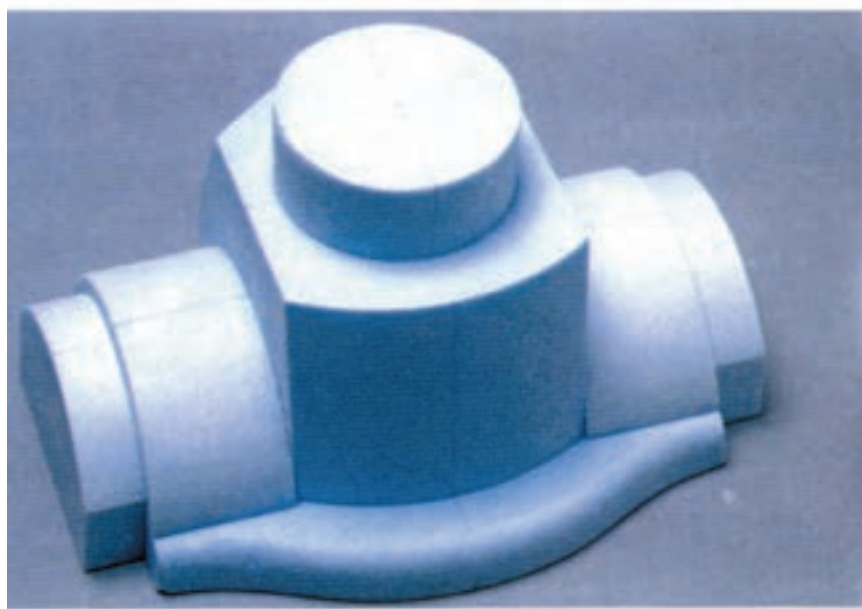


## ساخت مدل بلوفومی به روش تکمیلی با خمیر



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



۱- برش قطعات از پیش طراحی شده از بلوفوم



۲- مونتاژ 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- زیرهای 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 جدا کننده 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 دندانه دار، سطوح ناخواسته را بتراشید.



۲۹

۲۱- سطوح داخلی لازم کاربردی را صاف کنید.



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



۲۲- لبه 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 مرحله‌ای 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- به‌طور 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 زهوار خطوط اصلی روی مدل اجرا می‌گردد.



۹- مدل تکمیل شده

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

## ابزار مدل سازی (Modeling Tools)

ابزار مختلفی برای باربرداری از گل و خمیر به کار می رود که سفتی مواد و شکل مدلها، ابزار باربرداری آنها متفاوت است. در کار مدل سازی استفاده از انواع خط کشها، سوهانها، منحنی یابها، شابلونها و... رایج است. لیکن این نوع خمیرها را بسته به وسعت سطح و سختیشان با ابزار و آلات دستی مثل تیغها

و تراشنده ها و نوع سخت آن را با ابزار و دستگاههای بزرگ ماشینی، تراشیده و شکل می دهند. از حرارت هم برای نرم کردن و سهولت شکل پذیری استفاده می شود 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 شده اند.



- ۱- ابزار سیمی برنده گل و خمیر ۲- ابزار تسمه ای تراشنده گچ و بالکلی (یک روی آن تیز و روی دیگر آن، اره ای شکل است).
- ۳- کارد مدل سازی (برای گذاشتن گچ، گل و خمیر) ۴- لیسه ۵- لیسه لاستیکی برای ایجاد قوسهای مختلف ۶- گونیای فلزی

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

## گچ

ماکتهای گچی نسبت به سایر ماکتها سابقه بیش تری دارند. ولی ماکت سازان فعلی، با این تکنیک، کمتر آشنا هستند. در گذشته، ابتدا طرح را با گل می ساختند و سپس از ماکت گلی، قالب گچی می گرفتند. معمولاً زمانی از ماکت گچی استفاده می شود که ساختن آن با مصالح دیگر، مشکل و یا غیر عملی باشد.

گچ، برای ساختن ابعاد بزرگ و ساده مناسب است. این ماده، یکی از شکل پذیرترین و ارزان ترین مواد است و برای ماکتی که در فضای بسته نگهداری می شود بسیار مناسب می باشد. این امتیازات، به علاوه کاربرد آسان و نیاز به وسایل اندک، آن را به ماده ای مطلوب بدل کرده است. در کارهای بزرگ، گچ ساخته شده را با دست به کار می مالند و نسبت گچ و آب

ممکن است تغییر کند. اگر مقدار آب کمتر باشد استحکام گچ افزایش پیدا می کند. اگر قرار است که سطح کار سنباده زده شود تا سطح نهایی صافی به دست آید، گچ نرم مطلوب تر است. در این صورت، مخلوطی که در نهایت به کار می رود دارای آب بیش تری 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. لایه کشی با مخلوطی که آب کمتری دارد باعث ایجاد نقطه هایی خواهد شد که غالباً با سنباده صاف نمی شود و صافی سطح نهایی در پایان به صورت صاف و یکنواخت در نمی آید و مهم تر آن که، اگر میزان آب در دفعات مختلف تغییر یابد، هنگام تراشیدن، باربرداری از لایه های مختلف به یک اندازه انجام نمی شود و در نتیجه سطح مورد نظر پله ای 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 دوم



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 سوم



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.  
(پایان مرحله سوم)



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 پین 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 بزنند. 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 ماکت سازی

**گچ دندان پزشکی یا ژئوسیت:** این گچ را می‌توان با هم زدن رقیق کرد و با یک قلم مو به کار گرفت. قلم مو باید تمیز باشد و به طور 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، بسته بندی می‌نمایند. این گچ با نام «گچ ژئوس» در بازار عرضه می‌گردد.

**گچ مولد/نو:** از انواع گچ دندان پزشکی 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 فرآجاق گاز 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 بیش تر 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 این که از فر بیرون آورده 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 این که 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، ماده ای 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 کشو - ساخته شده با استایروفوم - بلوفوم و روکش پشت چسبدار چوب

## امتیازات عمده چوب

۱- فرم پذیری چوب

۲- برش خوردن راحت

**فورمیکا:** فبریست 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 بیش‌تر برای ماکتهایی با سطح نهایی پردوام که سطح صاف و صیقلی دارند به کار برده می‌شود.

**چوب باروکش پلی‌استر:** اگر به سطح شفاف و یک‌دست نیاز داشته باشیم و کل سطح ما نیز مسطح باشد می‌توان از لایه قابل پاشش رزین پلی‌استر استفاده کرد که با ضخامت تا چهار میلیمتر نیز وجود دارد و سطح کار را شیشه‌ای و غیرقابل نفوذ می‌کند. پلی‌استر با پاششی می‌تواند شفاف و بی‌رنگ و یا رنگی باشد. قابلیت سنباده و پولیش خوردن بعدی را داشته و سطحی مناسب را برای ساخت صفحه 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 واقعی‌تر نشان دادن ماکت یاری دهد کاملاً صحیح و بجاست. مواردی پیش می‌آید که اگر از صفحات، میله‌ها و قطعات فلزی در کار استفاده شود، هم جلوه نمایشی بهتری دارد و هم این که نوع اتصال، تا کردن و پرس کردن روی هم می‌تواند راحت‌تر و سریع‌تر و بهتر انجام پذیرد. قطعات فلزی را می‌توان با چسب، لچیم، 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 ماکت‌ساز است که می‌تواند به یاری او شتافته، او را در انتخاب اتصالات مناسب یاری دهد.

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

**چوب ماهون، چوبی نرم و یک‌دست است و برای تراشیدن بسیار مناسب می‌باشد.** در صورت دسترسی نداشتن به چوب ماهون، از چوب گلابی استفاده می‌شود که البته چوبی سفت است. در ساخت ماکت، از 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.

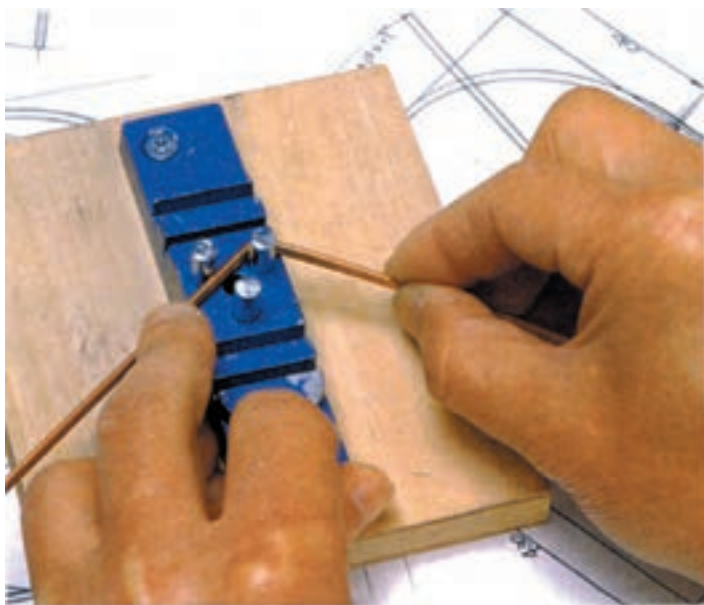
**ابزار کار با چوب:** تقریباً ابزارهایی که برای کار با مقوا از آنها نام برده شد، جواب‌گوی کار با چوب نیز هستند. فقط چند ابزار دیگر نیز باید به آنها اضافه کرد مثل: مغار، اسکنه، رنده و....

## نارسیه‌های چوب

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

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

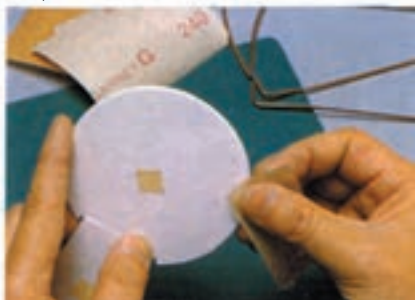
۳- **تغییر فرم‌های ناخواسته چوب:** انبساط و انقباض ابعاد چوب در برابر هواهای با رطوبت متفاوت سبب تغییر شکل ظاهری آن می‌گردد.



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



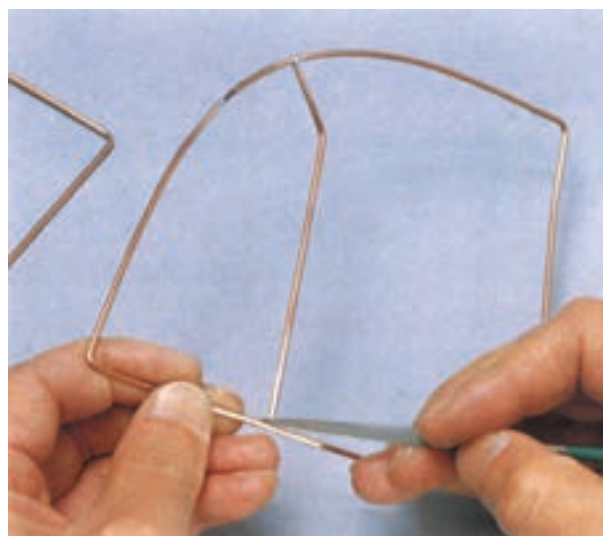
۲- خمها با نقشه تطبیق داده می‌شود و در صورت لزوم اصلاح می‌گردد.



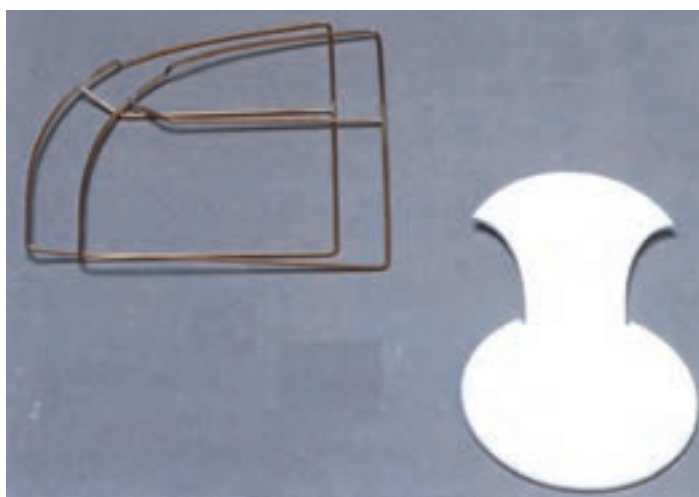
۳- اطراف مقوای بریده شده با سنباده به‌طور کامل صاف می‌شود.



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



۵- اضافه‌های لحیم با سوهان زدوده می‌شود.



۶- قطعات، برای نصب نهایی آماده هستند.



۷- مدل تکمیل شده

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.

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

### 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 تار 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



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

پلی‌استر ریختگی: ممکن است بخواهیم قطعه 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،

۱- Stainless Steel

۲- Epoxy

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

۴- رزین: صمغ یا چسبی که امروزه بیش‌تر به صورت 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 ماندنش، 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، گریسها، اسیدهای غیر اکسیدکننده، 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



الف

شکل ۳۳- ماکت‌های ساخته شده با آکرلیک (پلکسی گلس)

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 دندان‌رِیزتر از چوب‌بر و درشت‌تر از فلزبر، ارّه نواری دندان‌رِیز، ارّه عمود بر (چکش‌شی) دندان‌رِیز، ارّه مویی، سنگ‌سای برقی رومیزی و دستی — گیلانس<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- گیلانس: صفحات پارچه‌ای پنبه‌ای مدور که روی هم دوخته شده و قطری حدود ۳ سانتیمتر را با دایره‌ای بین ۳۰-۲۰ سانتیمتر 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 کلو فرم 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 کلو فرم، می باید کلو فرم 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 عبارت اند 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 حرارت های 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 خلاء 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 مستحضری 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 چسبانیدن قطعات پلاستوفومی و بلوفومی کاربرد ندارد زیرا آنها را می خورد.

چسب لاتکس: مخصوص چسبانیدن 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 الکلی: 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 چسبانیدن اکثر قطعات مثل سنگ، بتن و غیره و حتی قطعات نامشابه کاربرد دارد و انواع مختلفی هم دارد و در دو نوع رنگی و 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