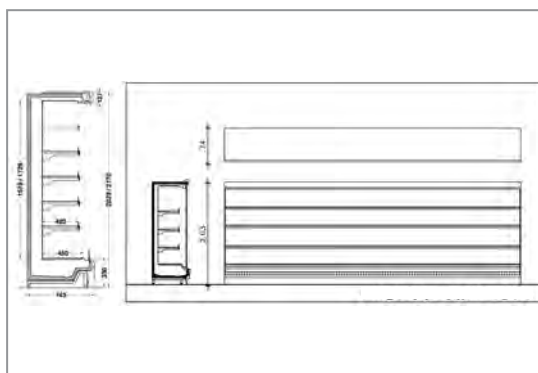
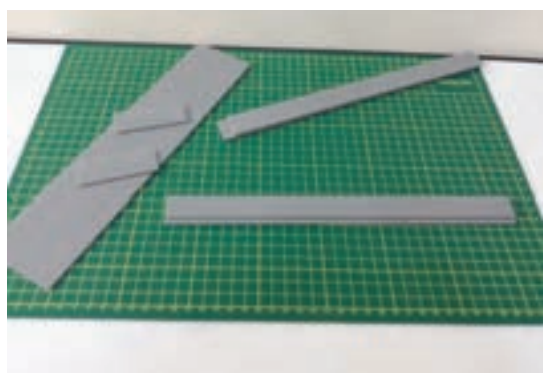
شکل ۵-۵۹- چسباندن قطعات و قراردادن آنها بر روی هم به صورت لایه‌ای



شکل ۵-۶۱- طراحی و چاپ برچسب مواد غذایی داخل یخچال

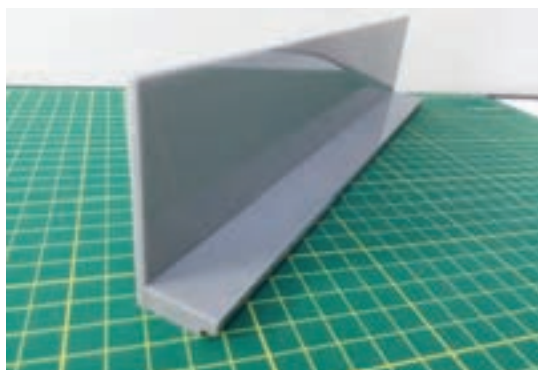
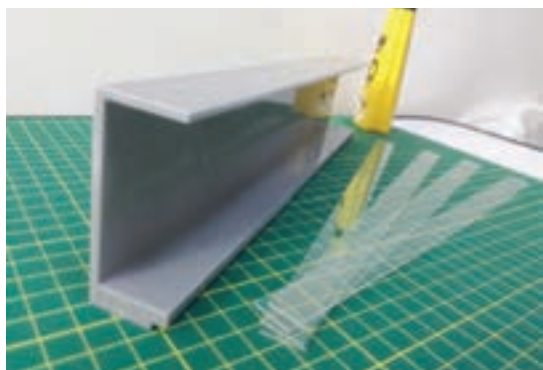
شکل ۵-۶۲- برش و نصب برچسب های رنگی در روی دریخچال

مراحل ساخت قفسه های عرضه میوه (یخچال ایستاده روباز)



شکل ۵-۶۴- برش قطعات بدنه یخچال ایستاده روباز

شکل ۵-۶۳- نقشه یخچال با ابعاد مورد نیاز



شکل ۵-۶۶- برش و نصب قفسه های داخلی یخچال

شکل ۵-۶۵- متصل کردن قطعات و بدنه



شکل ۵-۶۸- برش و نصب برچسب‌های رنگی

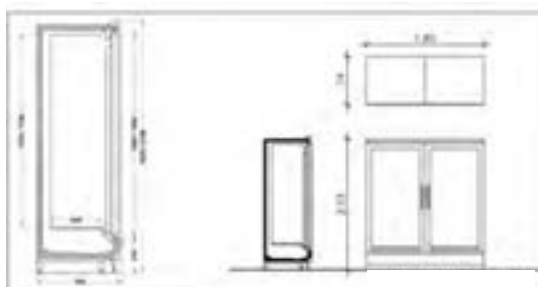


شکل ۵-۶۷- متصل کردن نهایی قطعات

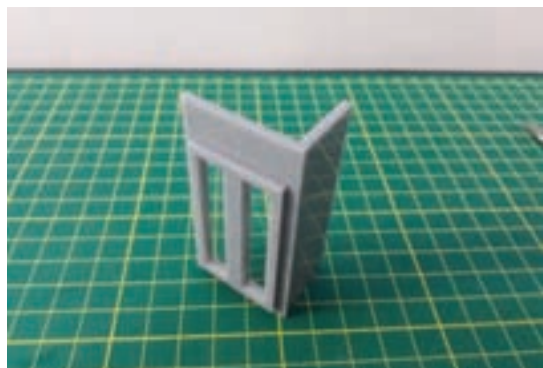
مراحل ساخت یخچال ایستاده برای نگهداری گوشت (مرغ، ماهی و...)



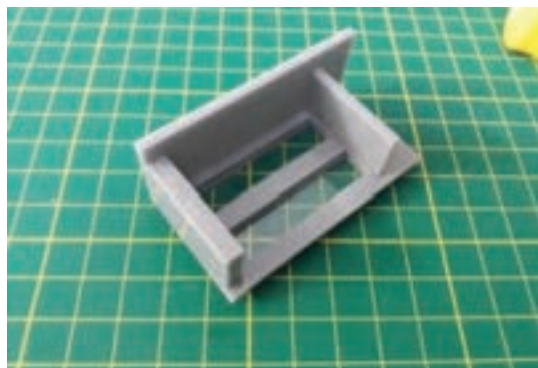
شکل ۵-۷۰- برش اجزای بدنه و درها



شکل ۵-۶۹- نقشه یخچال



شکل ۵-۷۲- تکمیل کردن و اتصال قطعات با چسب

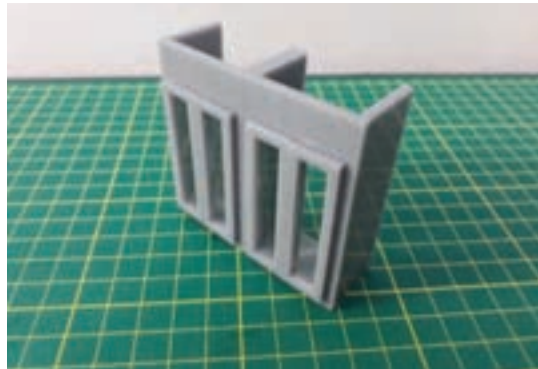


شکل ۵-۷۱- متصل کردن قطعات برش خورده

پودمان پنجم: ماکت سازی



شکل ۵-۷۴- برش و نصب برجسب‌های رنگی در روی درِ یخچال



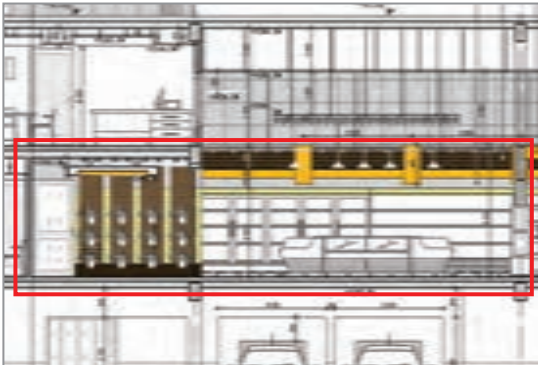
شکل ۵-۷۳- متصل کردن نهایی کار

بخش‌هایی از پروژه خود را انتخاب و پس از مشخص کردن مقیاس ساخت آن، با استفاده از مواد و مصالح مناسب آن را بسازید.

فعالیت



ساخت عناصر داخلی فضا (کف و دیوار)



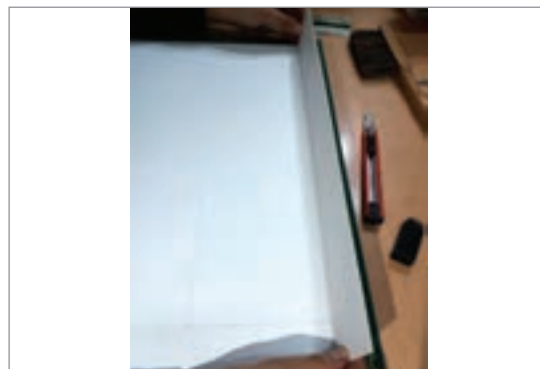
شکل ۵-۷۶- برش دیوارها



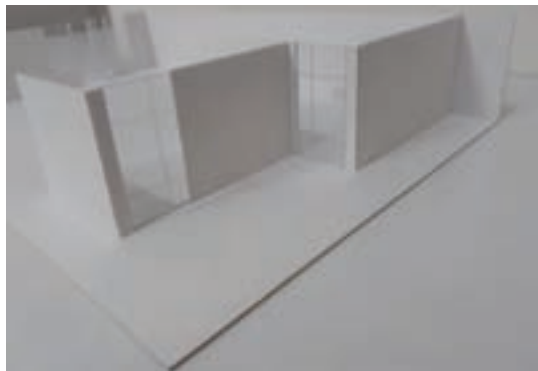
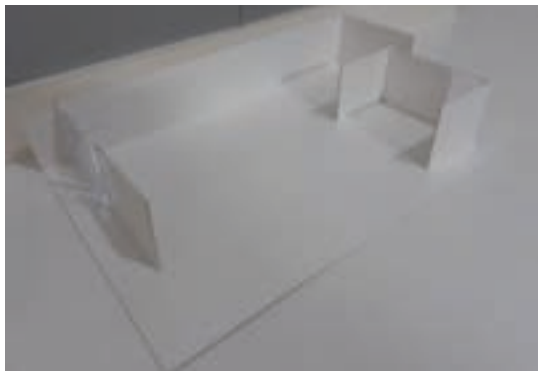
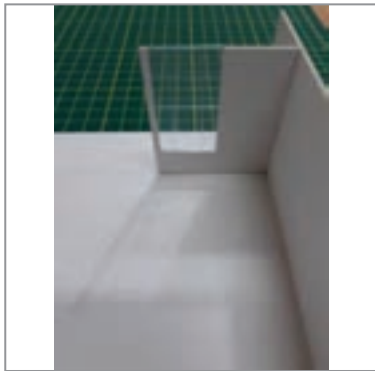
شکل ۵-۷۵- پلان غرفه مواد پروتئینی و سبزیجات



شکل ۵-۷۸- برش قطعات دیوارها و خالی کردن محل بازشوها و روزنه‌ها



شکل ۵-۷۷- قرار دادن نقشه پلان روی زیر کار



شکل ۵-۷۹- برش و اتصال دیواره‌های داخلی و نصب درهای ورودی



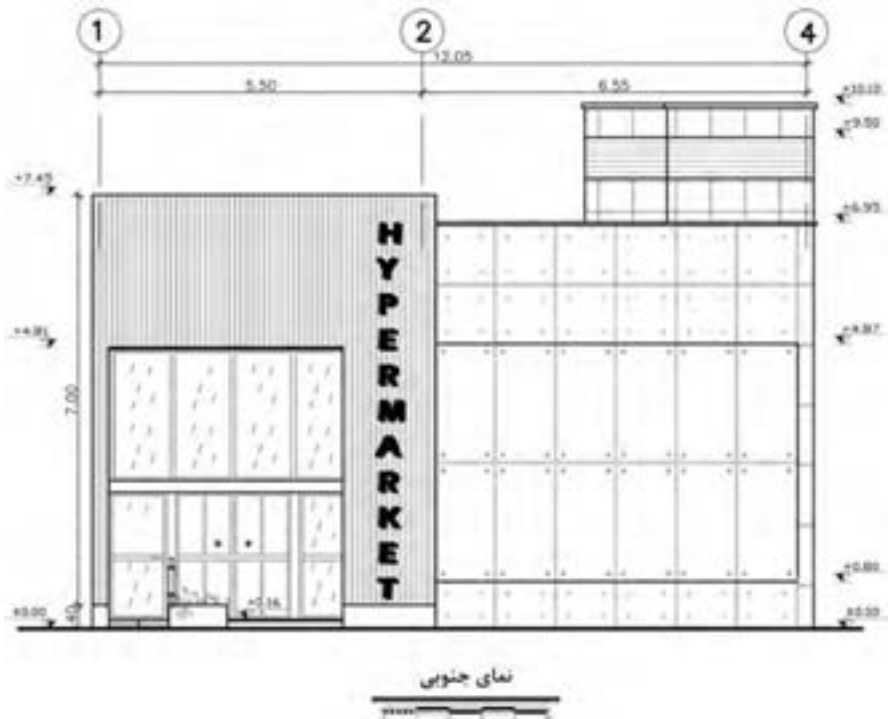
شکل ۵-۸۰- نمای نهایی غرفه محصولات پروتئینی و سبزیجات
فروشگاه

مرحله ساخت عناصر داخلی فضا و اتصال آنها
به یکدیگر را با توجه به مراحل که ارائه شد،
برای پروژه خود انجام دهید.

فعالیت



مراحل ساخت دیوارهای خارجی و نمای ساختمان
ساخت نمای ساختمان



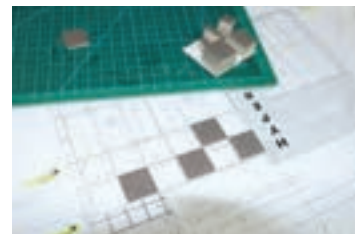
شکل ۵-۸۱- نقشه نما



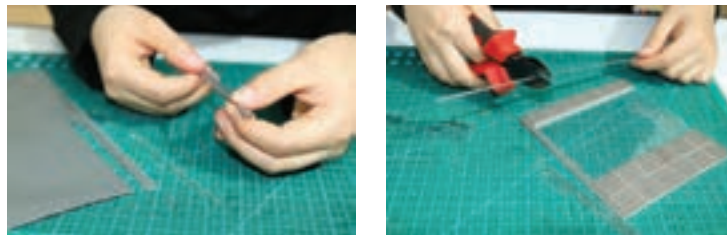
شکل ۵-۸۳- سوراخ کردن صفحات جهت نمایش محل‌های نصب



شکل ۵-۸۲- طراحی صفحات (پنل‌های) بتنی در نما



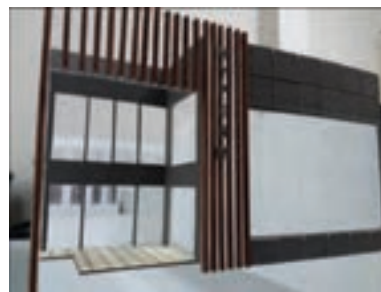
شکل ۵-۸۴- چسباندن صفحات بتنی بر روی صفحه رنگ بتن جهت نمایش اختلاف سطح



شکل ۵-۸۵- برش قطعات طلق شفاف برای ساخت نمای شیشه ای



شکل ۵-۸۶- نمونه چوب بالسا و به کارگیری آن در نمای فروشگاه



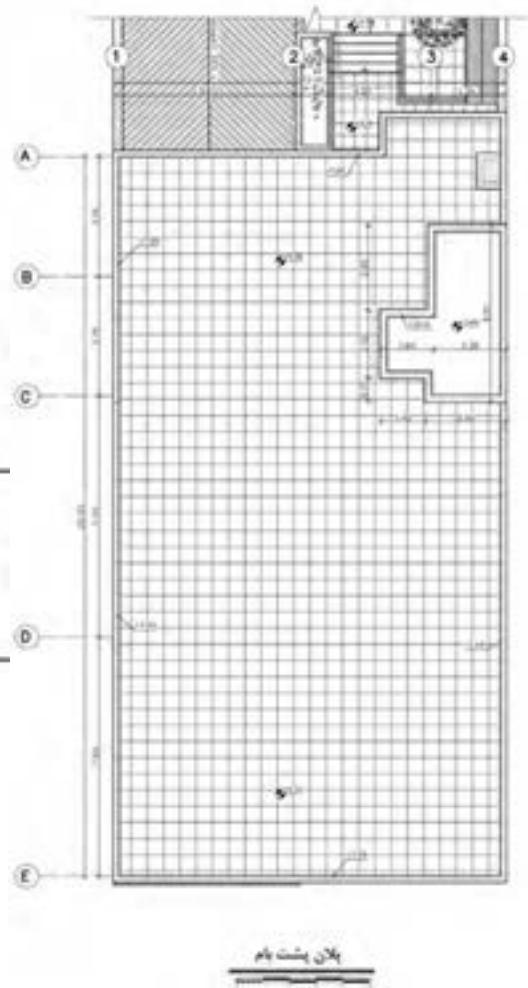
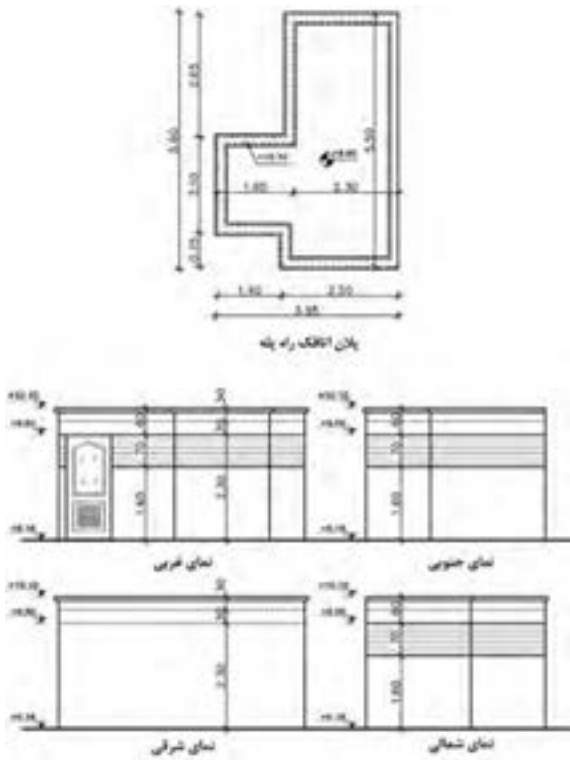
شکل ۵-۸۸- ساخت نمای شیشه‌ای با استفاده از طلق شفاف و ایجاد شیار بر روی آن

شکل ۵-۸۷- ساخت نمای چوبی: چسباندن برجسب‌های طرح چوب دور چوب بالسا



شکل ۵-۸۹- نصب شیشه‌های ساخته شده بر روی نما

مراحل ساخت سقف ساختمان



شکل ۹۰-۵- پلان پشت بام، خرپشته و برش خرپشته



شکل ۹۱-۵- ساخت سقف خرپشته



شکل ۹۳-۵- اتصال خرپشته



شکل ۹۲-۵- ایجاد شیار روی سقف



لازم به یادآوری است اجرای سقف به شیوه‌های دیگر از جمله به صورت شیروانی و... نیز با توجه به طرح هنرجویان مقدور خواهد بود.

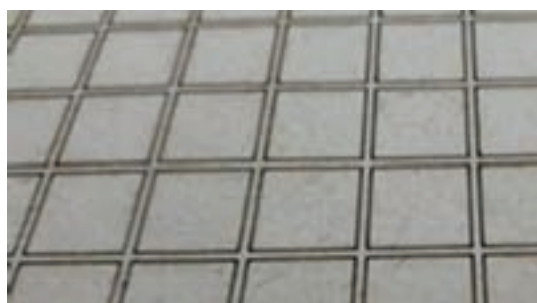
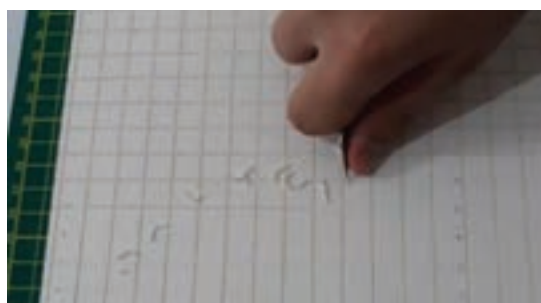
شکل ۵-۹۴- نصب خرپشته روی سقف

ساخت ورودی پارکینگ



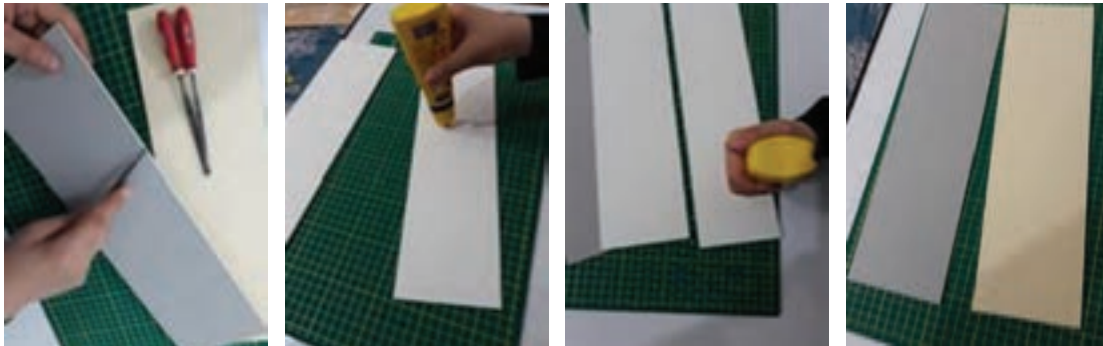
شکل‌های ۵-۹۵ و ۵-۹۶ و ۵-۹۷- برداشتن لایه‌های رویی مقوا و ایجاد طرح کرکره به وسیله کاتر و خط‌کش

■ مراحل ساخت کف‌سازی حیاط



شکل‌های ۵-۹۸ و ۵-۹۹- ساخت حیاط و کف با استفاده از برداشتن لایه‌ای از روی مقوا و ایجاد طرح موزاییک و سنگ‌فرش.

پودمان پنجم: ماکت سازی

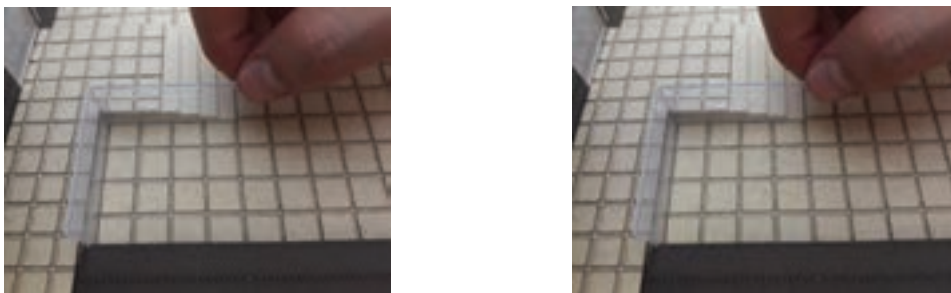


شکل های ۵-۱۰۰ تا ۵-۱۰۳- ساخت قاب و دیواره های اطراف ماکت و نمایش از جهات مختلف

مراحل ساخت پله ها

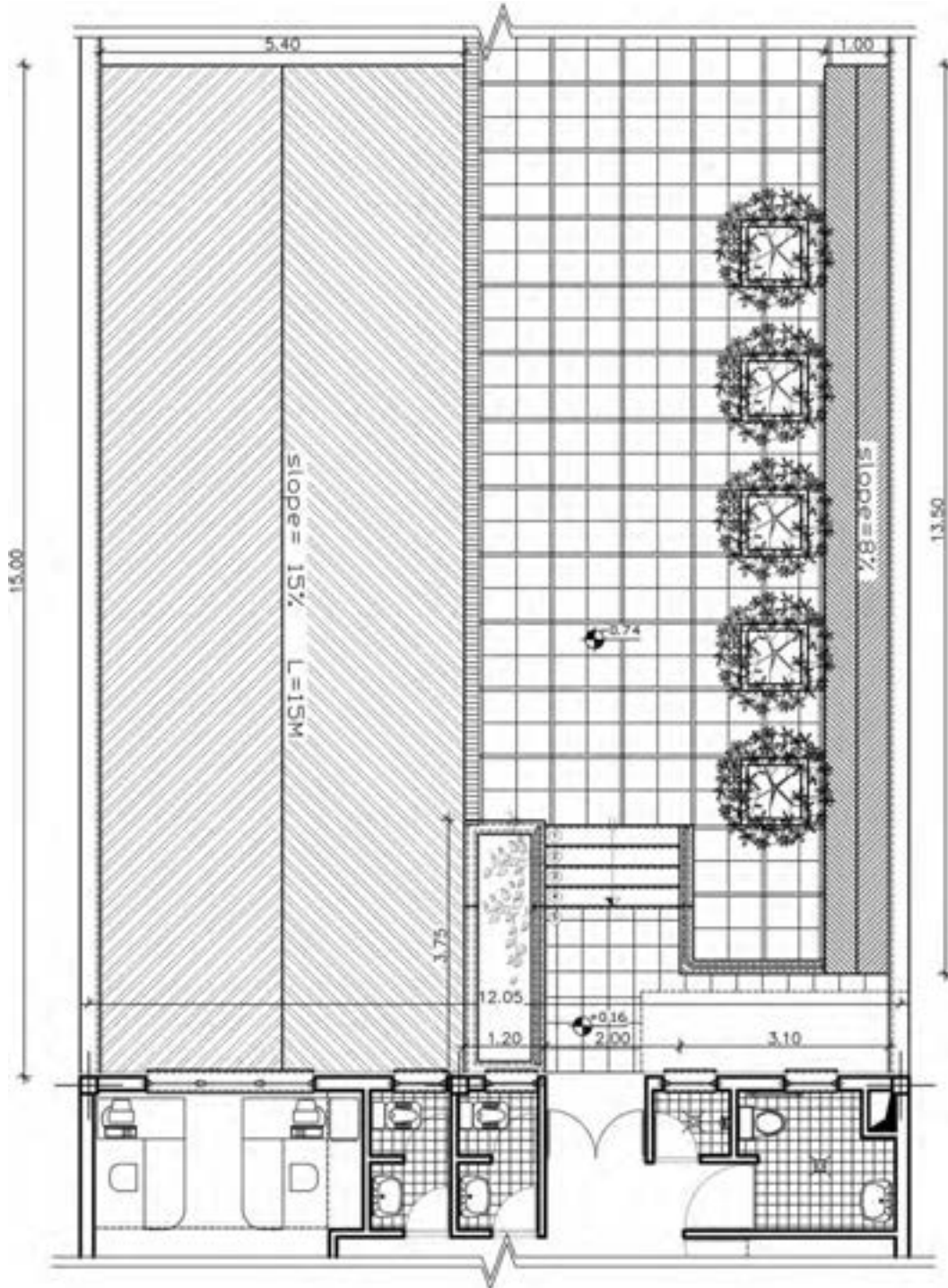


شکل ۵-۱۰۴- ساخت پله به روش قرارگیری چند لایه مقوا بر روی هم
شکل ۵-۱۰۵- آماده کردن پله و ایجاد شیار جهت نمایش سنگ فرش
شکل ۵-۱۰۶- نصب پله در محل ورودی



شکل ۵-۱۰۷- نرده: ایجاد خطوطی با کاتر بر روی پلکسی به منظور نمایش میله های نرده

■ مراحل ساخت رامپ



شکل ۸-۵-۱۰-۵- نقشه رامپ



شکل ۱۰۹-۵- برش قطعات رامپ



شکل ۱۱۰-۵- اجرای شیپ‌های رامپ با کاتر و فشار دست

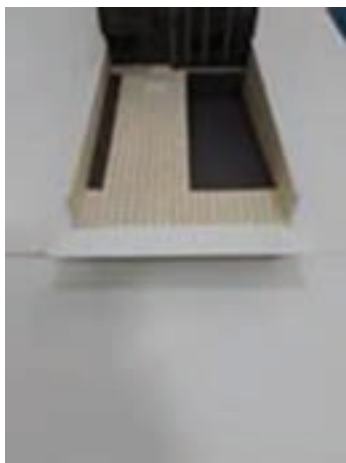


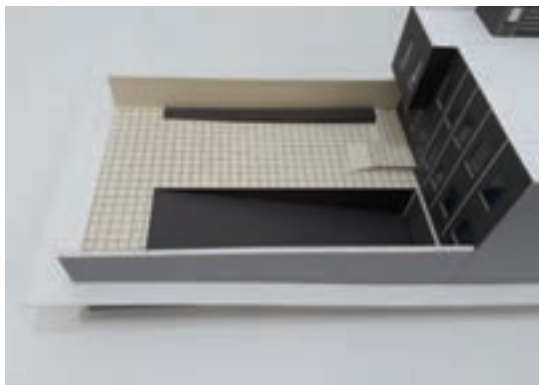
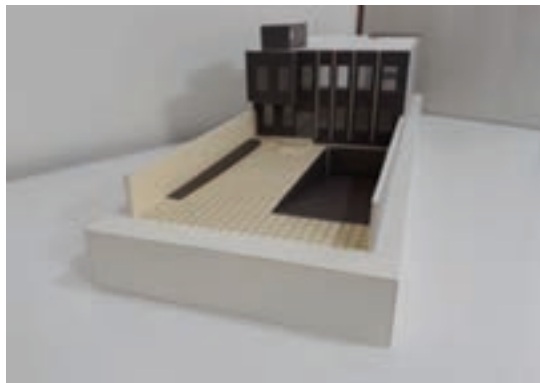
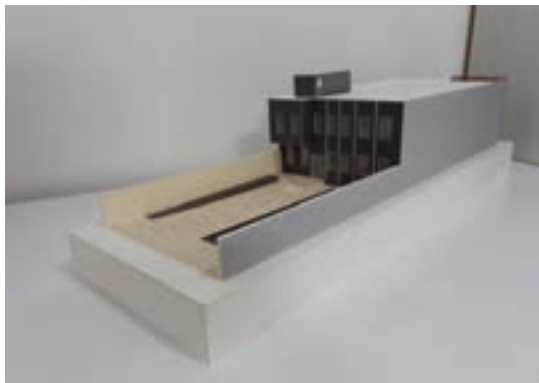
شکل ۱۱۱-۵- اجرای نهایی رامپ در پلان




■ ساخت پایه و صفحه زیر ماکت

با توجه به مقیاس ماکت به منظور نگهداری بهتر و نمایش مناسب‌تر ماکت برای آن پایه‌ای ساخته می‌شود. در اینجا پایه‌ای به شکل مکعب به ارتفاع ۷ سانتی‌متر سطحی بزرگ‌تر از حجم کلی ماکت (حدود ۲ تا ۵ سانتی‌متر) ساخته شده است و در پایان ماکت بر روی آن قرار می‌گیرد.





فعالیت



در پروژه‌ای که بخش‌هایی از آن ساخته شده است، رامپ و پله‌ها در بخش‌های خارجی آن قرار گرفته‌اند، ضمن توجه به آموزش مراحل ساخت آن، دقت کنید که می‌توانید از نحوه ساخت این اجزا در فضاهای داخلی نیز استفاده کنید.

شکل‌های ۵-۱۱۲ و ۵-۱۱۳ و ۵-۱۱۴- ساخت پایه و زیر ماکت

■ مراحل ساخت گلدان‌ها (فلاور باکس) و درختچه‌های تزئینی



شکل ۵-۱۱۶- برش فرچه و فرم‌دهی به آن برای درست کردن درخت



شکل ۵-۱۱۵- وسایل مورد نیاز برای ساخت درخت



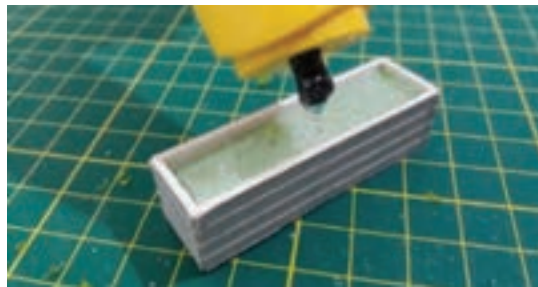
شکل ۱۱۸-۵- اضافه کردن پودر چمن بر روی درخت آماده شده و تکمیل کردن ساخت درخت



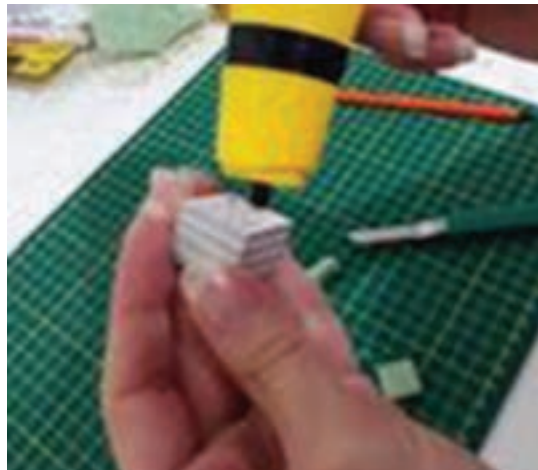
شکل ۱۱۷-۵- رنگ آمیزی و چسب زدن به درخت



شکل ۱۲۰-۵- جا نمایی محل درخت ها در داخل جعبه



شکل ۱۱۹-۵- ساخت جعبه های گل



شکل ۱۲۱-۵- چسب زدن و اضافه کردن پودر چمن در کف جعبه های گل



شکل ۱۲۲-۵ و ۱۲۳-۵- جعبه های نهایی ساخته شده در دو نوع تک گلخانه و جعبه کشیده

ارزشیابی شایستگی ماکت سازی

<p>شرح کار: بررسی نقشه‌ها و تعیین مقیاس مناسب ساخت ماکت، ساخت اجزای اصلی ماکت، اتصال اجزا به یکدیگر، ساخت اجزای فرعی و اضافه کردن آنها به ماکت، ساخت پایه برای نصب ماکت، اتصال ماکت بر روی پایه اصلی، پرداخت نهایی ماکت و رفع اشکالات احتمالی</p>			
<p>استاندارد عملکرد: ساخت ماکت طبق نقشه‌های فاز ۱ و ۲ و مقیاس ارائه</p>			
<p>شاخص‌ها: دروندادی: رعایت ایمنی در برش‌ها، انتخاب صحیح ابزار، به‌کارگیری صحیح ابزار، صرفه‌جویی در مصرف مصالح، خلاقیت در انتخاب مصالح فرایندی: بررسی نقشه‌ها، تهیه گسترده احجام در مقیاس موردنظر، تهیه پایه و اساس نصب ماکت، تبدیل گسترده‌ها به حجم، گذاشتن قطعات در کنار هم طبق نقشه، پرداخت و ساخت جزئیات محصول: ساخت یک ماکت مطابق نقشه‌های ارائه شده</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان: کارگاه ماکت‌سازی زمان: ۶ ساعت ابزار و تجهیزات: انواع کاتر، قیچی، چسب، خط‌کش و گونیای فلزی، سنباده، میز ساخت ماکت، مصالح ماکت‌سازی مانند مقوای ماکت‌سازی، فوم، چوب‌پنبه، چوب، پلکسی‌گلاس، یونولیت، گچ، خاک و رس، خمیر مجسمه‌سازی، نقشه و طرح اولیه، رنگ و راپید و قلم‌موهای لازم</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	حجم‌سازی	۲	
۲	نقشه‌خوانی نقشه‌های معماری	۲	
۳	ساخت ماکت	۲	
۴	ارائه ماکت	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت کیفیت		۲
	میانگین نمرات		
			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

- ۱ آشوری، پیروز. طالبیان، کسری (ترجمه و تألیف). فروشگاه. مشهد. کتاب کده کسری. بهار ۱۳۹۱.
- ۲ نثایی، وحید. اصول طراحی و چیدمان فروشگاه. تهران. نشر ترمه. ۱۳۸۹.
- ۳ رحیمی، الناز. طراحی فضاهای تجاری (اصول و مبانی معماری). تهران. نشر هنر معماری. ۱۳۹۰.
- ۴ چینگ، دی. ک. کورکی بینگلی. ترجمه محمد احمدی نژاد. طراحی داخلی. تهران. نشر خاک. چاپ سوم، بهار ۱۳۸۶.
- ۵ علیرضایی، مهدی. ابراهیمی، سمیه. معماری فضا: مبانی، روش‌ها، و تمرین‌های کاربردی در فضای داخلی. تهران. مؤسسه علم معمار. ۱۳۹۴.
- ۶ گریملی، کریس. سی‌سی، لاو. ترجمه سمیه سادات حسینی. اکبر دبستانی. مرجع و مشخصات فنی طراحی داخلی، مشهد. کتاب کده کسری. ۱۳۹۵.
- ۷ نویفرت، ارنست. امیر سرمد نه‌ری (گردآوری و ترجمه). اطلاعات معماری نویفرت. ویرایش ۴. تهران. انتشارات آذر و سیمای دانش. ۱۳۸۹.
- ۸ طالبیان، نیما. آتشی، مهدی. نبی‌زاده، سیما. مجتمع تجاری. تهران. انتشارات حرفه هنرمند. ۱۳۸۹.
- ۹ کسرائیان، نصرالله. عرشی، زیبا. بازارهای ایران. تهران. نشر آگه. ۱۳۸۹.
- ۱۰ سلطان‌زاده، حسین. بازارهای ایرانی. تهران. دفتر پژوهش‌های فرهنگی. ۱۳۸۰.
- ۱۱ تقوایی، ویدا. آشنایی با بناهای تاریخی. تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۵.
- ۱۲ حاجی قاسمی، کامبیز. گنج‌نامه، جلد ۹، بناهای بازار. تهران. مرکز اسناد و تحقیقات دانشکده معماری و شهرسازی. انتشارات روزنه. ۱۳۸۳.
- ۱۳ دفتر مقررات ملی ساختمان، مقررات ملی ساختمان (مبحث ۳، حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق)، تهران. نشر توسعه ایران. ۱۳۹۲.
- ۱۴ خویه، علی. مدیریت فروشگاه: چیدمان و مهندسی فروش. تهران. انتشارات آگه. ۱۳۹۲.
- ۱۵ نویفرت، ارنست. نویفرت، پیتر. ترجمه حسین مظفری ترشیزی. اطلاعات معماری نویفرت. تهران. نشر آزاده. ۱۳۸۶.
- ۱۶ دچیارا، جوزف. پانرو، جولیس. زلنیک، مارتین. ترجمه میرحسین سیفی. استانداردهای جامع معماری داخلی و طراحی فضا (تایم سیور Time-Saver). تهران. نشر شهراب. چاپ اول. ۱۳۹۱.

۱۷ کارلن، مارک . جیمز، بنیا. ترجمه محمد احمدی نژاد. مبانی طراحی نورپردازی (اصول و روش‌های روشنی‌بخشی معمارانه فضا). تهران. نشر خاک. ۱۳۸۷.

۱۸ خان محمدی، محمدعلی. نقشه‌کشی معماری. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۵.

۱۹ مجموعه‌ای از کاتالوگ‌های مربوط به نورپردازی، بتن اکسپوز، سیستم اسپایدر، لوورهای چوبی، تجهیزات فروشگاهی و...

۲۰ انجمن نورپردازی ایران (موسسه مهندسی روشنایی و نورپردازی ایرانیان) www.iesi.ir

۲۱ افتخاری، عباس. حجم‌شناسی و ماکت‌سازی. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۶.

۲۲ صمصام حیدری، سیدقاسم. متره و برآورد. نشر طحان. چاپ اول. تهران. ۱۳۸۵.

۲۳ فهرست بها واحد پایه، رشته ابنیه، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۹۴.

۲۴ نیکخواه، عباس. متره و برآورد. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۵.

۲۵ Ganslandt R, Hofmann H (۲۰۰۸). Handbook of Lighting Design, ERCO Edition. ۲۸۹ page.

