جزوه

آشنایی با آبگینه

درس:

آشنایی با آبگینه

رشته:

کارشناسی

بخش هنر و معماری

دانشگاه پیام نور

فصل اول :تعاریف

۱ – تعریف شیشه

مواد اولیه

خواص

۲ – تعریف استین

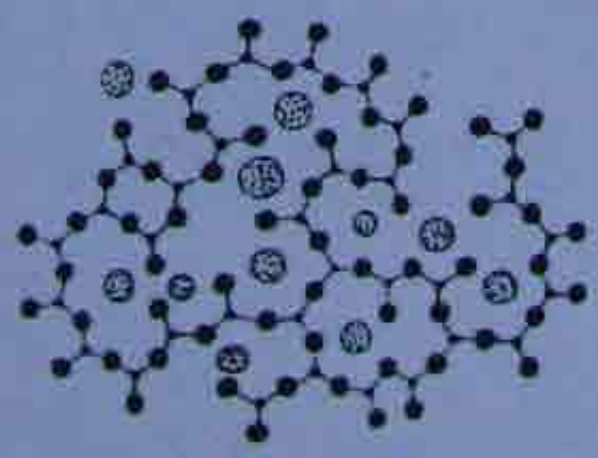
۳ – تعریف فیوز

۱ – تعریف شیشه

شیشه یک ماده ی غیر بلوری و شفاف و یا اپک[1] و شکننده است که نتیجه ی ذوب سیلیس و یا نتیجه ی ذوب ماسه با گدازآور[2] است . برای مقاصد مختلف شیشه های متنوعی ساخته می شود. (صادقی لر ، ۱۳۸۲ : ۸)

«شیشه در اذهان عمومی به عنوان جسمی بلوری جای گرفته است و گاه بلور خوانده می شود . اما برخلاف این تصور در ساختار شیشه هیچ نوع بلوری وجود ندارد . در هر جسم جامد ، عناصر دارای نظم و ترتیبی هستند که به آن ساختار جسم یعنی ساختمان داخلی جسم می گویند اما این ساختار در مورد شیشه تا مدت ها مبهم بود .

شیشه برخلاف تمام جامدات دیگر فاقد ساختار درونی منظم و یکنواخت است . تفاوت اصلی بین حالت جامد و مایع هر ماده ی مشخص ، مثلا یخ و آب و یا آهن مذاب و آهن جامد ، وجود ساختار متقارن و منظمی در جامدات است که اصطلاحا بلور یا کریستال نامیده می شود . حال آن که با بالا رفتن درجه حرارت تا حد حرارت ذوب ، نظم درونی ماده درهم ریخته و جسم از نظر ساختار درونی بی شکل و نامنظم می شود . شیشه تنها جامد بی شکل است[3] (تصویر۱ – ۱) و از همین روست که می توان آن را در حقیقت جامدی مجازی دانست . این خصوصیت غیر عادی در ساختار درونی شیشه تعیین کننده ی بسیاری از [...] ویژگی ها و خواص این ماده ی پر مصرف است . اگر چه از شیشه غالبا به عنوان کریستال یاد می کنند ولی باید دانست که در حقیقت ساختمان شیشه هیچ گونه ارتباطی با کریستال که جسمی است معدنی (کوارتز شفاف[4]) ندارد . لکن از زمان کشف شیشه تا کنون شیشه گران همواره سعی کرده اند شیشه را شبیه کریستال تراش دهند . این تلاش بیشتر بر روی شیشه ی شفاف بدون رنگ انجام گرفته است .



تصویر ۱–۱: قسمت کوچکی از نمای دو بعدی ساختمان شیشه سودا (سیلیس)، دوایر بزرگ نقطه چین شده نمایان گر (Na)، دوایر کوچک سیاه رنگ با سه بازوی اتصال نمایان گر سیلیکون (Si) و دوایر متوسط سیاه رنگ با یک یا دو بازوی اتصال نمایان گر اکسیژن هستند

مصنوعات شیشه ای باستانی از ترکیب اصلی سه ماده ، شن یا سیلیس ، سودا یا پتاس و آهک ساخته شده اند» (علی اکبر زاده گرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۱۵ – ۱۲)

که ترکیب همین سه ماده به دلیل جذب رطوبت ، باعث بروز صدف گرفتگی[۵] در شیشه های باستانی شده است. ماده ی اصلی شیشه، سیلیس یا ماسه است . مواد دیگر هم از قبیل کربنات دوسود و نیترات دوسود و آهک به نسبت های معین به آن می افزایند و با هم مخلوط می کنند و در کوره با حرارت ۱۵۰۰ درجه سانتی گراد ذوب می کنند. (عمید ، ۱۳۶۹ : ۸۶۶) ولی از آن جا که این ترکیبات باعث پیدایش رنگ سبز ناخواسته شیشه و تغییر خواص آن می شود ، موادی نظیر نیترات پتاسیم و بی رنگ کننده ها نیز به مقادیر معین به بار[۶] شیشه اضافه می شود.

شیشه عجیب ترین ماده ای است که بشر با آن آشنا شده است و به همین دلیل است که پیشنهاد شده که شیشه به عنوان مایع فوق تبرید شده[۷] چهارمین حالت ماده نام گرفته و در کنار سه حالت دیگر یعنی جامد ، مایع و گاز قرار گیرد. در ضمن مطرح می گردد که شیشه مایعی است مذاب که بدون آن که متبلور شود ، سرد و سخت شده است.

شیشه مایع ، ممکن است منجمد شود و تحت شرایطی ، ممکن است متبلور شده به صورت یک جسم کاملا جامد در آید . در این حالت می گویند جسم متبلور شده است و محصول حاصل دیگر شیشه نیست . دمایی که در آن تبلور شیشه بسیار محتمل است ، درست در مرز دمای ذوب قرار دارد . چنین دمایی برای شیشه معمولی ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد است .

در دمای اتاق ، تبلور شیشه صورت نمی گیرد زیرا جسم در این حالت آن قدر سرد شده که متبلور نمی شود. (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۸)

شیشه با ترکیبات گوناگونی ساخته می شود که نتیجه ی آن شیشه های شفاف ، نیمه شفاف و مات در رنگ های مختلف است. مواد دیگری نیز برای تهیه انواع شیشه و اکسیدهای فلزی برای تولید شیشه رنگی ، به آن اضافه می شود ، اما دقیق ترین تعریفی که از شیشه می توان ارائه داد این است:

استاندارد A.S.T.M واژه ی « شیشه » را به صورت زیر تعریف نموده است :

شیشه : محصولی غیر آلی ذوب شده ای است که بدون تبلور تا مرحله سخت شدن سرد شده باشد.

همچنین موری[۸] (محقق صنعت شیشه آمریکا) شیشه را بدین صورت تعریف می کند :

جسمی غیرآلی که شرایط موجود آن بنباله و شبیه مایع همان جسم بوده ، ولی در نتیجه ی تغییر برگشت پذیر ، به چنان درجه ای از گرانروی رسیده است که از نظر کلیه شرایط عملی می توان آن را جامد فرض کرد. (Tooley ، ۱۳۷۲ : ۵)

« شاید بتوان صفات متعدد شیشه را چنین خلاصه کرد :

۱ – ماده ای است مصنوعی (مصنوع دست انسان یا طبیعت) از سنگ یا ماسه و نمک فلزات.

۲ – قابل ذوب توسط یک شعله ی قوی .

۳ – در حالت مذاب قابلیت چسبندگی و اتصال دارد .

٤ – در آتش سوخته نمی شود ، چیزی از آن به هدر نمی رود و خاکسترنمی گردد .

٥ – وقتی از شدت حرارت سرخ شد قابلیت لوله شدن و شکل پذیری دارد ، اما چکش خوار نیست .

٦ – می توان آن را برخلاف هر عنصر معدنی به وسیله دمیدن توخالی و باد کرد .

۷ – قابلیت کش آمدن دارد .

۸ – سرما و رطوبت در آن تاثیر نمی گذارد .

۹ – در میان اجسام و عناصر طبیعی تنها با الماس می توان شیشه را برید .

۱۰ – هر گونه اکسیدهای رنگی فلزات را می توان با آن مخلوط کرد و یا هر گونه رنگی را به سطح آن مالید .

۱۱ – کمتر اسیدی بر روی آن تاثیر دارد .

۱۲ – با هیچ ماده ای نمی توان رنگ و یا خواص دیگر آن را جدا کرد .

۱۳ – شفاف است ، چه در حالت مذاب و چه در حالت انجماد.

۱٤ – در اثر استفاده طولانی هیچیک از خواص خود را از دست نمی دهد.

۱٥ – با فلزات ترکیب می شود و آنها را نرمتر می کند.

۱٦ – محکمترین و در عین حال ضعیف ترین است.

۱۷ – نور را از خود عبور می دهد و سد راه دید انسانی نیست.

۱۸ – مقاومت الکتریکی دارد.

۱۹ – خاصیت تجزیه نور را دارد.» (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۱٦ و ٥)

مواد اولیه

« [همان طور که قبلا ذکر شد] مصنوعات شیشه ای باستانی از ترکیب اصلی سه ماده ، شن یا سیلیس ، سودا یا پتاس و آهک ساخته شده اند . سودا به عنوان گدازآور برای پایین آوردن درجه ذوب بیش از ۱۷۰۰ درجه سانتی گراد به ۱۵۰۰ تا ۱۴۰۰درجه و سنگ آهک به عنوان ماده سفت کننده به کار می رفته اند . اما شیشه گری امروزه دارای تکنولوژی پیچیده تری است و مواد مورد استفاده برای ساختن شیشه به مراتب متنوع تر است» (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۱۵)

شیشه از اختلاط بعضی از اکسیدها تهیه می شود و خواص هر شیشه بستگی به نسبت ، مقدار و نوع اکسیدهای سازنده ی آن دارد.

اگر چه تقریبا تمام عناصر جدول تناوبی می توانند در ترکیب شیشه حضور داشته باشند ولی به ندرت می توان ترکیباتی را یافت که محتوی مقادیر قابل ملاحظه ای از سیلسیم ، بور یا فسفر نباشد. به همین لحاظ معمولا این عناصر را که به عنوان اجزای اصلی شیشه اکسیدی تلقی می شوند به نام " عناصر سازنده شیشه " و در شکل اکسیدی آنها به نام " اکسیدهای سازنده شیشه " یا " شبکه سازها " می خوانند .
گاهی اکسیدهای دیگری که در عین گرایش به شیشه سازی ، کیفیت لازم را به صورت کامل ندارند "واسطه" می خوانند . این مواد با خواصی که دارا هستند ، به شیشه استحکام مکانیکی می بخشند. (Tooley ، ۱۳۷۲ : ۳)

این اکسیدها با یکی از مواد اصلی شبکه شیشه پیوند برقرار می کنند . هم مواد اصلی سازنده شیشه و هم واسطه ها پیوندهای قطبی پدید می آورند و باعث محکم شدن ساختمان شیشه می شوند (مانند اکسید آلومینیوم) . اکسیدهایی را که عملا تمایلی به شیشه سازی ندارند " تعدیل کننده " می نامند و موادی هستند که نقطه ی ذوب را پایین می آورند و برای جلوگیری از هوازدگی و کریستالیزه شدن به کار می روند مانند : اکسید سدیم ، اکسید منیزیم ، اکسید پتاسیم و اکسید کلسیم. (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۲۶)
در جدول (۱) دسته بندی گروهی از اکسیدهای معمول در شیشه ها ارائه گردیده است . در واقع این نکته حائز اهمیت است که مرز مشخصی بین گروه های "شیشه ساز " ، "واسطه " و "تعدیل کننده " وجود ندارد و ممکن است در برخی ترکیبات " واسطه ها " به عنوان "شیشه ساز " عمل کرده در ترکیبات دیگر نقش " تعدیل کننده " را بر عهده داشته باشند .

جدول (۱)

شیشه سازها	واسطه ها	تعدیل کننده ها
B_2O_3 بور	Al_2o آلومینیوم	Mgo
Sio2	sb_2o_3	Li_2o
Geo_2 ژرمانیوم	zro_2 زیرکونیوم	Bao
P_2o_5	Tio_2 تیتانیوم	cao
V_2O_5 وانادیوم	Pbo سرب	sro
As_2o_3 آرسنیک	Beo	Na_2o
	Zno	k_2o

نوع دیگری از دسته بندی به ویژه شیشه های سیلیکاتی ، اکسیدهای معمولی را به سه گروه زیر تقسیم می کند :

۱ – شیشه سازها

۲ – تعادل دهنده ها

۳ – گدازآورها

" شیشه سازها " با همان روش قبلی دسته بندی معادلند ؛ با این تفاوت که sio_2 را باید به عنوان مبنی تلقی کرد ،

" گدازآورها " اکسیدهایی هستند که در دماهای نسبتا پایینی با مخلوط مواد اولیه ترکیب شده . عموما شامل اکسیدهای قلیایی گروه ۱ جدول تناوبی می باشند .

شیشه های محتوی مقادیر زیاد این اکسیدها مقاومت شیمیایی ضعیفی دارند به طوری که شیشه های سودا – سیلیکا در آب محلول بوده و به عنوان سیلیکات های محلول یا شیشه های محلول در آب دسته بندی می گردند .

" تعادل دهنده ها " اکسیدهایی هستند که مقاومت شیمیایی بالایی در شیشه ایجاد کرده به علاوه به همراه گدازآورها خصوصیات شیشه را برای عملیات شکل دادن کنترل می نمانید. (Tooley ، ۱۳۷۲ : ٤ و ۳)

یک بار شیشه تجاری شامل حدود هفت تا دوازده ماده جداگانه است که قسمت عمده ی آن را چهار تا شش ماده تشکیل می دهند که به مواد خام اساسی موسومند و عبارتند از :

الف / سیلیس (دی اکسید سیلیکون) : ماده ی اصلی بخش عظیمی از شیشه های معمولی است . دی اکسید سیلیکون در طبیعت به صورت بلور خالص مانند کوارتز و کریستوبالت و به صورت ترکیباتی از تعداد کثیری از سیلیکات های معدنی ، به وفور وجود دارد . شن و ماسه ، درصد بالایی از دی اکسید سیلیکون دارند .

نقطه ی ذوب بلورهای خالص دی اکسید سیلیکون در حدود ۱۷۰۰ درجه سانتی گراد است . بنابراین شیشه هایی از جنس sio_2 خالص تقریبا از دمای ۱۷۰۰ درجه سانتی گراد به پایین ، به زیر نقطه انجماد می رسند. (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۲۱)

« ب / کربنات سدیم : به عنوان کمک ذوب و کاهش دهنده ی ویسکوزیته (ناروانی) شدید سیلیس به کار می آید.

ج / آهک : برای مقاوم ساختن بیشتر شیشه در مقابل نفوذ آب استفاده می شود .

د / فلدسپار : به عنوان متعادل کننده و تثبیت کننده به کار می رود.» (یاوری ، ۱۳۸۳ : ٤٧)

ما بقی مواد تشکیل دهنده ی بار مشتمل بر چندین ماده ی اضافی را از میان پانزده تا بیست ماده ای که معمولا به مواد جزئی موسومند ، انتخاب می کنند این مواد به قرار زیر می باشند :

۱ – تصفیه کننده شیشه : اکسیدارسنیک ، نیترات سدیم ، انواع سولفات ها ، کلرور سدیم .

۲ – رنگبرهای شیشه : سلنیم ، اکسید کبالت ، دی اکسید منگنز ، ترکیبات قلیایی خاکی .

۳– مواد اکسید کننده : نیترات سدیم ، انواع سولفات ها ، اکسیدارسنیک.

٤ – مواد احیا کننده : کربن ، گوگرد و سولفیدها .

٥ – کمک ذوب ها : نیترات سدیم ، فلورین ، سولفات ها.

٦ – کف زداها : سولفات سدیم ، سایر سولفات ها .

۷ – مواد مات کننده : جوانه زا .

۸– رنگ کننده های شیشه. که به انواع آن در جدول (۲) اشاره می شود.

(Tooley . ۱۳۷۹ : ۳۱)

جدول ۲

«ماده	تحت شرایط احیا	تحت شرایط اکسیده
سولفورکادمیم	زرد	-
سولفورکادمیم سلنیم	یاقوتی (با گرم کردن مجدد)	-
اکسید کبالت	آبی – بنفش	آبی – بنفش
اکسید مس (آبی)	آبی مایل به سبز	آبی مایل به سبز
اکسید کوئیورو	یاقوتی (با گرم کردن مجدد)	آبی مایل به سبز
اکسید سدیم	زرد	زرد
تیتانیا	-	-
اکسید کرمیک	سبز – زمردی	سبز مایل به زرد
طلا	-	یاقوتی (با گرم کردن مجدد)
اکسید آهن	سبز مایل به آبی	سبز مایل به زرد
دی اکسید منگنز	-	یاقوت ارغوانی تا ارغوانی
اکسید نئودیمیم	بنفش	بنفش
اکسید نیکل	در شیشه های k_2O بنفش درشیشه های قهوه ای Na_2 قهوه ای	همان همان
سلنیم	صورتی	ناپایدار
گوگرد	زرد تا کهربائی	-
اورانیوم	سبز یا فلوئورسانس	زرد با فلوئورسانس سبز »

(Tooley ، ۱۳۷۹ : ۵۲)

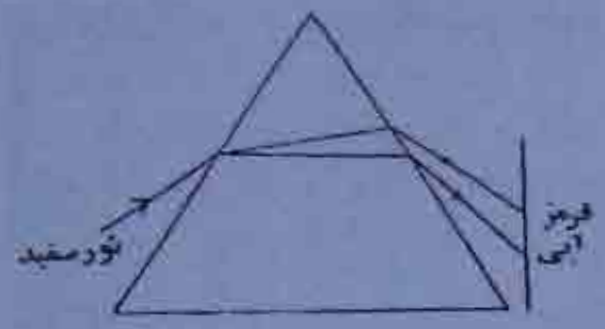
لازم به تاکید است که اگر به این مواد، مواد " جزئی " اطلاق می گردد ، به دلیل مقدار و کمیت آنهاست نه به لحاظ اثرشان ، چه مقادیر کمتر از یک درصد آنها معمولا اثرات زیادی دارند .

علاوه بر اینها ، معمولا شیشه خرده نیز به مقدار ۱۵ تا ۳۰ درصد به اغلب بارهای تجاری اضافه می شود که به صورت خریداری یا در نتیجه تولید عادی ، به اشکال کناره ، شیشه شکسته ، محصولات نامرغوب و غیره تامین می گردد. (Tooley ، ۱۳۷۹ : ۳۱)

تجزیه ی نور

این پدیده که اولین بار توسط «نیوتن» کشف شد ، بدین شرح است :

هرگاه نور مرئی (یا نور سفید) به یک منشور شیشه ای بتابد ، این نور به اجزاء و رنگ های تشکیل دهنده ی آن تجزیه می شود که به سبب اختلاف ضریب شکست نسبت به طول موج می باشد و باعث تجزیه ی نور سفید به رنگهای تشکیل دهنده ی آن می شود. (یاوری ، ۱۳۸۳ : ۱۷) (تصویر ۱ – ۳)



تصویر ۱-۳: تجزیه نور در شیشه، یک شعاع نور سفید تابیده شده در یک مخروط شیشه، به رنگ های تشکیل دهنده رنگین کمان تجزیه می شود

خواص حرارتی

شیشه جسمی است که نسبت به گرما چندان هادی نیست و شیشه یی که در معرض تغییرات ناگهانی دما قرار می گیرد، ممکن است به سبب پیدایش اختلاف دما میان سطح و داخل آن، فشارهای خطرناکی در آن به وجود آید که باعث ترک برداشتن آن شود ، چرا که سطح خارجی شیشه زودتر از داخل آن سرد یا گرم می شود.

ثبات شیمیایی

با انتخاب مواد مناسب ، می توان شیشه هایی با مقاومت شیمیایی بسیار زیاد ساخت . در مواردی که مقاوت در برابر فرسایش ، چه دردماهایی معمولی و چه در دماهای نسبتا بالا لازم است ، معمولا از شیشه استفاده می کنند .

شیشه هایی از جنس سیلیس خالص ، نسبت به آب و اغلب اسیدها آسیب ناپذیرند. اما سیلیس خالص، نسبت به محلولهای قلیایی آسیب پذیر است.(مالونی ، ۱۳۷۹ : ۵۷ و ۵۶)

* ساختن نوع خاصی از شیشه که در برابر هر نوع فرسایشی مقاوم باشد امکان پذیر هست . اما به قیمت فدا کردن بقیه خواص مطلوب آن .عکس این هم درست است ، به عبارت دیگر بسیاری از انواع شیشه های اپتیکی چالب و ظریف ، مقاومت چندانی در برابر فرسایش ندارند و باید در محفظه های در بسته و دور از گزند

عوامل جوی نگهداری شوند . همانگونه که انتظار می رود مقاومت شیشه با افزایش دما ، کاهش می یابد و سرد کردن شیشه در هوایی به دور از آلودگیهای خطرناک ، از اهمیت ویژه ای برخوردار است . »

(مالونی ، ۱۳۷۹ : ۵۸)

تعریف استین

استین گلاس[۱] یا شیشه ی خانه بندی یا معرق شیشه ، هنری است سرشار از رنگ و زیبایی ، که از حدود سال های ۱۱۰۰ میلادی در کلیساها استفاده شده است . در ابتدا هنری مخصوص به کلیسا بود که به آموزش تعداد بی شماری از مردم عامی در داستان های انجیل کمک کرده است .

رفته رفته این هنر جایگاه خود را در میان مردم پیدا کرد و دیگر نه تنها در کلیساها بلکه در پنجره های خانگی ، موزه ها ، رستوران ها و . . . نیز به کار برده شد . (مقصودی انوری، ۱۳۸۳ : ۲) مهم ترین قسمت برای یادگیری این هنر برش شیشه است . بعد از یادگیری کامل برش شیشه چگونگی نصب نوارهای سربی روی شیشه و سپس آموزش چگونگی لحیم کاری می باشد.

تعریف فیوز

شیشه فیوز[۱] اغلب به فرایندی در مورد شیشه گفته می شود که بین شیشه دمیده شده (شیشه ی داغ) و شیشه ی استین (شیشه سرد) قرار می گیرد . برای فیوز کردن به کوره ای نیاز است که درجه حرارتی حدود ۱۷۰۰ درجه فارنهایت (۹۲۵ درجه سانتی گراد) تولید کند تا قطعات مختلف شیشه را به هم متصل کند به طوری که هنرمند بتواند شیشه را تحیکم بخشیده و برای انجام کار قابل استفاده نماید .

(<http : // www. Staind glass w v . Com/aboutus/glass fusing . asp>)

البته این دما در مقایسه با دمای کار شیشه گری به روش دمیدن که اغلب از ۲۰۰۰ درجه فارنهایت (حدوا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد) بالاتر می رود ، گرم به نظر نمی رسد . به همین دلیل هنرمندان و صنعت گران شیشه به وجود سه نوع مختلف کار با شیشه اعتقاد دارند :

شیشه داغ : کار با کوره ی نوب ، در دمای بالای ۲۰۰۰ درجه فارنهایت (حدود ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد) مانند شیشه های فوتی ، تولید شیشه ی جام و شیشه گری به روش ریخته گری.

شیشه گرم : کار با کوره ی در دمای بین ۱۷۰۰ و ۱۱۰۰ درجه فارنهایت (حدود ۹۲۵ تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد مانند فیوز (هم جوشی شیشه) و نقاشی روی شیشه.

شیشه سرد : کار با شیشه در دمای محیط که استین گلاس ، حکاکی و تراش روی شیشه را شامل می شود . (یوسف خانی ، ۱۳۸٤ : ۲۲)

شیشه های مختلفی که برای ساختن یک قطعه استفاده می شود باید هم سان باشند . آن ها باید خصوصیات انقباض و انبساط یکسان داشته باشند در غیر این صورت کارها وقتی حرارت می بینند و سرد می شوند در اثر سرد شدن ترک برمی دارند.

دو مرحله اصلی در فیوزینگ وجود دارد ، گرم شدن و سرد شدن.

طی فرایند گرم شدن ، شیشه به آرامی از دمای محیط به دمای ۱۳۰۰ درجه فارنهایت (۷۱۵ درجه سانتی گراد) می رسد و در دمای ۱۳۰۰ درجه ی فارنهایت (۷۱۵ درجه ی سانتی گراد) شیشه به آرامی نرم شده لبه های آن صیقلی و سطح کار بافت دار می شود .

در دمای ۱۵۰۰ درجه ی فارنهایت (۸۲۵ درجه ی سانتی گراد) ، لایه بالایی در لایه زیرین ذوب شده و شیشه دارای سطحی صاف و لبه های گرد می شود .

طی فرایند سرد شدن ، میزان دما کنترل می شود تا شیشه به آرامی سرد شود و به دمای محیط برسد . مدت زمان این فرایند ، بستگی به ابعاد کار و تعداد لایه های آن دارد .

در ضمن از دمای کوره برای فرم دهی شیشه نیز استفاده می شود . این تکنیک صورت های گوناگونی دارد که معمول ترین آن اسلامپینگ[۲] است که در آن از قالب برای فرم دادن به شیشه استفاده می شود. (یوسف خانی ، ۱۳۸٤ : ۲۲- ۳۱)

درجه حرارت های مختلف نتایج متفاوتی را به دست می دهد و اگر چه کوره های جدید که توسط کامپیوتر کنترل می شوند معمولاً نتایج قابل قبول و پیش بینی شده به دست می دهد به این حال در مورد هر قطعه فرق می کند و نیاز به تست دارد .

پی نوشت فصل اول

تعریف شیشه

1- opaque
2- Flux

اکسیدهایی هستند که در دمای نسبتا پایینی با مخلوط مواد اولیه ترکیب شده ، عموما شامل اکسیدهای قلیایی گروه (۱) جدول تناوبی می باشند .

3- Amorph
4- Clear Quartz

۵- اصطلاحی است که در مورد شیشه ای که از سطح در حال تجزیه شدن است به کار می رود بدین ترتیب که شیشه در برخورد با عوامل خارجی از قبیل رطوبت و اسید تجزیه شده و در این حالت تبدیل به ورقه ها و پوسته هائی به رنگ های رنگین کمانی زیبایی که شبیه رنگ های صدفی است ، می شود .

٦- مقداری از مخلوط شیشه ی مذاب که با « دم » برداشته می شود .

7- Super Cooled Liquid
8- Morey

خواص

1- Optical Boundary

تعریف استین

1- Stained glass

تعریف فیوز

1- Fusing glass
2- Slumping

کوچکترین ناخالصی در ترکیب و یا مقدار مصرفی مواد به کار رفته در ساختمان شیشه باعث ظهور سایه ای از رنگ و یا مائی آن می شود معمولترین آن اکسید آهن است که موجب ظهور انواع مختلف رنگ سبز و قهوه ای می شود . حتی امروزه نیز که کنترل دقیقی در انتخاب نوع شن مصرفی مبذول می شود هنوز می توان در اطراف شیشه پنجره ها سایه ای از رنگ سبز را ملاحظه کرد. (علی اکبرزاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۱۵)

بعضی از ویژگی های شیشه که به واسطه ی مواد خام حاصل می شود به شرح زیر است :

درخشندگی و چگالی شیشه به لحاظ وجود اکسید سرب است ، شفافیت و سختی آن به واسطه ماسه (کوارتز) و خلوص رنگ و شفافیت آن به واسطه پتاس است . استحکام و سختی شیشه به لحاظ روشی است که بوسیله ی آن مذاب ساخته می شود. وجود کربنات پتاسیم در ترکیب شیشه قابلیت انعکاس نور را همراه با درخشندگی کافی به شیشه می دهد ، و شیشه را عاری از رنگ می کند . جالب توجه است بدانید وقتی یک شیشه گر می گوید " مذاب رنگ خوب دارد " منظور او معمولا اینست که عاری از هر رنگی است . در این جا منظور نویسنده شیشه ی سفید و بی رنگ است. (صادقی لر ، ۱۳۸۱ : ۹)

« برای توجیه این امر که چرا یک شیشه دارای ترکیب مشخص است دلایل گوناگونی وجود دارد و این نکته حائز اهمیت است که چه عواملی ترکیب شیشه را محدود و کنترل می نمایند . اساسا هر شیشه به تنهایی باید چهار ویژگی را دارا باشد :

۱ – باید نیازهای مصارف نهایی را برآورده سازد .

۲ – باید با نیازهای آماده سازی در رابطه با ذوب ، شکل دادن و همگن شدن مطابقت کند به نحوی که برای عملیات شکل دادن نهایی آماده شود .

۳ – باید خصوصیاتی را دارا باشد که آن را برای عملیات شکل دادن مناسب سازد .

٤ – باید با هزینه ای تولید گردد ، که در بازار فروش قابل رقابت باشد .

بنابراین ، ترکیبات شیشه ها اساسا بر مبنای تلفیقی از عوامل فوق تعیین می گردند و شیشه های خاص از نظر عاملی که عمده ترین نقش را نسبت به سایر عوامل دارد ، با یکدیگر تفاوت دارند. » (Tooley ، ۱۳۷۲ :۵) در جدول ۳ مقایسه ی سه دسته شیشه که مصرف عام دارند ، مورد بررسی قرار گرفته است:

فصل دوم : تاریخچه

۱- تاریخچه شیشه در:

جهان

ایران
- قبل از اسلام
- بعد از اسلام

۲- استین

۳- فیوز

تاریخچه ی شیشه در جهان

انسان های اولیه که در نزدیکی آتشفشان ها زندگی می کردند شاید اولین کسانی بودند که با شیشه آشنا شدند . شیشه گری یکی از قدیمی ترین صنایعی است که بشر به آن اشتغال یافته است .

«گذر انسان از عصر حجر به دوران باستان ، از اواسط هزاره ی چهارم قبل از میلاد (حدود ۳۵۰۰ ق.م) آغاز می شود که تقریبا تمامی تمدن های مهم اولیه تا حدود اواسط هزاره ی دوم قبل از میلاد وارد این دوران می شوند . پایان دوران باستان را سال ٤٢٦ م می دانند.

با بررسی تحولات اجتماعی عصر باستان مشخص می شود که این تحولات ، پیش شرط های اجتماعی لازم برای توسعه ی صنعت و تجارت را ایجاد کرد .

یکی از مسایل مهم مربوط به شیشه در این دوره ، گسترش وسیع تجارت سنگ طبیعی شیشه در بین قبایل و مردم تمدن های باستانی ساکن در کناره های شرق مدیترانه ، مصر ، سوریه و بین النهرین بود که به طور عمده برای ساخت مهره و منجوق های تزئینی و نیز قطعات نوک تیز (به ویژه نیزه های چوبی) برای دفاع و شکار بوده است. » (یاوری ، ۱۳۸۳ : ۲۱)

تا کنون نظریه های گوناگون در مورد پیدایش و تاریخچه شیشه بیان شده است ، اما واقعیت مسئله همچنان در پرده ابهام باقی مانده است . فی المثل پلینی[1] در قرن اول میلادی تئوری خود را چنین مطرح می کند :

" شیشه تصادفا توسط یک عده بازرگان فنیقی که شبی را در کنار رود بلاس[2] اطراق کرده بودند کشف شد و آن بدین طریق بوده است که ایشان جهت تهیه غذای خویش چند قطعه سنگ سودا را بر ساحل شنی قرار داده و با برافروختن آتش در میان آن ، ظرف غذای خود را بر بالای سنگ مستقر می سازند و در صبح روز بعد متوجه می شوند که آتش افروخته شده به وسیله ی ایشان باعث ذوب و اختلاط سوداً و شن گشته و موجب پیدایش شیشه شده است ". مطمئنا شیشه گران سوری از شن سواحل بلاس جهت ساختن شیشه استفاده می کرده اند ، لکن داستان پلینی به هیچ وجه نمی تواند صحیح باشد ، چرا که حرارت تولید شده از یک اجاق کوچک قادر به ذوب کردن شن و سودا نیست و آزمایشات نشان داده است که اولین فرآورده های شیشه ای مکشوفه از حفریات باستان شناسی با حرارتی بالغ بر ۱۰۶۰ درجه سانتی گراد ساخته شده اند . علاوه بر این یکی از دلایل دیگری که خود به خود و به تنهایی کافی است تا نظریه ی وی را رد و عملی نبودن آن ثابت شود کشف شواهد عینی وجود شیشه و حتی استفاده و کاربرد آن در ۲۰۰۰ سال پیش از

زمان پلینی است . یکی از شواهد کشف شیشه به صورت مهره ی تزئینی در اریدو[۳] در دلتای فرات مربوط به هزاره ی سوم پیش از میلاد است. (علی اکبرزاده کرد مهینی، ۱۳۷۳: ۱۷)

از شواهدی که به دست آمده است ، مردم بین النهرین (عراق کنونی) در ۲ تا ٤ هزار سال پیش از میلاد مسیح ، شیشه تولید می کردند . در سال های ۱۳۵٦ تا ۱۳۵۰ قبل از میلاد، تولید شیشه در مصر رواج داشت و روش های تولید آن به روش های استخراج فلزها بسیار نزدیک بود. ساخت اشیا و شیشه های توخالی و لوله های شیشه ای به روش دمش هوا در خمیر شیشه ، به ساکنین فنیقیه(لبنان و سوریه کنونی) نسبت داده می شود. (امرایی ، ۱۳۸۳ : ۹۹)

« قدیمی ترین نمونه ها از شیشه های ساخت دست بشر ، در میان آثار و تمدن های باستانی خاورمیانه پیدا شده است . شاید قدیمی ترین اشیاء از جنس شیشه خالص ، مهره های مصری متعلق به ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد باشد . شواهد حاکی از آن است که مصریان از ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد و حتی زودتر از این ، به تولید شیشه پرداخته اند . دراور[٤] ، واقع در بین النهرین ، مهره هایی شیشه ای را از زیر خاک بیرون آورده اند و اعتقاد بر آن است که اینها متعلق به ٤۵۰۰[٥] سال پیش هستند . اغلب این اشیاء نمونه ، اشیائی هستند ریز [ودرآن ها] ، از شیشه فقط به حالت توده ای[٥] استفاده کرده اند.چنان که از این اشیاء بر می آید ، انسانهای عهد باستان به طریقهای تولید شیشه در حالتی که داغ و کشسان است ، آشنا نبوده اند. » (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۷۳ و ۷۲)

در همین زمان در بین النهرین اشیایی با خمیر شیشه می ساختند و به دیگر بخش های شرق باستان صادر می کردند.

استفاده از شیشه به عنوان لعاب همواره مورد استفاده سفالگران باستان بوده است و دستور تهیه ی آن جهت این صنعت بر روی گل نوشته ای مکشوفه از تل عمر[٦] در نزدیکی دجله مربوط به قرن هفدهم پیش از میلاد آورده شده است که شاید اولین اطلاعات را در مورد صنعت شیشه گری به دست می دهد . قدیمی ترین قطعات شیشه ای که به وسیله باستان شناسان کشف شده است ممکی متعلق به آسیای باختری بوده و از نواحی : آلالاخ[۷] ، نوزی[۸] ، آشور[۹] و تل ال ریما[۱۰] [الرماح] به دست آمده است که تاریخ آن ها به نیمه ی هزاره دوم پیش از میلاد باز می گردد . همچنین سر فیلیندرز پیتری[۱۱] در تل امرنا[۱۲] موفق به کشف قدیمی ترین کارگاه شیشه گری شد که قدمتی در حدود قرن چهاردهم پیش از میلاد دارد. (علی اکبرزاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۱۸ و ۱۷)

بسیاری از قدیمی ترین نمونه ها از محصولات شیشه ای عبارتند از روکش تزئینی روی اشیاء سفالی و سنگی ، قدیمی ترین ظروف متعلق به زمان حاکمیت سلسله ی هجدهم[۱۲] در مصر (میان ۱۵۰۰ تا ۱۳۵۰ پیش از میلاد) است و به طریقه ای که در اساس بسط و گسترش روش روکشی کردن بوده ، ساخته شده اند. (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۷۳)

ساکنان بین النهرین و تمدن های اطراف آن اولین تجربه های ذوب را در شیشه انجام داده اند . تجربیاتی که محصولات آن شباهت زیادی به شیشه های امروزی نداشتند و ظاهر آن ها بسیار کدر و پر از دانه های ذوب نشده بود ، ولی به سرعت کیفیت ذوب بهبود یافت و تولید شیشه ی مصنوعی و ساخت مهره و منجوق از آن در تمدن های اولیه ی عصر باستان رواج پیدا کرد . در واقع گسترش جغرافیایی ساخت شیشه از روندهای اساسی این هنر صنعت در عصر باستان بوده است . به ویژه تمدن های مصر ، سوریه و بین النهرین در مرکز رقابت قرار داشتند . اسکندریه در مصر ، دمشق در سوریه و نینوا در بین النهرین در آغاز روند تاریخی به قطب های شیشه سازی عصر باستان تبدیل می شوند .

با پیدایش دو تمدن نوپای یونان و ایران ، شیشه سازی از مصر به یونان و از نینوا به ایران انتقال یافت (در حدود نیمه ی اول هزاره پایانی قبل از میلاد) . و در غرب ، عصر شیشه های اژه یی و در شرق عصر شیشه های ایرانی در روند تحولات تاریخی صنعت شیشه با مشخصه های جدید و متمایز از روندهای قبلی ظاهر گشت. (یاوری ، ۱۳۸۳ : ۲۲) نخستین انقلاب مهم در تکنیک شیشه گری ، اختراع [لوله دم یا] بوری بود . به احتمال زیاد ، اول در بابل و در نزدیکی های ۲۰۰ پیش از میلاد و بعدها در مصر از این وسیله استفاده شده است . اختراع آن ، از لحاظ اهمیت ، به پای اختراع چرخ کوزه گری می رسد . بوری از یک لوله ی آهنی تو خالی به طول صد الی صد و پنجاه سانتی متر و از دو قسمت – دسته و دهانه – تشکیل شده است . شیشه گر با این وسیله می تواند حباب از شیشه مذاب را که به سر آن زده از طریق باد کردن شکل دهد . نه اسم مخترع این وسیله ساده را می دانیم و نه تاریخ دقیق ابداع آن را. همچنین میله ی شیشه گری [واگیره] و مارور [سنگ کار] تاریخ نامشخص دارند . اولی میله ای است محکم و آهنی و شیشه داغ را با آن بر می دارند و با استفاده از چرخاندن ، فشردن و تاب دادن و بریدن شکل می دهند . و دومی قطعه ای است تخت و از جنس آهن و شیشه ی مذاب را که ابتدا روی بوری جمع شده ، روی آن می غلتانند. (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۷۵ و ۷٤)

در سده دوم بعد از میلاد ،ایتالیا به ویژه شهر رم به صورت مرکز رشد صنعت شیشه در آمده بود.

(تصاویر (۲-۱)، (۲-۲))

تصویر ۲-۱: بلور آلات رومی که به طریقه قالب ریزی تهیه شده اند

تصویر ۲-۲: گلدان پورتلند، ساخته دست شیشه گران رومی در قرن اول قبل یا بعد از میلاد، این گلدان نمونه ای از تکنیک کنده کاری است.

«متلاشی شدن امپراطوری روم ، به تنزل صنعت شیشه گری انجامید . [و] طی هزار سال (از سال ۲۰۰ الی ۱۲۰۰ میلادی) کیفیت شیشه ای که در اروپای غربی تولید می شد ، بسیار پائین تر از شیشه هایی بود که در مصر و روم تولید می شد . جنس این شیشه ها به سبب وجود رگه ها و حباب هایی در آنها ، نامرغوب بود [. .] و محصولاتی که از این شیشه ها می ساختند از لحاظ تنوع بی نهایت محدود شده بود [...] . اما بزرگترین موفقیت هایی که شیشه گران قرون وسطی به دست آوردند به سبب استفاده از شیشه پنجره و استفاده ی ماهرانه از شیشه های رنگی برای این مقصود بود .

تولید شیشه مسطح در مقیاسی وسیع و با کیفیتی عالی (بر خلاف ظاهر امر) از تولید هر نوع شیشه ، مشکل تر است . شیشه هایی را که قصد از تولید آنها آن بود که تا حد امکان مسطح باشند ، در زمان رومیان و حتی قدیم تر از آن ساخته می شد . این شیشه ها ، از نوع شیشه هایی بود که ما امروزه به آن cast plate (ورقه های ریخته شده) می گوئیم . ضخامت آن ها حدود یک سانتی متر بود . اما این شیشه ها به قدری نامرغوب بودند که پنجره هایی که از آن ها می ساختند ، روشنایی بسیار کمی تامین می کرد [...] . ظاهرا فکر استفاده از شیشه های رنگی برای ساختن پنجره های تزئینی [از] قسطنطنیه[۱۱] ریشه گرفته است. در قرن ششم

میلادی، در قسطنطنیه، امپراطور ژوستینین[۱۴] به شیشه گران دستور داد که پنجره های رنگارنگ برای کلیسای عظیم سن صوفیا[۱۵] بسازند.» (مالونی، ۱۳۷۹ : ۸۰ و ۷۹)

بسیاری از تکنیک هایی را که رومیان به کار برده و تکمیل کرده بودند ، در امپراطوری شرقی به کارمی بستند ، هر چند که شیشه گری در اروپا با مهارت کمتری همراه بود و محصولات تولید شده فاقد مرغوبیت بودند . با ظهور اسلام و گسترش آن در حدود سال ۱۰۰۰ میلادی ، مصر و به ویژه اسکندریه ، بار دیگر مرکز شیشه گری دنیا شد . مراکز شیشه گری دیگری نیز پیدا شدند از قبیل حلب و دمشق. در خلال سده های بعد ، شیشه گری در سراسر امپراطوری اسلامی گسترش یافت ، در این دوره مینا کاری شیشه ها ، مطلوب ترین شکل آذین بندی بود و هر چند که خود شیشه اغلب شفاف نبود ، استفاده از نقوش عربی ، در اغلب موارد فوق العاده بود ، به ویژه برای آذین بندی لامپ هایی که روشنایی مساجد را تامین می کردند . پاره ای از محصولات شیشه ای را عملا با طلا رنگ آمیزی می کردند. اما این سنت قرون وسطایی طلا کاری و مینا کاری شیشه ، از عظمتی که در اواسط قرون چهاردهم داشت ، سقوط کرد و راه انحطاط را پیمود تا این که در اواخر قرون بعد ، تقریبا از بین رفت. (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۸٤ – ۸۲)

«ونیز در حدود سال ۱۲۰۰ میلادی ، مرکز عظیم شیشه گری اروپا شد. ونیزیها تمام مهارتهای گم شده رومیان را از نو کشف کردند. شیشه گران خاصیت مفتول پذیری شیشه مذاب را برای نخستین بار به طور کامل برای تزئینات شگفت انگیز به کار می گرفتند . در قرون ۱۵ میلادی با به کار بردن منگنز به عنوان بی رنگ کننده به شیشه شفافیت و روشنی تازه ای بخشیدند . این نوع شیشه جدید که ظاهری شبیه به کریستال توده ای شکل بود . به سبب مرغوبیتش از لحاظ شفافیت به کریستال مشهور گردید و تولید آن به سرعت در اروپا رایج شد.» (مالونی ، ۱۳۷۹ : ۸٦ – ۸٤) (تصویر ۲ – ۳)

تصویر ۲-۳ : این تنگ روغن در فاصله قرون ۱۶ و ۱۷ م در ونیز ساخته شده است.

در سده های هفده و هجده میلادی کوره های جدیدتر تولید خمیر شیشه نوآوری شد. در اواخر سده ی ۱۸ و در سده ی ۱۹ میلادی ، خواص شیشه از جمله ساختار ، واکنش آن با آب و با اسید هیدرو فلوئوریک و . . . بررسی و توجیه شد . همچنین استفاده از آن به عنوان عدسی در بخش نور و پرتوها آغاز شد .

اما در مجموع صنعت شیشه تا پیش از سال ۱۹۰۰ میلادی یک نوع هنر با فرمول های سری و به شدت محافظت شده محسوب می شد و فرآیندهای تجربی تولید در درجه ی نخست بر پایه ی تجربه افراد قرار داشت. (امرایی ، ۱۳۸۳ : ۱۰۰ و ۹۹)

ابزار و روش های ساخت

شیوه های اصلی شکل دادن به شیشه بسیار ساده است . شیشه را می توان به صورت تخت قالب ریزی کرد و یا در قالبی دارای شکل مورد نظر ریخت . می توان به کمک فشار ، به شیشه شکل داد به شرطی که داغ باشد و ناروانی[۱۷] آن ، آن قدر پائین باشد که بتوان آن را با فشار به داخل تورفتگی های قالب راند . همچنین شیشه را می توان با وارد کردن هوا به داخل آن شکل داد ، خواه در هوای آزاد باشد و یا در قالبی که شکل بیرونی محصول منبسط شده را تعیین می کند .

شیشه را موقعی که هنوز داغ است ، می توان خم کرد ، تاب داد و یا به شکل لوله ای در آورد که با وجود طول زیاد و جداره ی نازک ، بتواند شکل خودرا حفظ کند . در دماهای بالاتر ، کم بودن ناروانی شیشه ، امر جوش دادن شیشه به شیشه را آسان می سازد . به سبب همین خاصیت ارتجاعی شیشه در حالتی که نرم و داغ است . امروزه تولید انواع پرشمار وسایل شیشه ای پیچیده ی آزمایشگاهی و محفظه هایی با جداره ی نازک از قبیل حباب های الکتریکی امکان پذیر است.(مالونی ، ۱۳۷۹ : ۷۶و ۷۵)

«حدود ۱۵۰۰ سال بین ساخت اولین شیشه تا زمانی که انسان موفق به دمیدن در آن شد فاصله است . ساختن ظروف شیشه ای بدون دمیدن در آن به نظر انسان امروزی شاید دور از ذهن به نظر برسد ، ولی مطالعات و بررسی های انجام شده نشان داده است که در طول این ۱۵۰۰ سال روش های مختلفی در صنعت شیشه گری به وجود آمده و به تدریج این صنعت را کامل تر ساخته است که نوعا به آنها اشاره می شود :

۱ – قالب شنی [۱۸]

برای ساختن اولین شیشه ها از روش قالب منفی شنی استفاده شده است . این روش اصطلاحا قالب شنی نامیده می شد و هنوز هم به این نام مشهور است . در گذشته عقیده ی عموم متخصصان بر آن بود که این قالب از شن ساخته می شده است ، اما تحقیقات بعدی این نظریه را رد کرد و امروزه ثابت شده است که قالب

مورد مصرف از جنس گل با مخلوط کاه بوده است . روش مزبور را می توان چنین توضیح داد که :در اول کار می بایست قالبی از گل با مخلوط کاه به شکل شئی که ساختن آن مورد نظر شیشه گر بوده به صورت تو پر درست شود ، سپس این قالب را درون ماده مذاب شیشه فرو برده و زمانی که دورادور قالب را شیشه مذاب کاملا فرا گرفت آن را خارج کرده و در محلی قرار می دادند تا سرد شود . پس از آن سطح خارجی شیشه را به وسیله وسایل مختلف صاف و یکدست کرده و بعد گل (شن) اصلی یا همان قالب متقی را از داخل شیشه خارج می کردند و بدین طریق ظرف شیشه ای ساخته می شد .

ظروف شیشه ای که با این روش ساخته می شوند معمولا در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر ارتفاع دارند ، ولی چند نمونه بزرگتر نیز در قبور سلطنتی مصر کشف شده است . بهترین نمونه های ظروف شیشه ای ساخته شده با این روش از کارگاه های مصری سلسله هیجدهم و نوزدهم مخصوصا از حفریات شهر ال امرنا به دست ما رسیده است . حفریات مزبور نشان داده است که تولید شیشه به وسیله قالب شنی به مقیاس بسیار زیادی در این محل انجام می پذیرفته است.» (علی اکبرزاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۱۹ و ۱۸) (تصویر۲ – ٤)

تصویر ۲-۳: عطردان قرن اول پیش از میلاد، مدیترانه شرقی، موزه شیشه کورنینگ، نیویورک

۲ . روش موزاییکی [۱۹]

«یکی دیگر از ابتدایی ترین روش های به کار برده شده در ساختن ظروف شیشه ای ، روش موزاییکی است . از قرار یافته های تل ال ربما [الرماح] و آقا رقوت [عقرقوف[۲۰]] در بین النهرین و مارلیک و حسنلو در ایران، کاملا مسلم شده است که از قرن پانزدهم پیش از میلاد هنرمندان شیشه گر از این روش استفاده کرده اند . روش مزبور عمدتا با هم کاری دو شیشه گر انجام می شود : به این صورت که : یکی از شیشه گرها مقداری شیشه ی مذاب را به وسیله ی لوله ای فلزی از محل ذوب بیرون می آورد و شیشه گر دومی لوله ی دیگری را در خمیر مذاب شیشه فرو می برد ، سپس دو کارگر لوله ها را در جهت مخالف یکدیگر می کشند تا خمیر شیشه کش بیاید و تبدیل به لوله ای دراز و باریک شود . بعد که لوله به تدریج سرد می شود و استحکام می

یابد شیشه گر آن را با وسایل موجود در اندازه های مورد احتیاج خرد و ریز می کند و با قرار دادن تکه های شیشه رنگی در کنار یکدیگر بر روی قالب منفی که از قبل تهیه شده است ظرف شیشه ای را می سازد و پس از انجام آخرین مراحل صیقل و صاف کاری ، قالب را از درون شی بیرون می آورد .

این روش در آسیای باختری در دوران سومری ها و هخامنشیان ادامه داشت و شکی نیست که همین صنعتگران بودند که روش مزبور را به هنرمندان شیشه گر اسکندریه (در حدود قرن چهارم پیش از میلاد) یاد دادند . (تصویر ۲ – ۵)

تصویر ۲-۵: گلدان، اواخر هزاره دوم _ اوایل هزاره اول پیش از میلاد، مارلیک، موزه ایران باستان، تهران

۳ . روش تراشیدن یا سائیدن [۲۱]

این روش پیش از شیشه ، برای ساختن سنگ های گران بهای طبیعی نیز به کار می رفت . به همین دلیل است که روش مزبور از همان ابتدای پیدایش شیشه مورد مصرف هنرمند شیشه گر قرار گرفته است . با این همه در قرن هشتم پیش از میلاد استفاده از این روش عمومیت یافت . در این روش شیشه مورد نظر را از داخل یک بلوک شیشه ای که قبلا تهیه شده بود می تراشیدند . البته خیلی به ندرت اتفاق می افتد که شی شیشه ای به طور کامل از درون شیشه ی عمل نشده است تراشیده شود [. . .] ، بلکه تنها قسمت های مهم و بهتر ظرف را با این روش می ساختند که برای این مورد معمولا از شیشه ی شفاف و بی رنگ استفاده می شد . این نوع کار را در بین هخامنشیان و نیز در دوران هلنیسم می بینیم . » (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۲۰ و ۱۹) (تصویر ۲ – ٦)

تصویر ۲-۶: کاسه، قرن ۵ ق.م غرب ایران یا بین النهرین، موزه شیشه کورنینگ، نیویورک

۴ . فشردن در قالب[۲۲]

«شیشه گران اولیه این روش را از سفالگران وام گرفتند . روش مزبور نه تنها در مورد ظروف شیشه ای بلکه برای ساختن مجسمه های بزرگ و کوچک شیشه ای نیز به کار برده می شد . در این روش برای اشیایی که فقط یک بعد آنها مورد نظر بوده است ، مانند مجسمه های یک طرفه ، شیشه مذاب درون یک قالب باز که نقش مورد نظر در داخل آن بود (قالبهای مزبور در اوایل کار معمولا از گل ساخته می شدند) فشرده می شد . سپس قالب به کوره می رفت و بعد از خارج شدن از آن در محلی قرار می گرفت تا سرد شود . پس از آن شیشه ازداخل قالب خارج می شد و در صورت نیاز تزئین می شد . اشیایی که تمام ابعاد آن برای هنرمند شیشه گر و بیننده مهم و تماشایی بود و یا مورد مصرف ظرفی داشت ، شبیه کاسه و بشقاب و غیره ، می بایست درون قالبهای دو جداره فشرده می شدند . استفاده از این روش در میان رومیان حتی پس از کشف روش دمیدن نیز ادامه داشت. » (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۲۰) (تصویر ۲ – ۷)

تصویر ۲-۷: پیاله، قرن ۱ _۳ م ، گیلان، مجموعه خصوصی، توکیو

دمیدن شیشه [۲۳]

کشف این موضوع که شیشه ی مذاب اگر در یک سر لوله ای فلزی و توخالی قرار گیرد ، با دمیدن در سر دیگر لوله می توان آن را مانند حباب[۲۱] صابون در آورد ، انقلابی در صنعت شیشه گری پدید آورد . تقریبا

در همین قرن بود که هنرمند شیشه گر دریافت که با دمیدن شیشه در قالب های گوناگون می توانند ظروفی شیشه ای در طرح ها و تزئینات مختلف درست کند و بعد از این کشف است که تولید ظروف شیشه ای به مقیاس زیاد صورت عمل به خود گرفت و رفته رفته ظروف تولید شده ی شیشه ای ارزش اصلی خود را که همان استفاده ی ظرف و مظروفی است ، به دست آورد و از جنبه های انحصارا تزئینی و نمایشی خارج شد.» (علی اکبرزاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۲۱ و ۲۰)

«روش دمیدن شیشه در قالب بدین نحو بود که شیشه گر مقداری خمیر مذاب شیشه را به وسیله لوله تو خالی فلزی از درون کوره خارج کرده و درون قالب مورد نظر که می توانست از دو ، سه و یا چند تکه مجزا درست شده باشد ، قرار می داد و با دمیدن در سر دیگر لوله ، خمیر مذاب به وسیله هوایی که به آن وارد می شد حجیم شده و به صورت حباب در می آمد و زوایای قالب را پر می کرد . سپس با سرد شدن خمیر ، شیشه از جدار قالب جدا می شد ، قالب باز می شد و شیشه در گرمخانه قرار می گرفت تا به تدریج سرد شود . در کارگاههای مدرن امروزی سعی بر این است که قالب را همیشه خیس نگهدارند این امر باعث می شود که با ورود شیشه مذاب به درون قالب بخار ایجاد شود و به این طریق بر طول عمر قالب اصلی اضافه شود. [به نظر می رسد منظور نویسنده قالب های چوبی است .] در غیر این صورت استفاده از هر قالب به مدت زیاد امکان پذیر نیست و باید به جای آن از قالب جدیدی استفاده کرد . به احتمال زیاد این مهم از دید شیشه گر باستان نیز پوشیده نبوده است .

شیشه رنگی

تولید شیشه رنگی در دنیای باستان در حقیقت امری اجباری بوده است ، چرا که برای رنگی کردن شیشه باید از اکسید فلزات گوناگون استفاده کرد و اکسید فلزاتی چون آهن که باعث به وجود آمدن رنگ سبز در سایه های مختلف در شیشه می شود به طور طبیعی در شن مورد استفاده شیشه گر وجود داشت . تا قبل از سال ۸۰۰ قبل از میلاد ، هنرمندان شیشه گر قادر به جدا کردن این ناخالصی نبودند و بالطبع نمی توانستند شیشه بی رنگ تولید کنند . شواهد تاریخی و باستانشناسی نمایان گر این حقیقت مهم هستند که شیشه رنگی به صورت مهره های تزئینی ریز و درشت حدود بیش از هزار سال رقیب سنگهای قیمتی بود که دسترسی به آنها برای عموم به مراتب دشوارتر از شیشه بود به همین دلیل استفاده از شیشه در بین ملل گوناگون متداول بود . فی المثل قدیمی ترین مهره های مکشوفه شیشه ای از مصر علاقه این مردم را به سنگهایی چون فیروزه ، لاجورد ، یشم قرمز[۲۵] و سنگ سماک[۲۶] نشان می دهد . دستور ترکیب اکسید فلزات مختلف به ماده اصلی برای ساختن شیشه های رنگی ، بر روی یک سری از گل نوشته های مکشوفه از حفریات کتابخانه آشور بنا نیپال[۲۷] در نینوا[۲۸] با تمامی جزئیات آورده شده است . اشاره به این نکته ضروری است که ترکیب اکسید

فلزاتی چون منگنز و آهن برای به وجود آوردن شیشه رنگی ، برای اولین بار به احتمال قوی به صورت تصادفی صورت گرفته است ، لکن استفاده از اکسید فلزات دیگری چون مس ، سرب ، کبالت (فلز لاجورد) و سنگ سرمه[۱۱] باید به صورت ارادی و دانسته صورت گرفته باشد.» (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۲۲ و ۲۱)

«در قدیم شیشه های رنگی به دو روش ساخته می شدند :

۱- روش سطحی : در این روش روی شیشه بی رنگ دو غابی از مواد رنگی می کشیدند و سپس شیشه را در کوره حرارت می دادند تا شیشه دلخواه به دست آید .

۲- روش مغزی : در این روش به شیشه مذاب مواد رنگی اضافه می کردند ، مواد کاملا با شیشه مذاب مخلوط و شیشه رنگی می شد.» (امرایی ، ۱۳۸۳ : ۱۰۰)

رنگهایی که معمولا در صنعت شیشه گری مورد استفاده بوده اند ، عبارتند از :

الف) شیشه ی آبی که شاید بتوان آن را اولین رنگ مورد علاقه شیشه گر باستان دانست و برای تهیه آن از اکسید کبالت ، یا اکسید مس در انواع پر رنگ و کمرنگ استفاده می شده است . قدیمی ترین قطعه شیشه ی آبی مکشوفه از حفریات باستان شناسی از اریدو و در بین النهرین به دست آمده است و رنگ آن از اکسید کبالت است که به احتمال قوی از ایران به بین النهرین وارد می شده است . تنها درصد کمی از این اکسید کافی است (۵ درصد) تا به شیشه رنگ آبی تیره دهد .

آزمایشاتی که بر روی چند قطعه شیشه ی آبی ساخت مصر صورت گرفته نشان داده است که آن ها برای تهیه شیشه ی آبی ، هم از اکسید مس و هم از اکسید کبالت بهره برده اند ، اگر چه شیشه ی آبی رنگ گرفته با اکسید مس غالبا دارای درصد کمی از اکسید کبالت و منگنز نیز هست . رومی ها از هر دو اکسید استفاده کرده اند ، لکن در عین حال به این مسئله نیز واقف بوده اند که اکسید آهن در موقعیت فرو[۳۰] نیز قادر به وجود آوردن رنگ آبی هست . برای تولید چنین شیشه ای ، هنرمند می بایست یونهای فرو را در هنگام عمل کاهش هوا[۳۱] زیاد کند.

ب) شیشه ی قرمز مات که به دو طریق مخالف ساخته می شد . نوع اول استفاده از اکسید مس بود که این روش نسبت به روش دوم که استفاده از اکسید سرب است متداول تر بوده است . لازم به تذکر است که استفاده از سرب برای تهیه شیشه ی قرمز تنها برای مدت کوتاهی مورد مصرف شیشه گر دوران باستان قرار گرفت و بزودی منسوخ گشت اما کاربرد مس در این صنعت همچنان محفوظ ماند و در قرون وسطی نیز برای تهیه شیشه ی قرمز کمرنگ و یا صورتی از بی اکسید منگنز استفاده می کردند .

ج) شیشه ی سفید مات از آنجا مورد استفاده قرار گرفته که شباهت زیادی بـه دیگر مصنوعات گران بهـا مانند چینی داشت . شیشه ی سفید تولید شده و به وسیله شیشه گران باستان معمولا بـه تنهایی مـورد استفاده قرار نمی گرفت ، بلکه این نوع شیشه را با رنگهای دیگر مخلوط مـی کردند و اشتیایی زینتی ، بـه صورت بدل سنگهای گرانبهایی چون مرمر ، عقیق[۳۲] و یا عقیق سلیمانی[۳۳] می ساختند . یا برای تزئین ظروف شیشه ای مختلف از آن استفاده می کردند و به ندرت دیده شده است کـه از آن بـه تنهـایی اسـتفاده کـرده باشند . شیشه گران دوران باستان برای به وجود آوردن رنگ سـفید در شیـشه از ترکیـب کلسیم و سـنگ سرمه استفاده می کردند [۳۱].

د) شیشه ی سبز رنگ که ایجاد آن تقریبا نتیجه تصادف بوده است تا سلیقه و ذوق شیشه گر از ایـن رنـگ شیشه بیشتر در اشیای مورد مصرف عادی و روزانه استفاده می شد تا اشیای تزئینی ؛ چرا که تولید آن در مقیاس وسیع صورت می گرفت و مخصوصا در میان رومیان بسیار متداول بود . نکته مهمـی کـه در مـورد شیشه سبز رنگ باید خاطر نشان ساخت این است که ساختن این رنگ شیشه هیچگاه تا پیش از رنـسانس و نزد هنرمندان ونیزی ، آگاهانه انجام نشد . شیشه رنگ سبز خود را مدیون اکسید آهن است کـه بـه صـورت طبیعی در شن مورد مصرف این صنعت وجود داشت . همانگونه که قبلا متذکر شدیم اکسید آهن در موقعیت فرو که جذب کننده ای قوی در ناحیه قرمز طیف نوری است در شیشه باعث به وجود آوردن رنگ آبی سـبز می شود . در حالی که یونهای فریک[۳۵] که جذب کننده ای ضعیف در ناحیه بنفش طیف نوری هستند ، شیـشه را زرد رنگ می کنند . ترکیب این هر دو یعنی یون های فرووفریک رنگ سبز را تولید می کنند .

و) تولید شیشه ی زرد رنگ مات شاید پیش از دیگر شیشه های رنگی آغاز شده باشد . فی المثل اولین شی قابل تاریخ گذاری مصر که مربـوط بـه توتموسـیس سـوم[۳۶] (۱۵۰٤ – ۱٤۵۰ ق . م) اسـت ، بـر روی خـود تزئینات خطی از شیشه ی مات زرد رنگ دارد. این نوع شیشه به احتمـال قـوی مـات بـودن خـود را مـدیون سنگ سرمه است . تولید این رنگ شیشه به مقیاس کم در بـین رومیـان رواج داشـت. (علـی اکبـر زاده کـرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۲۳ و ۲۲)

البته رنگی بودن همه شیشه های رنگی ، به سبب افزودن اکسیدهای فلزی به مواد اولیه شان نیست . در قرن سیزدهم میلادی یک نوع ماده ی رنگی از جنس کلراید نقره را روی سطح شیشه شفاف به کار می بردند کـه رنگ آن را زرد طلایی کند و یا همین ماده را به سطح شیشه ی آبی می زدند که آن را به رنگ سبز روشـن

در آورد و به این ترتیب ، وجود دو نوع رنگ را برای یک قطعه شیشه ممکن سازد. باز به همین طریق ، با گداختن ورقه ای نازک از شیشه ی دارای اکسید مس روی ورقه ای از شیشه ی بی رنگ ، به رنگ قرمز شفاف تر از حالتی که با استفاده از اکسید مس امکان پذیر بود ، دست می یافتند. روی شیشه قرمز را با کلراید سدیم رنگ می کردند تا به رنگ نارنجی در آید. چنین تکنیک هایی ، به پیدایش انواع متنوع تر و ظریف تر برای اغلب شیشه های رنگی در قرن ١٤ میلادی منجر شد. بعدها ، رنگ آمیزی سطح شیشه با رنگ های شفاف متداول گردید ، اما بهترین رنگ ها ، آنهایی اند که از سوسپانسیون های کلوئیدی با حل شدن کامل ماده ی رنگی و شیشه ی مذاب در همدیگر ، حاصل شده اند. (مالونی، ١٣٧٩ :٨١)

شیشه بی رنگ و شفاف

از روی یافته هایی که از ترکیه و بین النهرین به دست آمده است ، چنین بر می آید که هنرمند شیشه گر تقریبا از قرن هشتم پیش از میلاد همواره سعی در یافتن و تولید شیشه ای خالص از هر نوع ناپاکی و رنگ داشته است. نمونه هایی از این سعی و کوشش را در چند قطعه کوچک مربوط به ظروفی کاسه مانند که از گوردیون[٣٧] ترکیه و نیمرود[٣٨] در بین النهرین (اواخر قرن هشتم تا قرن هفتم ق . م) است می توان دید که به احتمال زیاد جزو اشیای بسیار لوکس و ذی قیمت دوران خود بوده اند و هر کس نمی توانسته آنها را در اختیار داشته باشد . تولید این نوع شیشه احتمالا برای اولین بار در ایران و بین النهرین از قرن چهارم پیش از میلاد به بعد شروع شد و در مصر نیز یک قرن بعد صورت عمل به خود پذیرفت. (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ١٣٧٣ : ٢٣)

«برای شیشه گران قدیم معمولا تولید شیشه های کاملا شفاف و بی رنگ ، مشکل تر از شیشه های رنگی با رنگهای مطلوب و به خوبی کنترل شده ، بوده است . و درستی این مطلب را در این واقعیت می توان دید که تا همین قرن نوزدهم ، لنزهای عالی و از جنس شیشه کراون برای تلسکوپ ، به دلیل وجود درصد ناچیزی از اکسید آهن در آنها ، تقریبا بلا استثناء ، یک ته رنگ سبز داشتند.» (مالونی ، ١٣٧٩ : ٨٢)

«شیشه را می توان با استفاده از سنگ سرمه صاف و شفاف ساخت . فی المثل اگر خمیر شیشه ای دارای رنگ سبز را با سنگ سرمه مخلوط کرده و تا درجه ای مخصوص حرارت بدهند ، شیشه به دست آمده همچون کریستال صاف و شفاف خواهد بود .

آزمایشاتی که بر روی قطعات مکشوفه شیشه ای ساخته شده در روم باستان انجام پذیرفته ، نشان داده است که آن ها برای خالص کردن شیشه از حرارتی بالغ بر ١١٠٠ درجه سانتی گراد استفاده می کرده اند . استفاده

از سنگ سرمه در حدود قرن چهارم میلادی از رونق افتاد و جای خودرا به منگنز سپرد و دلیل آن شاید مسئله ی سهل الوصول بودن منگنز نسبت به سنگ سرمه بوده باشد و این جایگزینی تا قرون اسلامی نیز ادامه پیدا کرد . فی المثل دی اکسید منگنز به عنوان یک عامل اکسید کننده یا تغییر یونهای فرو به فریک باعث می شود که رنگ سبزی که به وسیله ی اکسید آهن در شیشه به وجود می آید ، زایل شود و در حقیقت ناخالصی یکی از مواد اولیه یعنی شن گرفته شود.

با شروع قرن تاریک هنری در اروپا[قرون وسطی]، سنت ساختن شیشه ی شفاف و بی رنگ به طور کامل به خاور نزدیک واگذار شد و تولید شیشه هایی از این دسته در ایران و بین النهرین قرون نهم و دهم میلادی از رونق خاصی برخوردار شدند . اگر چه هنوز شیشه تولید شده سایه ای از رنگ زرد یا سبز را در خود حفظ کرده بود ، با این همه کیفیت عمومی کالا در حد بالایی قرار داشت ، به ندرت حباب هوا[۲۱] دیده می شود و هنرمند برای تکمیل کار خود از روش های تزئینی مختلف چون تراش خطی یا سطحی استفاده می کرد . به هر حال اروپا می بایست تا ظهور رنسانس صبر می کرد تا دوباره تولید شیشه ی بی رنگ و شفاف به وسیله ی هنرمندان ونیزی در غرب رونق گیرد.»(علی اکبرزاده کردمهینی،۱۳۷۳ : ۲٤ و ۲۳)

تاریخچه ی شیشه ایران قبل از اسلام

متاسفانه یکی از مهم ترین مشکلاتی که در بررسی تاریخی صنعت و خصوصا صنعت شیشه در ایران وجود دارد ، آن است که اشیای شیشه یی قدیمی ایران یا اکثرا به سرقت رفته و یا به دلیل دخالت باستان شناسان کشورهای مختلف و عدم هماهنگی کار آن ها و حفاری های افراد غیر مسئول و احیانا سارقان اشیای عتیقه نمی توان تسلسل تاریخی این صنعت را دقیقا مشخص کرد . به ویژه اگر این واقعیت را در نظر بگیریم که ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و تجاری خاص خود ، پل ارتباطی در دنیای باستان بوده است و بر این اساس ورود شیشه های بین النهرین[۱] ، سوری و حتی مصری به ایران و تاثیرات متقابل دو فرهنگ ، امری بدیهی خواهد بود . چرا که این تداخل ، جدا کردن شیشه های ساخت ایران و تعیین ابداعات ناب و خاص ایرانی را بسیار مشکل می کنند و اگر بدانیم که بیش از ۹۵ درصد شیشه های ایرانی یافت شده ، در موزه های خارجی قرار دارد مشکل بررسی دو چندان می شود.

شیشه گری دستی در ایران به علت عوامل مختلف اجتماعی در دوران مختلف فراز و نشیب های فراوانی را پیموده است اما پیوسته حضور خود را در میان صنایع دستی به عنوان یکی از نمودهای ارزنده ذوق و هنر ایرانی حفظ کرده است.

«صنعت شیشه گری از روزگاران بسیار دیرین در نجد ایران رواج داشته است بهترین نمونه های آن گونه های رنگی است که به دست آمده و به شکل مهره های غلتان می باشد که با دست شیشه گران تیره کاسی[۲] ساخته شده و در کاوش های لرستان یافت شده است . دیرینگی این مهره ها را در فاصله زمانی از سده پانزدهم تا دهم پیش از میلاد می دانند و بیشتر به رنگ های سفید ، آسمانی ، آبی تیره و زرشکی می باشند . وقتی که شیشه رنگی به دیرینگی ۲۵۰۰ سال پیش در ایران به دست آمده ، پس روشن است که این صنعت هزاران سال در این سرزمین پیشینه داشته که با کاوش های دانشمندان به دیرینگی آن پی خواهیم برد .

هنر شیشه سازی به وسیله کاسی های کرانه لرستان در دشت های مرکزی ایران ، از جمله سیلک[۳] گسترش یافته و چه بسا ساکنین آن کرانه ها ، این هنر را از ایشان آموخته اند . زیرا همانندی هایی از مهره های شیشه ای لرستان در کاوش ها سیلک و خوردین به دست آمده است . کهنترین نمونه اشیای شیشه ای در کرانه های پیر کوه گیلان مهره های شیشه ای خاکستری و زیتونی رنگ که با نقش و نگارهای مارپیچ زرشکی و بیشتر با نقش سر مار ساخته شده ، یافت شده است .

در دیگر کرانه های ایران همانند این مهره ها از روزگاران پیش از هخامنشیان به دست آمده که نشان می دهد ، صنعت شیشه سازی رفته رفته در سراسر نجد ایران پراکنده شده و مردم کرانه های گوناگون با ذوب و تهیه شیشه آشنا شده و آن را از یکدیگر آموختند .

انگیزه آن که شیشه پهن و هموار شده بزرگ ، چه به صورت ساده و چه به صورت آینه از روزگاران باستان و کاوش های باستان شناسی تا کنون پیدا نشده ، شکننده بودن آن است ، زیرا نمی توان گمان کرد که استادان شیشه گر ایران باستان که دانش ساختن گردنبند ، انگشتر ، النگو و دهها چیزهای آرایشی دیگر را که ساختن آنها به مراتب پیچیده تر است ، داشته اند ، ولی توانایی ساختن آینه و شیشه هموار را نداشته باشند ؟!» (رضایی ، ۱۳۸۱ : ۴۳۲ و ۴۳۱)

در میان اولین آثار شیشه ای به دست آمده در ایران می توان از مهره های استوانه ای مکشوفه در حفریات چغازنبیل[۴] خوزستان نام برد که در ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شوش[۵] از زیگوراتی[۶] که توسط اونتاش گال[۷] (۱۲۶۵ – ۱۲۴۵ ق . م) ساخته شده است ، کشف گردید مهره های مزبور که به انواع نقوش عیلامی[۸] و کاسینی کنده و مزین شده اند ، رنگشان لاجوردی است و به دوره عیلام میانی (نیمه دوم هزاره پیش از میلاد) متعلق اند و به احتمال زیاد در خود عیلام ساخته شده اند. (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۲۵)

«درخشش تلاطم [تلالو] هزاران میله شیشه ای در پنجره های معبد (زیگورات) چغازنبیل گواه این مدعاست که ایرانیان در آن زمان در صنعت شیشه گری به حدی از کمال رسیده بودند که با استفاده از شیشه بتوانند از

انعکاس نور استفاده نمایند و این نشانگر گسترش شیشه در اواخر هزاره دوم پیش از میلاد در جنوب غربی ایران می باشد .

همچنین در شمال ایران ناحیه رودبار گیلان بر روی تپه مارلیک[1] ظروف شیشه ای مربوط به اواخر هزاره دوم و اوایل هزاره اول پیش از میلاد به دست آمده که تزئین موزائیکی دارند. » (قائینی ، ۱۳۸۳ : ٦۹)

(تصویر ۲ – ۸) این روش عبارت است از بریدن قطعات از یک میله ی شیشه ای و به هم چسباندن آنها با حرارت در قالب منفی.

تصویر ۲-۸: مهره شیشه ای استوانه ای از چغازنبیل

با تولد امپراتوری ایران در شرق (۵۲۸ ق . م) و سقوط شهر نینوا که بزرگ ترین مرکز شیشه سازی بین النهرین بود ، صنعت شیشه سازی از طریق شیشه گران شهر نینوا به ایران منتقل شد و به سرعت در بخش آریایی نشین این امپراتوری گسترش یافت.» (یاوری ، ۱۳۸۳ : ۲۳)

ظروف شیشه ای بسیاری که بنا به نظر کارشناسان به این دوره تعلق دارند ، مکشوفه از نقاط مختلف خاورمیانه مانند بین النهرین ، آناتولی و فلسطین اند و یافته های شیشه ای از ایران در این دوره معدودی بیش نیستند . این یافته ها که به صورت ظروفی در اشکال کاسه ، بشقاب ، جام[10] ، ریتون[11] ، سرپوش ظرف و غیره هستند ، در مجموع از بیست و پنج عدد تجاوز نمی کنند و از حفاری های کاخ های سلطنتی تخت جمشید[12] به دست ما رسیده اند. نکته ی قابل توجه ای که با مطالعه بر روی این یافته ها به دست ما رسیده است ، تکنیک ساختن ظروف این دوران است که به روش فشردن در قالب[13] بوده است و نه دمیدن[14] در آن. (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۲٦) (تصاویر (۲ – ۹) و (۲ – ۱۰))

تصویر ۲-۹ : قطعه ای از یک ریتون شیشه ای

تصویر ۲-۱۰: بشقاب شیشه ای پیاله مانند با طرح ترنج (لوتوس)

«در روزگار هخامنشیان ، مهره های غلتان ، خمیر شیشه[۱۵] ، جایگاه خود را در ، آراستن گردنبند ها[۱۶] و گوشواره ها[۱۷] نگه داشته اند و در واپسین این روزگار ، شیشه کوچک به نازکی ورق کاغذ به جای سنگ جواهر در زینت آلات به کار رفته است ، بنابراین شیشه گران درروزگار هخامنشی[۱۸] ، آن اندازه در هنر شیشه سازی چیره دست بوده اند که بتوانند شیشه های بسیار نازک بسازند . النگوهای شیشه ای پیدا شده در نزدیکی خرگرد [خرجرد] خراسان که دارای نقش برجسته چشم می باشد ، از زیباترین زیورهای پیش از روزگار هخامنشی را نشان می دهد و آشکار است که شیشه سازان زمان هخامنشی از آزمودگی گذشتگان خویش سود جسته و فنون مربوط به هنر شیشه سازی را آموخته اند . دوبکین رایزن باستان شناس موزه اسرائیل بر این باور است که در آغاز کار شیشه های ستبر شکری رنگ با خطوط کمربندی زرشکی و جز آن در ایران ساخته شده اند .

در اسرائیل نیز بیش از ۲۰۰ جا نشانه هایی از کوره های شیشه به دست آمده است . دوبکین می گوید : شیشه گران فلسطینی این هنر را از ایرانیان آموخته اند . » (رضایی ، ۱۳۸۱ : ٤٣٤ و ٤٣٣)

(تصاویر (۲ – ۱۱) ، (۲ – ۱۲) ، (۲ – ۱۳) ، (۲ – ١٤))

تصویر ۲-۱۱: مهره، استان گیلان، قرن ۳-۳ ق.م ، مجموعه خصوصی، توکیو

تصویر ۲-۱۲: مهره، استان گیلان ، قرن ۳ ق.م – ۳ م ، مجموعه خصوصی ، توکیو

تصویر ۲-۱۳: حلقه های انگشتر و گوشواره ها، استان گیلان، قرن ۱ – ۳ م ، مجموعه خصوصی، توکیو

تصویر ۲-۱۳: حلقه انگشتری، استان گیلان، قرن ۱ – ۳ م ، مجموعه خصوصی، توکیو

«امپراتوری پاستانی ایران با حمله اسکندر[۱۹] فرو ریخت ، ولی پس از پایان دوره هلنی[۲۰] و سقوط سلوکیه[۲۱] به دست اشکانیان[۲۲] (۲۵۰ ق . م تا ۲۲٤ م) ، با گسترش جغرافیایی صنعت شیشه رو به رو هستیم به ویژه آنکه با ایجاد جاده ی ابریشم[۲۳] ، ایران محل تلاقی شرق و غرب و بر سر راه امپراتوری روم و چین قرار گرفت. » (یاوری ، ۱۳۸۳ : ۲۷)

سلسله ی پارت بالاخره در سال ۲۲٦ م توسط اردشیر[۲٤] بنیان گزار سلسله ی ساسانی منقرض گشت . ساسانیان[۲۵] (۲۲٦ – ٦٤۲ م) به خاطر حمایت از بازگشت به سنن ایرانی (که همان سنن هخامنشی بود) بسیار قوی شده بودند. (فوکائی ، ۱۳۷۱ : ۳۱)

« دانش ما در مورد شیشه دوران پارتی و ساسانی محدود و ناقص است . این مسئله به دلیل عدم وجود کاوش های کافی بر روی مناطق تمدنی این دو دوره مهم از تاریخ ما مخصوصا دوران پارتی در داخل خاک ایران است . اطلاعات ما از شیشه ساخت این دو دوره از طریق مطالعه بر روی تعدادی ظروف شیشه ای است که یا به دست حفاری قاچاق کشف شده و از بازارهای جهان و تهران سر در آورده و یا به وسیله یک عده از حفاران ژاپنی در سالهای اخیر در گورستان های گیلان کشف شده است . صرف نظر از این یافته ها کاوشهای باستان شناسی چندین ساله اخیر بر روی نقاط باستانی کشور همسایه عراق ، چون حفریات کیش[۲٦] و سامره و تیسفون[۲۷] نیز کمک شایان توجه ای در راه شناخت شیشه پارت و ساسانی کرد. » (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ :۲٦)

«کنکاش های باستان شناسی نشان می دهد که تولید اشیاء و ظروف شیشه یی در شمال و شمال شرقی ، غرب ، و به ویژه نواحی قدیمی دجله[۲۸] و فرات[۲۹] از نظر کمی و کیفی به حد بالا می رسد و شیشه ی ایرانی بازار نسبتا خوبی را در چین ، ژاپن و اکثر کشورهای خاور دور به دست می آورد . البته از نظر شکل و شیوه ی کار ، شیشه ی ایرانی هماهنگی و همسانی زیادی با شیشه های رومی دارند و این نشانه ی آن است که آمیزش فرهنگی از یکسو و رقابت تجاری از دیگر سو ، بین این دو امپراتوری کاملا وجود داشته است.» (یاوری ، ۱۳۸۳ : ۲۸)

«در ایران در زمان پارت وساسانی از دو روش ساخت، دمیدن در قالب (قالب – دم) و دمیدن آزاد (آزاد–دم) استفاده می شده و دو نوع ظرف ، یکی با جداره ای ضخیم[۳۰] و دیگری با جداره ای نازک[۳۱] تولید می گردیده است . اصولا ظروف جداره ضخیم به وسیله روش دمیدن در قالب ساخته می شده در حالیکه ظروف جداره نازک با روش دمیدن آزاد تولید می گردیده است» (فوکائی ، ۱۳۷۱ : ٤۷)

« در این دوران سود جستن از بلور کاری و کنده کاری[۳۲] بر روی آن در ردیف آموزش های هنر شیشه سازی و گوهر سازی قرار می گیرد .

بهترین نمونه این هنر بشقاب سیمین خسرو دوم[۳۳] در کتابخانه پاریس خودنمایی می کند . جنبه های هنری این بشقاب ، پیشرفت والای صنعت شیشه سازی و جواهر سازی را در ایران ساسانی نشان می دهد و بیننده را بی اختیار به نکوگویی از سازندگان آن وا می دارد. » (رضایی ، ۱۳۸۱ :۴۲۵) تصویر (۲ – ۱۵)

نصویر ۲-۱۵: بشقاب سیمین خسرو دوم

در مناطق کوهستانی ایران روش تراش[۳۴] به کار می رفته است که احتمالا این روش در زمان هخامنشیان از بین النهرین کسب شده بود . تراش شیشه در زمان ساسانیان به اوج خود رسید و ظروف تراش دار ایرانی به شرق و غرب صادر می شد. شیشه گران ایرانی روش هائی تزئینی خاصی را به کار می بردند و ویژگی های انحصاری شیشه های ایرانی از نظر تزئین ، سبب افزایش تقاضا برای این شیشه ها در غرب و شرق شده بود . به ویژه شیشه های ضخیم ایرانی که از طریق جاده ی ابریشم صادر می شدند، مقبولیت بیشتری در جهان آن روز پیدا کرده بودند. (یاوری، ۱۳۸۳ : ۲۹ و ۲۸)

تاریخچه ی شیشه ایران بعد از اسلام

«اگر چه پیدایش اسلام در خارج از مرزهای ایران فعلی بوده است ، اما هنر آن در بسیاری از رشته ها ریشه ای ایرانی دارد و در این میان هنر شیشه گری مورد توجه ماست که پس از رکودی کوتاه در حدود یک قرن و اندی در سال هفتصد و پنجاه میلادی (یک صد و بیست و هشت هجری) با جایگزینی خلفای بنی عباس به جای بنی امیه ، دوباره رونق گرفت. تولید شیشه در ایران و بین النهرین تحت حمایت خلفا ادامه پیدا کرد. از این روست که می بینیم سفال و شیشه به دست آمده از شوش با اشیای همنوع مکشوفه از سامره مشابهت بسیار دارد. لکن این شباهت ها از شکل کل شی فراتر نمی رود، چرا که کیفیت مواد به کار رفته در ساختن ظروف متفاوت است وچنین به نظر می رسد که شیشه گران ایرانی به مواد عالی تری که از غرب ترکستان و خراسان تهیه می شد دسترسی داشته اند.» (علی اکبرزاده کرد مهینی، ۱۳۷۳: ۳۱)

شیشه های دوران اسلام که آغاز آن قرن هفتم - هشتم میلادی (قرن اول ه . ق) است ، زائیده اختلاط تمدن های امپراطوری روم شرقی (بیزانس) و پارت و ساسانی ، در ایران می باشد. در گذشته چنین تصور می

شده که اشیاء شیشه ای که ساخت آنها معمولا به دوران اسلامی اطلاق شده فقط در مصر ، سوریه و بین النهرین ساخته می شده اند اما در قرون سوم و چهارم هجری ، در زیر حکومت سامانیان[1] که قومی بومی بودند ، ایران تجدید حیات علمی ، ادبی و صنعتی دوباره ای پیدا کرد . دو شهر عظیم ایشان نیشابور[2] و سمرقند[3] (افراسیاب) که آثار به دست آمده از حفاری های این شهرها بیانگر این است که این دو شهر از مراکز بزرگ ساخت شیشه زمان خود بوده اند و سبک کار هر دو تقریبا مشابه یکدیگر است. (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۳۱)

«روش های ساخت شیشه که در دوران اسلام در ایران به کار می رفته یکی همان روش کهن "دمیدن در قالب " برای تهیه شیشه ضخیم است که از دوران پارت و ساسانی به کار می رفته و دیگری روش " دمیدن آزاد " برای تولید شیشه نازک است ، که در شیشه های سوری دیده شده است . ایجاد کمال زیبائی با روش دمیدن آزاد امکان پذیر است که در خلال عصر اسلام به اوج خود رسیده است .» (فوکائی ، ۱۳۷۱ ، ص ۹۷)

«با این تفاوت که شیشه تراش نیشابور از مرغوبیتی خاص برخوردار است ، چرا که سنت چند قرن شیشه گری ساسانی را به دنبال دارد . تنها یک فرق در میان این دو دیده می شود و آن اینکه تزئین تراش دوره اسلامی بیشتر معطوف به تراش خطی شده و کمتر از تراش سطحی استفاده می شد . و نیز ظروف شیشه ای دوران اسلامی ایران در شکل کلی هم چندان شباهتی با شیشه ساسانی ندارند . تراش شیشه که در دوران ساسانی بیشتر به صورت دوایر و بیضیهای توگود ارائه می شد ، دراین دوران به صورت انواع نقوش هندسی ، نباتی ، و حیوانی در آمد که از جذابیتی شگفت انگیز برخوردارند.» (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۳۲ و ۳۱)

روش های تزئینی گوناگونی که بعضی از آن ها نسبت به دوره ی خود بی نظیر هستند رایج بوده است ، این روش ها شامل تزئین "تراش " ، تزئین با " رشته های شیشه ای افزوده " ، تزئین " پر مانند " ، تزئین "فشرده در قالب " تزئین با " مدال های افزوده "[4] می باشد .

تزئین تراش : این روش از زمان پارت و ساسانی مورد استفاده بوده است و ادامه ی رواج آن در فلات ایران در دوران اسلام ، به خاطر تولید شیشه ی تراش ، که خصوصا در نیشابور شکوفا گشته بود ، قابل قبول به نظر می رسد . [تصاویر (۲ – ۱۶) (۲ – ۱۷)]

تصویر ۲-۱۶: پارچ دهانه گشاد، جرجان، قرن ۹ م (۳ ه.ق)، مجموعه خصوصی، توکیو

تصویر ۲-۱۷: بطری گردن باریک تراش دار، فلات ایران، قرن ۹ م(۳ ه.ق)، مجموعه موزه تنری

تزئین با رشته های شیشه ای افزوده : این روش تزئینی اغلب در تزئین ظروف شیشه ای سوری که با دمیدن آزاد ساخته می شده اند ، به کار می رفته است . رشته های شیشه ای در انواع رنگ ها چندین بار روی بدنه ی ظرف کشیده یا افزوده شده به طوری که نقشی موجی شکل را ایجاد می کرده است . این روش عموما برای تزئین اشیائی نظیر روغن دان های گردن باریک به کار رفته است . [تصویر (۲ – ۱۸)]

تصویر ۲-۱۸: روغن دان هایی با تزئین رشته های شیشه ای افزوده، جرجان، قرن ۱۱ – ۱۲ م (۵ – ۶ ه.ق)، مجموعه خصوصی، توکیو

تزئین پر مانند : ردپای روشن تزئین اشیاء " قالب گلی " از مصر و فینیقیه ی باستان باقی است . این روش در عصر اسلام مجددا عمومیت می یابد و استفاده از آن تا حدود قرن دوازدهم میلادی (قرن ششم ه. ق) ادامه دارد . بسیاری از اشیائی که با این روش تزئین گردیده اند ، احتمالا به خاطر محدودیتی که این روش از نظر طرز ساخت دارد اشیاء کوچکی مانند ، ظروف مخصوص روغن و پیکره پرندگان می باشد. [تصویر (۲ – ۱۹)]

تصویر ۲-۱۹: پیاله کوچک، جرجان، قرن ۹ م (۳ ه .ق)، مجموعه خصوصی، اوکایاما گاکوئن، اوکایاما

تزئین فشرده در قالب : این روش تزئین نیز از دوره ی پارت و ساسانی ادامه یافته است [تصاویر (۲-۲۰) (۲ – ۲۱)] ظرفی که در [تصویر (۲ – ۲۰)] دیده می شود با اشکال برجسته روی هر دو طرف خارجی و داخلی آن تزئین شده و نمونه ای از روش متداول اوائل اسلام می باشد .

تصویر ۲-۲۰: پیاله با نقش بادامی شکل برجسته، جرجان، قرن ۹ م (۳ ه . ق) ، مجموعه خصوصی، اساکا

تصویر ۲-۲۱: بطری گردن بلند با تراش قالبی دوایر افزوده، فلات ایران، قرن ۱۰ م (۴ ه. ق) ، مجموعه خصوصی، توکیو

تزئین بامدال های افزوده : این روش ، افزودن "نقوش قالبی" بر روی شی مورد تزئین می باشد . از این روش اغلب در تزئین ظروف سفالی ساسانی استفاده می شده است . و در اواخر دوره ساسانی و اوائل اسلام برای ظروف شیشه ای نسبتا کوچک به کار رفته است. [تصاویر (۲ – ۲۲) و (۲ – ۲۳)] (فوکائی ، ۱۳۷۱ : ۹۹ – ۹۷)

تصویر ۲–۲۲: روغن دان، جرجان، قرن ۹ م (۳ ه. ق) ، مجموعه خصوصی، اوکایاما گاکوئن، اوکایاما

تصویر ۲–۲۳: کلدان با نقوش افزوده، فلات ایران، قرن ۹ م (۳ ه. ق) ، مجموعه خصوصی، توکیو

علاوه بر شیوه های معمول تزئین شیشه دردوران اسلام به سه نوع تزئین مشخص دوران اسلامی بر روی ظروف شیشه ای، یعنی مینایی[۵]، نقاشی سرد[۶] و زرین فام[۷] اشاره می شود.

مینایی : برای مینایی کردن شیشه ، در ابتدا قطعاتی از شیشه در رنگ های مورد استفاده (این رنگ ها معمولا قرمز ، سبز ، زرد و سفید و آبی بوده اند) با خاصیت ذوب در حرارت بسیار کم می ساختند . سپس این قطعات را جداگانه خرد می کردند، می سابیدند و پودر می کردند . این پودر در مایعی چسبنده ریخته

می شد و پس از آن درست مانند رنگ روی ظرف شیشه ای که قبلا فرم گرفته و تهیه شده بودند به نقاشی می پرداختند . پس از اتمام کار نقاشی ، ظرف مزبور به کوره ای با درجه حرارت بسیار پایین می رفت . این حرارت آنچنان کم بود که در فرم ظرف اثر نمی گذاشت ولی در عین حال باعث ذوب شیشه ی پودر شده ای می شد که به عنوان رنگ نقاشی روی ظرف را تزئین کرده بود . این نوع تزئین ، مینا نام گرفت و عمل آن را مینا کاری نامیدند .

اوج مینا کاری بر روی شیشه در قرون هفتم و هشتم هجری در خاور نزدیک ، مخصوصا در سوریه بود که از میان ظروف شیشه ای مزین شده به این وسیله می توان از قندیل های بزرگ شیشه ای مورد استفاده در مساجد مصر نام برد که در وصف زیباییشان بشر عاجز است. [تصویر (۲ – ۲٤)]

تصویر ۲-۲۴: قندیل مینایی، قرن ۵۸ ، موصل، موزه ایران باستان، تهران

نقاشی سرد : تزئین شیشه با این روش بسیار ساده و راحت است . با استفاده از رنگ و یا لاک بر روی شیشه نقاشی می کنند و کار به همین جا ختم می شود . این نوع تزئین به راحتی از روی شیشه جدا می شود چرا که برخلاف مینا کاری به کوره نرفته و جزو شیشه نشده است ، بنابراین تشخیص آن نیز از مینا بسیار راحت است . نقاشی سرد معمولا در کنار مینا بر روی شیشه جا می گرفت و یا به صورت تنها استفاده می شد .

زرین فام : این نوع تزئین بدین دلیل زرین فام نامیده می شود که برق و جلایی زر مانند دارد و متاسفانه هنوز طرز عمل و به وجود آوردن آن برای ما ناشناخته است . نه میناست و نه نقاشی سرد . تنها نکته ای که می دانیم آن است که به هر حال پرده ی نازکی از رنگ بر روی شیشه حرارت داده می شد و بستگی به درجه حرارت این رنگ به درجات مختلف، زرین فام می گشت . [اگر چه نویسنده از ناشناخته بودن این تکنیک سخن به میان آورده است لکن امروزه معلوم گشته که جهت ساخت این گونه لعاب ها از نمک های فلزی استفاده نموده و در محیط احیایی در کوره پخته می شدند.]

ابداع کننده ی این سبک کار در شیشه در اوایل قرون اسلامی و یا اواخر بیزانس مصری ها هستند وبه احتمال قوی شیشه گران سوری نیز از این فن با اطلاع بوده اند . شاید بتوان این عمل را به فن زرین فام بر روی سفال که برای اولین بار در بین النهرین قرن سوم هجری عمل شد ارتباط داد . زرین فامی که بر روی شیشه تولید می شد معمولا دارای رنگ قرمز مایل به قهوه ای بود و بر روی شیشه بی رنگ این عمل را انجام می دادند . اگر چه گاه شیشه به علت ناخالصی موجود ، چون اکسید آهن ، ته مایه سبز رنگی داشت . باید یاد آور شد که این نوع شیشه در ایران اسلامی ساخته نشده و یا اگر شده ، نمونه ای از آن به دست ما نرسیده است.(علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۳٤ و ۳۳) (تصویر ۲ – ۲۵)

تصویر ۲-۲۵: کاسه شیشه ای زرین فام، قرن ۵ ه. ، مصر، موزه بریتانیا، لندن

شیشه گری ایران اسلامی قبل از حمله مغول[8] در دوران سلجوقی[9] به اوج زیبایی و تولید خود رسید و حفریات ری[10] ، جرجان و نیشابور این ادعا را ثابت می کنند . در این دوره ظرفهای بسیار زیبای شیشه ای از کوره های شیشه گری گرگان بیرون می آمد که به نازکی کاغذ و گاه مینایی بود و بعضی تراش خورده و کنده کاری شده بودند.

«در دوران سلطنت این سلسله صنعتگران به شیوه های جدید روی آوردند و استفاده از قالب های گوناگون را با نقوش برجسته و قرو رفته رواج دادند . به این ترتیب حک و تراش روی شیشه را نیز برای غنای کارشان به خدمت گرفتند و در همین دوران است که نقاشی های گوناگون از قبیل گل های تزئینی ، اشکال حیوانات و استفاده از اشعار و آیات قرآن با رنگ های متنوع به عنوان عاملی مکمل وارد شیشه گری دستی ایران می شود . فرآورده های شیشه یی این دوران بیشتر شامل ظروف کوچک و بزرگ ، عطر دان های بسیار ظریف ، جام ها و گلدان هایی با فرم و اندازه های متنوع و اشیاء تزئینی کوچکی به شکل حیوانات است .» (تجویدی ، ۱۳۵٦ : ٦ و ٥) (تصاویر (۲ – ۲٦) و (۲ – ۲۷))

این صنعت متاسفانه پس از حمله مغول و همچنین در مدت حکومت آنان رونق خود را از دست داد.

پس از ایشان نیز ایلخانان بیشتر به ساختن و گسترش تکنیک سفالگری توجه کردند و بالطبع تولید شیشه بسیار کم و در کارگاه های کوچک انجام می گرفت و منحصر به ساختن شیشه های بسیار ساده شد که بیشتر جنبه مصرفی داشت تا زیبایی و تزئین .

تصویر ۲-۲۶: بطری گردن بلند تراش دار، جرجان، قرن ۹ – ۱۰ م (۳ – ۴ ه . ق)، مجموعه خصوصی، اساکا

تصویر ۲-۲۷: بطری گردن بلند با نقش لاک سنگ پشت، جرجان، قرن ۱۰ – ۱۱ م (۴ – ۵ ه.ق)، مجموعه خصوصی، اوکایاما

با ظهور سلسله صفوی[11] و سلطنت شاه عباس[12] و توجه و علاقه وی به پیشرفت صنعت و تشویق صنعتگران مجددا هنر شیشه گری در ایران تجدید حیات کرد و این بار شهر شیراز مرکز ساخت و تولید شیشه قرار گرفت. (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۳۲)

در این دوران برای ساختن چراغهای مساجد ، هنر شیشه گری باز جان گرفت ولی دیگر از آن شیشه های نازک و زیبای روزگاران گذشته خبری نبود . لذا شاه عباس ناگزیر شد شیشه گران ونیزی را به کمک طلبد. (تصاویر (۲ – ۲۸) و (۲ – ۲۹) و (۲ – ۳۰))

تصویر ۲-۲۸: روغن دان با چهار دسته، شیراز، قرن ۱۸ – ۱۹ م (۱۲ – ۱۳ ه . ق) ، مجموعه خصوصی، توکیو

تصویر ۲-۲۹: گلاب پاش، شیراز، قرن ۱۸- ۱۹ م (۱۲ – ۱۳ ه. ق)، مجموعه خصوصی، توکیو

تصویر ۲-۳۰ : ساغر ساقه دار با نقوش گل و بته، قرن ۱۸ م (۱۲ ه. ق)، مجموعه خصوصی، توکیو

« هنرمندان شیشه گر این دوران صرف نظر از به کار گرفتن انواع روش های تزئینی شناخته شده چون قالب و تراش و افزودن نوار ، هنر نقاشی را نیز به یاری طلبیدند . تاریخچه صنعت شیشه گری در ایران را باید در همین نقطه پایان بخشید . نه آنکه این هنر از میان ایرانیان رفت ، بلکه پس از هنرمندان صفوی ، دیگران تنها بنیاله رو بودند و به خلاقیتی در این صنعت دست نیافتند و تنها گاه گاه به تقلید از شیشه اروپایی پرداختند .

در سالیان اخیر نیز ظهور انواع مختلف مصنوعات پلاستیکی و آلومینیومی و دیگر انواع فلزات سبک ، مصرفی تر شدن جامعه ، مشکلات اقتصادی و افزایش جمعیت باعث شد که استفاده از سفال و شیشه سنتی به تدریج به فراموشی سپرده شود. » (علی اکبر زاده کرد مهینی ، ۱۳۷۳ : ۳۲)

«پر پیشینه ترین صنعت بشری ، بعد از حصیربافی و سفالگری که محققان خاستگاه هر دو را ایران دانسته اند " هنر – صنعت " شیشه گری است که پس از فراز و فرودهای بیشماری که طی گذشت ایام و روزهای طولانی عمر خود پشت سر گذاشته هم اینک نیز علیرغم تولیدات وسیع کارخانه های شیشه سازی و کریستال سازی در بیشتر نقاط جهان حیثیت والایی دارد و در میان دست سازهای ایرانی نیز از قابلیت های بی جانشینی برخوردار است و به جرات می توان گفت حداقل در ایران شیشه ی دست ساز به دلیل ظرافت بیش از اندازه اش که حالت های هنری – مصرفی توامانی به آن می بخشد بر بسیاری از دیگر انواع صنایع دستی برتری دارد و دست اندرکاران که در کنار کوره هایی با بیش از ۱۸۰۰ درجه سانتی گراد حرارت ، شیشه ی مذاب را شکل می بخشند و با کمک ابزاری ساده و ابتدایی از هیچ ، همه چیزی می آفرینند و به ضایعات شیشه ای تولدی دوباره می بخشند ، صاحب جایگاهی خاص و قابل شناسایی هستند . چرا که شیشه گری صنعت رام کردن سیلیس به کمک حرارت و هنر شکل دادن به مذاب شیشه برای ساختن فرآورده های اعجاب انگیز است. » (حسن بیگی،۱۳٦٥: ٦٤و٦٣)

تاریخچه ی استین گلاس

خواستگاه شیشه را از مصر می دانند ، جایی که احتمالا از شیشه به عنوان جواهر استفاده می کردند. استفاده از شیشه از مصر به بیزانس و سپس به یونان و رم انتقال یافت . قطعات شیشه ای از حفاری های شهرهای هرکولانیوم[1] و پمپئی[2] کشف شد که نشان می دهد رومی ها اولین افرادی بودند که با قرار دادن قطعه هایی از شیشه روی درب های ورودی ساختمان های سنگی از آن به عنوان پنجره استفاده می کردند. روش های تکنیکی ارتقا یافت و شیشه ی شفاف جایگزین شیشه ی مات شد . سرانجام توانایی سازندگان شیشه باعث راه یابی این هنر به فرانسه شد . یعنی اولین جایی که پنجره های استین گلاس به صورتی که امروزه ما آن ها را می شناسیم مورد استفاده قرار گرفت . در تمام سال های بین ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ میلادی ، استین گلاس شکلی از هنر کلیسایی بود که به آموزش تعداد بی شماری از مردم عامی در داستان های انجیل کمک می کرد. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ٤)

صورت های مسیح از صومعه های لورچ[3] و ریسمبرگ[4] نقطه ی اوج هنر شیشه استین در مراحل ساخت کلیساهای جامع اتفاق افتاد ، هنرمندان آن زمان توانستند حقیقت بنیادی شیشه ی استین را کشف کنند که با

نور و رنگ در فضای درونی برتر از تمام هنرهای دستی است . آن ها دارای اطلاعاتی بودند که چگونگی تغییر رنگ بستگی به شرایط نور دارد و این معلومات را مقتدرانه با قرار دادن پنجره هایی با رنگ سرد در دیوار شمال و غرب و پنجره هایی با رنگ گرم در شرق و جنوب به کار می بردند .

رنگ های شیشه استین در آن سال ها محدود می شد به طیفی از آبی ، قرمز ، بنفش و سفید که شفافیت زیادی داشتند و رشته های سربی ، قطعات شیشه را کنار هم نگه می داشتند . شیشه های استین از هر گونه شبیه سازی به دورند . پنجره هایی به سبک معماری گوتیک ، کامل ترین اثر هنری در هنر شیشه ی استین است که سرشار از نور و رنگ و به طور کامل صرفا آبستره است . آنچه واقعی است فقط نور است که نفوذ می کند و روح می بخشد. (<http://www.art glass2.com>)

بسیاری از مکان های تولید یا نگهداری شیشه در لوریان[۵] قرار داشت که در جنگ ۱۶۲۳ خراب شده بودند و رموز و تکنیک های ساخت شیشه برای قرون متمادی در زیر ویرانه ها مدفون شد ، سپس هنرمندان این هنر را به سوی پنجره های خانگی سوق دادند. این موضوع متقارن با زمانی شد که شیشه های سفید و شفاف به صورت مینا کاری نقاشی شدند. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ٤و٥)

تکنیک های شیشه ی مات[۶] برای هنرمندان آزادی عمل بیشتری به همراه آورد . آن ها آموختند که چگونه رنگ های کمتری را روی یک تکه شیشه به کار برند . آن ها فراموش کردند که نور ماهیت اصلی هنر شیشه استین است . در طول دوران انحطاط (قرون ۱۷ و ۱۸ م) پنجره های استین ، خطوط سربی و نقاشی با رنگ مینا را روی شیشه نداشتند. (<http://www.art glass2.com>)

«در مقایسه با پنجره های پر از رنگ قرون قبل که نور را از خود عبور می دادند کارهای جدید ، به نظر مات و کدر می آمدند .

خوشبختانه قرن نوزدهم شاهد احیا و کشف مجدد زیبایی استین گلاس بود . در سال ۱۸۵۰ ساخت شیشه های رنگی قرون قبل مجددا شکل گرفت و در سال ۱۸٦۰ ویلیام موریس[۷] ، با استفاده از این شیوه با سبک جدید از شیشه های رنگی در پنجره هایش نظریه های فنی گذشتگان را زنده کرد .

ادواردبرن جونز[۸] هم کمک شایانی به مردمی شدن هنر استین گلاس کرد و این افراد پنجره هایی را طراحی کردند که نه تنها در کلیساها ، بلکه در پنجره های خانگی قابل استفاده بودند.

در آمریکا لوئیس کامفرت تیفانی[۹] تاثیر بسزایی بر روی هنر شیشه گذاشت ، کسی که سنت شیشه های ترکیبی با نوارهای سربی را از طریق اختراع تکنیک های فویل مسی تغییر داد .

در ۲۰ سال اخیر علاقه ی شگرفی به استین گلاس به عنوان کار فنی پیشرفته در صنعت هنر به وجود آمده است ، قاب های پنجره های قدیمی با دقت به شکل با شکوه پیشین خود بازسازی شدند و کارهای جدید برای بازتاب معماری امروزی به اجرا درآمد .

بسیاری از کارهای اجرایی اخیر در ساختمان های عمومی ، موزه ها و رستوران ها دیده می شود . مدت زیادی نیست که این هنر به عنوان یک هنر منحصر به کلیسا دیده نمی شود . در ۵۰ سال اخیر سبک های مدرن به صورت رنگی با جسارت تمام در داخل ساختمان ها به کار رفته اند.» (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ۵)

امروزه استین گلاس یکی از زنده ترین و ابداعی ترین فرم هنر دنیای هنرمندان است . در این قسمت به طور خلاصه مراحل پیشرفت استین گلاس در طی قرون و سبک های متمادی بیان می شود.

قبل از تمدن رومی ها :

تاریخ اولین قطعات هنری شیشه ی استین به دوره کارولین گیان بر می گردد . قدیمی ترین قطعه ی این دوره در قبرستان فرانسوی sery – les – mezieres قرار دارد اعتقاد بر این است که قسمتی از یک شی مقدس است که از قطعات مختلف شیشه ساخته شده و همه با سرب به هم متصل شده اند که صلیبی را با شکل های گل دار روی جهات کناری به وسیله ی حروف آلفا و امگا نشان می دهد . وقتی صومعه ی لورچ در هس[10] آلمان در سال ۱۹۳۲ مورد حفاری قرار گرفت ، یک قطعه کوچک و خرد شده استین پیدا شد که نشانگر مسیح بود.

محققان معتقدند که تاریخ آن به اواخر قرن نهم یا شروع قرن دهم میلادی بر می گردد که قدیمی ترین تصویر مسیح حفظ شده در شیشه استین است .

اثر هنری دیگری که نشانگر مسیح است از قرن نهم در کلیسای راهبان در ویسمبرگ در آلساس[11] فرانسه به دست آمده است. (تصویر ۲ – ۳۱) (درحال حاضر این اثر در موزه اورنتردام استراسبورگ[12] فرانسه نگهداری می شود)

تصویر ۲-۳۱: پنجره خرد شده شیشه استین، قرن ۹ ، کلیسای راهبان ویسمبرگ در آلساس فرانسه، نشان دهنده سرمسیح، کاراکتر روشنی از قبل تمدن رومی ها، موزه لوور نتردام استراسبورگ فرانسه

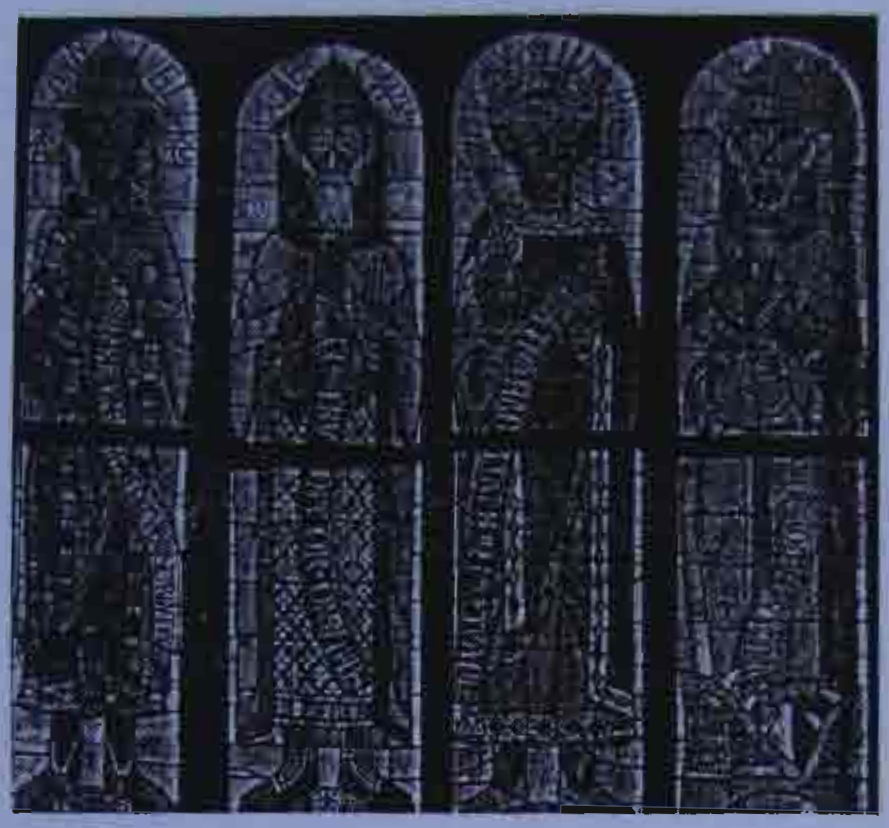
سبک رومی ها :

در قرون یازدهم و دوازدهم و قسمتی از قرن سیزدهم میلادی سبک رومی در اروپا توسعه یافت . دیوارهای ضخیم و بزرگ کلیساها دارای روزنه هایی بودند که نور از آن ها وارد می شد . در کلیساهای جامع و مهم این روزنه ها به وسیله ی شیشه های استین پوشیده می شد . معمول ترین آثار شیشه ی استین این دوره مدال ها و ترسیم هایی از مردم مشهور بود. در مدال ها صحنه هایی از انجیل، زندگی قدیسان و صحنه هایی از زندگی روزمره و عموم مردم نشان داده می شد. مدال ها گرد یا به شکل بیضی بودند و به وسیله ی یک بدنه ی آهنی احاطه می شدند . خطوطی که در محیط مدال به کار گرفته می شد ، هم هدف تزئینی و هم هدف کاربردی داشته که شیشه ی استین را با اندازه های روزنه مطابق می کردند . به طور کلی این خطوط طرح های گل دار و طولی به رنگ های مختلف را تشکیل می دادند و یک ششم عرض شیشه را می گرفتند .

فرانسه نقش مهمی در پیشرفت سبک رومی ایفا کرد . در فرانسه مهم ترین قطعات شیشه ی استین از این سبک ، در مناطق Lemans و Poitiers یافت می شوند . آن ها متعلق به دوره ی اخیر رومی ها هستند و در تاثیرات این سبک رومی سهیم هستند .

کلیسای جامع در حومه Lemans یکی از مهم ترین مکان هایی است که دارای پنجره ی شیشه ی استین این دوره است که صحنه ای از عروج عیسی را در چهار قاب به اجرا گذاشته و در ۱۱۴۵ میلادی تولید شده و دست نخورده به صورت یک مجموعه نگهداری می شود در هر لبه ی پنجره سه تن از حواریون تصویر شده اند .

مجموعه پنجره های شیشه ی استین را می توان در آلمان یافت . پنجره های شیشه ی استین کلیسای جامع آسبرگ[۱۳] چهار پیامبر را نشان می دهد . داود ، موسی ، دانیال ، و یونس. این اشکال بیش از ۶½ پا (۲ متر) ارتفاع دارند و در اواخر قرن یازدهم میلادی ساخته شده اند . (تصویر ۲ – ۳۲) آن ها قدیمی ترین پنجره های شیشه ی استین هستند که در دنیا به صورت مجموعه نگهداری می شوند.



تصویر ۲-۳۲ : پنجره های شیشه ی استین کلیسای جامع آسبرگ آلمان، سبک رومی، پیامبران دانیال، نوح، داوود و یونس را نشان می دهد.

در اسپانیا پنجره های شیشه ی استین به سبک رومی باقی نمانده اما چند نمونه از دوره سیستری ها[۱۴] وجود دارد . آثار سیستری ها سادگی و فرم های خیلی ساده را توصیف می کند و تنها اشکال هندسی روی پنجره های شیشه ی استین به کار رفته است بدون هیچ رنگ مجازی تنها با رنگ های قرمز ، زرد و سبز کم رنگ .

دوره ی گوتیک :

معماری گوتیک در به وجود آوردن نمازخانه های کوچک، کلیسا و کلیساهای جامع که دیوارهای روشن تری را جایگزین دیوارهای ضخیم و سنگین سبک رومی کرد ، جسارت بسیار داشت . محل تلاقی طاق ها با طاق های چوبی و شمع های حائل برای محکم نگه داشتن ، ساخته می شد . این کار اجازه می دهد پنجره بیشتر باز شود.

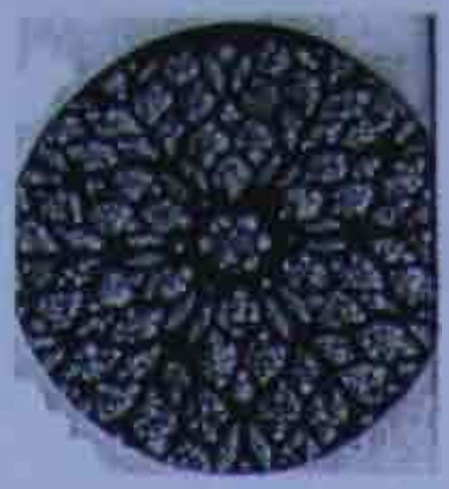
در این زمان شیشه ی استین به عنوان مدرک معتبر برای مسیر تکاملی و سبک درست پیکره نگاری این دوره پدیدار شد و باعث شد تا بتواند با هنرهای دیگر مثل نقاشی ، مینیاتور و مجسمه سازی مقایسه شود . قرن چهاردهم که از نقطه نظر سبک به سبک رومی نزدیک تر بود از نقطه نظر تکنیکی پیشرفت زیادی داشت. یکی از از این تکنیک ها ، استین نقره بود که باعث شد هنرمندان بتوانند شیشه را با رنگ های مختلف نقاشی کنند .

بدعت دیگر استفاده از شیشه ی شفاف بود که با پوشاندن قطعه ی شفاف با شیشه های رنگی یا شیشه ی دیگر (وقتی هنوز مرحله ذوب است) با ایجاد درخشش و رنگ بیشتر در شیشه تولید شد .

فرانسه کشوری است که مهم ترین قطعات شیشه ی استین آن زمان را در خود جای داده است . بعد از آتش سوزی که در ۱۱۹٤ میلادی در کلیسای جامع پاریس اتفاق افتاد و شروع به مرمت کلیسا شد به چند کارخانه ی شیشه ی استین ماموریت داده شد که بیش از ۱۷۰ پنجره ی شیشه ی استین تولید کنند .

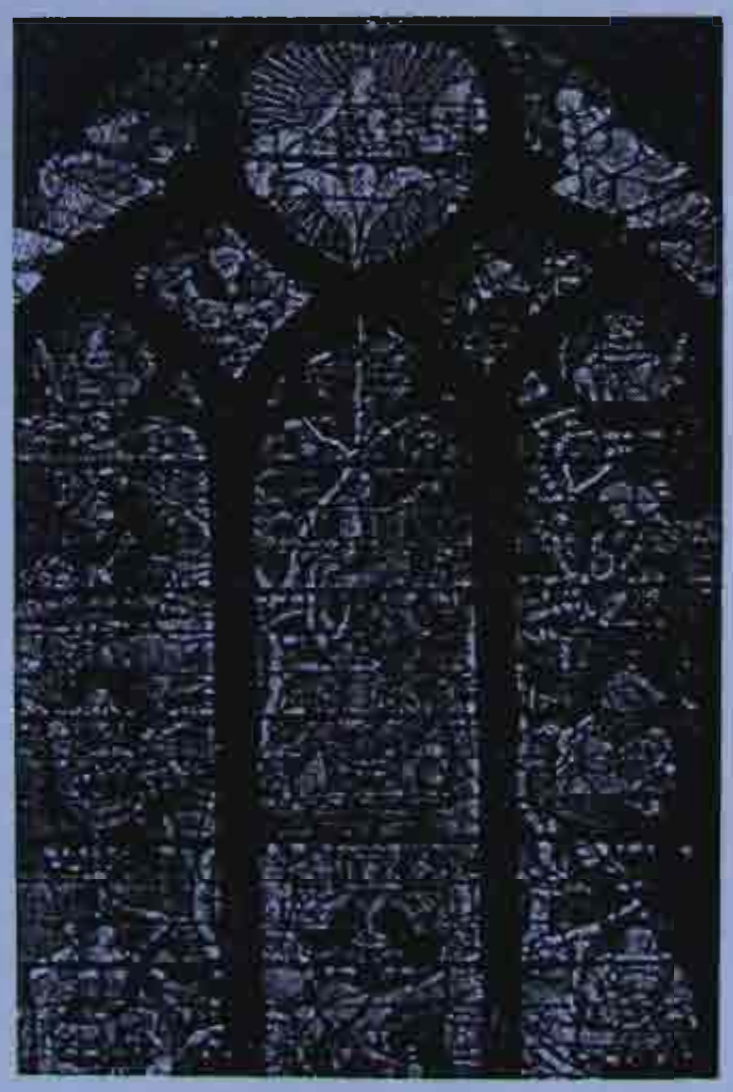
کلیسای کوچک مقدس پاریس بین سال های ۱۲٤۳ تا ۱۲٤۸ ساخته شد . پنجره ی شیشه ی استین این کلیسا حدود ۵۰ پا (۱۵ متر) ارتفاع دارد که تقریبا کل فضای دیوار بالای کلیسا را پر کرده و پنجره ها به شکل قوس یا کمان طراحی شده اند. که به تزئینات جلوه ی خوب می دهد و کاملا هماهنگ با سبک معماری ساخته شده است ودراستفاده از آبی، قرمز، بنفش، زرد و سبز تیره مهارت به خرج داده شده است. با استفاده از نقاشی نقطه[۱۵]، صحنه ها در مدال ها جای گرفته است. نتیجه تحسین برانگیز است. نور از میان شیشه هایی به رنگ های مختلف عبور می کند و فضای درون را تغییر می دهد. (تصاویر(۲- ۳۳)و(۲ – ۳٤))

تصویر ۲-۳۳: پنجره های شیشه ی استین کلیسای مقدس در پاریس فرانسه. صحنه هایی از زندگی مسیح، جان مقدس باپتیست (The Babtist) فرقه ای از مسیحیان و جان مقدس ایوان کلیست (Tht Evan gelist) صاحب انجیل را نشان می دهد



تصویر ۲-۳۴: پنجره شیشه ی استین، کلیسای کوچک کلیسای مقدس، برای قرار دادن باقیمانده صلیب مقدس طراحی شده و با بیش از ۱۰۰۰ مدال و قاب شیشه ای ساخته شده است.

مهم ترین سازندگان شیشه ی استین در نرماندی[۱۶] فرانسه بودند ، گر چه کیفیت کار بهتر از قرن قبل نبود اما قطعات جالبی از شیشه ی استین تولید شد . استفاده ی مکرر از استین نقره مختص این دوره و این منطقه است . (تصویر (۲_۳۵)



تصویر ۲-۳۵: صحنه ای از درخت Jess توسط Engrand le prince برای کلیسای Etienne مقدس در Beauvais ساخته شده است.

در ایتالیا پنجره های شیشه ی استین باسیلیکای[۱۷] فرانس مقدس در قرن سیزدهم ، به خصوص در تناسب رنگ ها تحت تاثیرسبک آلمان است .

در ایتالیا عدم کارهای خاص در این هنر باعث ترویج هم کاری هنرمندان نقاش با کارگاه های سازنده ی قطعات استین شد . برای مثال کلیسای جامع سی ینا[۱۸] که پنجره ی شیشه ی استین آن صحنه هایی از مرگ و تاج گذاری مریم با کره را نشان می دهد که ترسیم آن به دوچیو[۱۹] نسبت داده شده است .

در قرن چهاردهم نقاشان فلورانس و سی ینا پرسپکتیوی را با حجم و تناسب در شیشه ی استین ابداع کردند . شیشه های استین با سیلیکای (بازیلیکا) فرانس مقدس ر آسی سی[۲۰] و سانتا کروز در فلورانس مثال های روشنی از این نوع طرح های تکنولوژیکی هستند.

رنسانس :

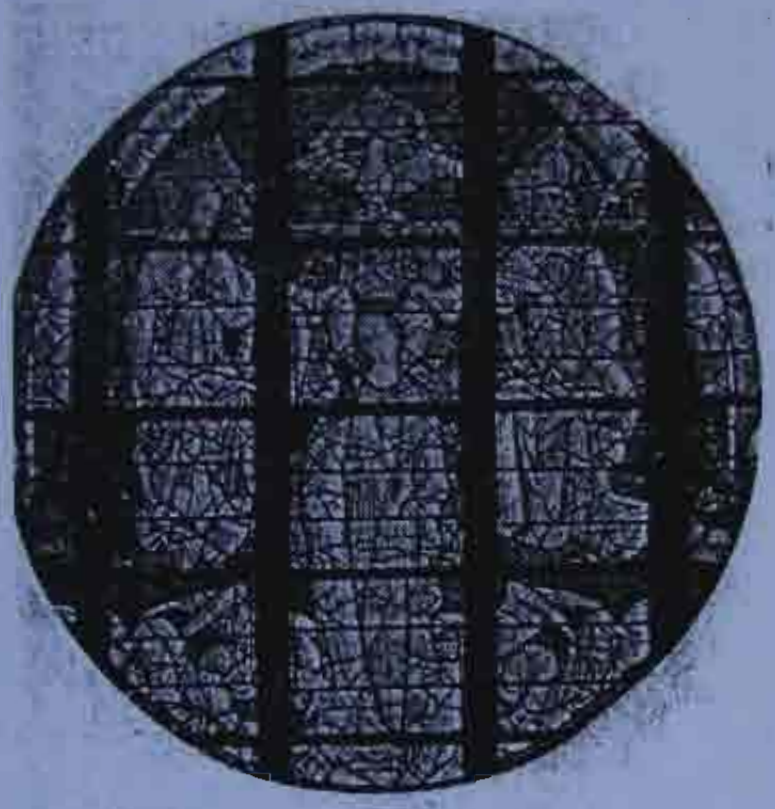
قرن پانزدهم عصر دگرگونی هنر و اولین دوره ی رنسانس است . در حالی که بعضی مکان ها هنر را به سبک گوتیک تولید می کردند سبک فله میش[۲۱] ایتالیایی ، اقتباسی از فرم های سبک بین المللی بود و کشورهای دیگر فرمول های جدید رنسانس را تجربه می کردند که در قرن بعدی به اوج خود رسید . در طول قرن پانزدهم پنجره های شیشه ی استین به سبک فله میش بیشتر به نقاشی نزدیک شد . در این منطقه نقاشانی مثل وان آیک[۲۲] و واندرویدن[۲۳] نام های با ارزشی هستند که به این سبک کار می کردند . بعضی خصوصیات تکنیک اصلی شیشه ی استین در طول این دوره ، خطوط سنگین و استفاده از استین نقره با تزئینات در پس زمینه است .

در ایتالیا ساختمان های متمدن و مذهبی با پیروی از دستورالعمل هنری جدید ساخته شد که سبک رنسانس نامیده می شود و ترکیب اصلی اش احیای سبک کلاسیک گذشته بود . این دگرگونی فضای معماری، تحت تاثیر مفاهیم درونی بود که حالا به طور واضح در کلیساها و به همان نسبت در ساختمان های متمدن و مسکونی پدیدار شد .

نتیجه ی شروع قرن شانزدهم ، کاهش کارگاه های شیشه ی استین بود . تنها کارگاه فله میش با قدرت در این دوره به کار خود ادامه می داد ، همچنین دگرگونی عمیقی از نظر تکنیک به وقوع پیوست . پنجره های شیشه ی استین ، مختص نقاشی شد که کاهش سرب و فلز و افزایش شیشه را در برداشت . رنج رنگ ها روشن تر شد ، خطوط سنگین و محکم برای نشان دادن نیم رخ کاهش یافت و مدل ها با سایه های تدریجی نشان داده می شدند .

پنجره های شیشه ی استین کلیسای گوماریوی[۲۴] مقدس در لی یر[۲۵] تحت تاثیر تغییرات روحی و ذهنی است که بیشتر به سمت نمونه های رنسانس می رود تا گوتیک. (تصویر ۲ – ۳۶) مریم باکره را نشان می دهد و تاثیر نقاشان فله میش در آن به خوبی مشهود است.

در طول قرن پانزدهم، فرانسه از ایده ها ، فرم ها و سبک هایی که در قسمت های دیگر اروپا به کار گرفته شده بود استفاده کرد . پنجره های شیشه ی استین کلیسای بورگز[۲۶] مثال خوبی است که تاثیر واضح فله میش را نشان می دهد.



تصویر ۲-۳۶: پنجره شیشه ی استین، تاج گذاری مریم باکره را نشان می دهد، در کلیسای گوماریوی مقدس در لی یر (Lier) بلژیک نگهداری می شود. این قطعه، نفوذ نقاشان فله میش را نشان می دهد.

در آلمان هنرمندان برجسته ای بودند مثل هانس آکر[۲۷] که پنجره های شیشه ی استین را تولید می کرد مثل قاب کوچک بسه رر[۲۸] کلیسای جامع الم[۲۹] که شرحی از صحنه های انجیل است . اما بیشترین پنجره های شیشه ی استین آلمان در قرن پانزدهم توسط دست های هنرمندانی که در کارگاهی تحت نظر همل وان آندلو در شهر استراسبورگ کار می کردند ، خلق شده است . کارهای آن ها در کلیساهای جامع آسبرگ ، مونیخ ، تابین گای ، سالزبورگ و فرانکفورت قرار دارد .

هنراستین در انگلستان به استقلال نسبی ، مانند آنچه در سایر نقاط اروپا ساخته می شد ، دست یافت .مثال های با ارزش ، پنجره های شیشه ی استین در دانشگاه کلیسای جامع مریم مقدس وارویک[۳۰] هستند .

در قرن شانزدهم یک سری پنجره های شیشه ی استین در چهارچوب کالج سلطنتی در کمبریج ساخته شد که به خاطر زیبایی ، زنده دلی و رئال بودن و همچنین به خاطر کمالش در تسخیر نور و سایه ، متمایز و برجسته است .

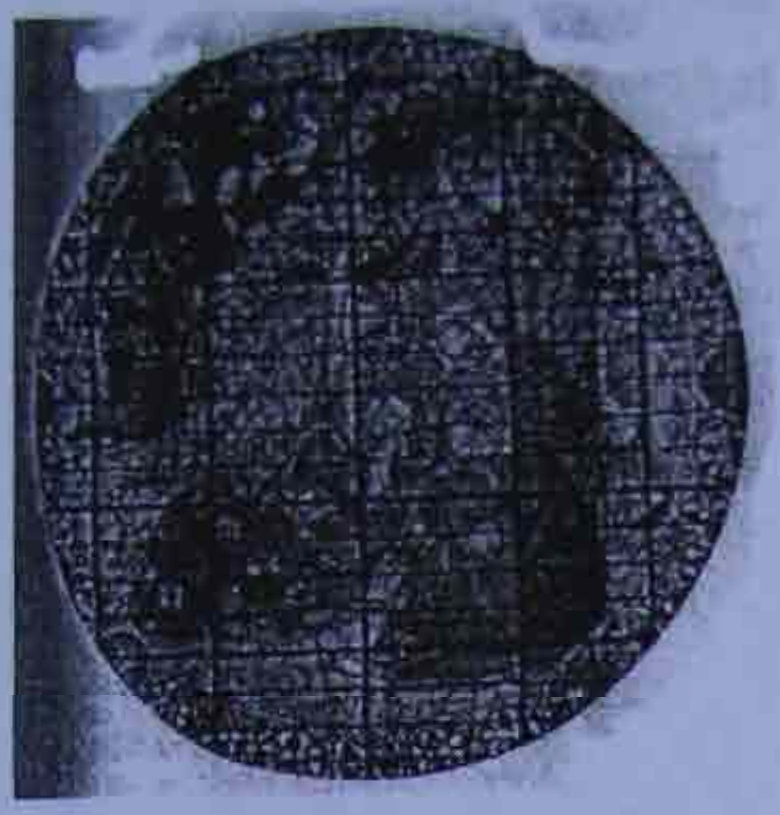
مجسمه ساز فلورانسی لورنزوگیبرتی[۳۱] سه پنجره ی سردر غربی کلیسای فلورانس را خلق کرد . نمای وسطی به خاطر حرکت فرشتگان که لباس بلند مریم باکره را در دست دارند ، برجسته و شاخص است . دو پنجره ی دیگر که طرح آن به زمان بعد بر می گردد ، به استفان مقدس و لاورس مقدس اختصاص دارد .

علاوه بر فلورانس که در طول این دوره از شکوه و جلال هنرمندان بزرگ لذت برد از بلوگن و میلان نیز باید نام برد اولی به خاطر کارگاه هایی که پنجره های شیشه ی استین را با کیفیت بالا تولید می کردند و دومی به خاطر کلیساهای جامع اش که بزرگ ترین مجموعه های پنجره های شیشه ی استین اروپا را در خود جای داده است .

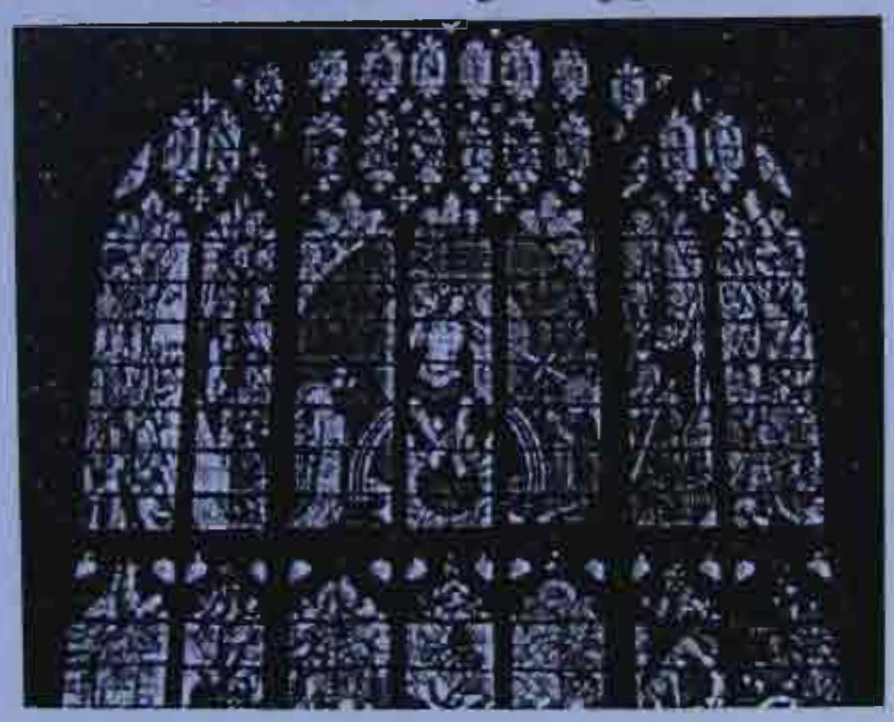
در قرن پانزدهم در اسپانیا استادان شیشه ی استین که از مناطق اروپایی آمده و در پنین سولا[۳۲] ساکن شده بودند با هم زیستی سبک بین المللی و ظرافت و زیبایی فله میش آشنا شدند . پنجره های شیشه ی استین چهار چوب اصلی کلیسای جامع سویل[۳۳] که صحنه هایی از مرگ مریم باکره را نشان می دهد ، یکی از بهترین مثال های تحول سبک گوتیک به سبک رنسانس است .

قصر سلطنتی سانتا ماریا دربارسلون نگهدارنده ی پنجره های شیشه ی استین قرن پانزدهم است که به خاطر قرار گرفتن نقش گل های بزرگ روی دیوار غربی با نقش و نگار فله میش وبرتری به خاطر رنگ های آبی ، شاخص و برجسته است .

در طول قرن شانزدهم کارگاه هایی در اسپانیا تاسیس شدند مانند آن هایی که در بورگز تا سیس شدند . در طول این قرن پروژه هایی که در طول قرن قبلی شروع شده بود به اتمام رسید . مثل کلیسای سویل و کار جدید روی کلیسای سالا مانکا[۳۴] ، سگویا[۳۵] و گرانادا[۳۶] شروع شد . (تصاویر (۲- ۳۷) ، (۲ – ۳۸))



تصویر ۲-۳۷: پنجره ی گنبد اصلی کلیسای فلورانس ایتالیا. عبادت در باغ را نشان می دهد. توسط لورنزو گیبرتی نقاش رنسانس ساخته شده است.



تصویر ۲-۳۸ : پنجره های شیشه ی استین قرن ۱۶ در کلیسای فرفورد (Fair Ford) نگهداری می شود. بخشی از آن توسط هنرمندان فله میش ساخته شده است.

قرن هفدهم و هجدهم :

قرن های هفدهم و هجدهم نمایانگر دوره ی زوال و انحطاط شیشه ی استین است . در بعضی مناطق مانند ایتالیا علائم زوال از قرن قبل ظاهر شد .

جنگ های متوالی و نبردهای مذهبی این قرون به تخریب هنر شیشه ی استین کمک کرد . برای مثال شهر فرانسوی لورن[۳۷] که از نظر شیشه ی استین شهرت داشت در ۱٦٤۰ از بین رفت . همچنین کاهش انگیزه و علاقه ی خالقان هنر شیشه ی استین و عدم مراقبت درست پنجره های شیشه ی استین باعث از بین رفتن آثار گردید .

در دوره ی تعصب مذهبی و جنگ مسلحانه ، تولید پنجره ی شیشه ی استین برای خانه های متمدن به ندرت انجام می شد .

تولید پنجره ی شیشه ی استین در فرانسه به سرعت تنزل کرد ، در انگلستان ساختمان دانشگاه آکسفورد و کمبریج ، پنجره های شیشه ی استین جدید را دریافت کردند . در بین هنرمندان ارزشمند این نسل ، برادران پرنس مشاهده می شوند که در کارگاه های آن ها آثار بسیاری تولید شد . دیگر هنرمند مشهور انگلیسی ویلیام پکیت[۳۸] بود که پنجره های استین کلیسای جامع لینکلن[۳۹] و اکستر[۴۰] و قاب کالج جدید در آکسفورد را ساخت .

در اسپانیا مانند باقی اروپا به خاطر کاهش تقاضا کارگاه های زیادی بسته شدند و با بسته شدن آن ها دانش قرون قبل از بین رفت . پنجره های شیشه ای استین با تزئینات هندسی قرون هفدهم و هجدهم در موناستری پدرالبس[۴۱] دربارسلونا نگهداری می شوند . معروف ترین آن ها در سال ۱۷۹۷ توسط ژوزف واولا[۴۲] ساخته شده است . پنجره های شیشه ی باسیلیکای سانتا ماریا دل مار در همان شهر از آثار همین هنرمند است.

قرن نوزدهم :

رنسانس شیشه ی استین :

روح و جان تاریخی استین به قرون وسطی بر می گردد . در قرن ۱۹ با وجود علاقه برای به دست آوردن این هنر قدیمی ، خلاقیت و ابتکاری وجود نداشت . در نتیجه تنها از مدال های قدیمی بدون هیچ ایده ی جدیدی تقلید می شد .

در فرانسه مهندس ویولت – لو – داک[۴۳] برنامه احیاء شیشه ی استین را که مرمت پنجره های صدمه دیده بود ، با ایده های آمیخته از سنن قدیم و خلاقیت جدید ترویج داد .

در ایالات متحده هنرمندانی مانند جان لافارگه[۴۴] و لویی کامفرت تیفانی ، شیشه ی کدر یا شیری رنگ را تجربه کردند که با خصوصیات اصلی شیشه ی پنجره های استین قرون وسطایی تناقض داشت.

(تصویر ۲ – ۳۹)

تصویر ۲-۳۹ : پنجره ی شیشه ی استین که تیفانی (هنرمند آمریکایی) در سال ۱۹۸۳ ساخت.

هم چنین نقاشان پیش از رافائل سعی کردند نظریه ی جدید خود که همانا به کار بردن مفاهیم طبیعی از سبک نوگرا بود را به شیشه ی استین وارد کنند .

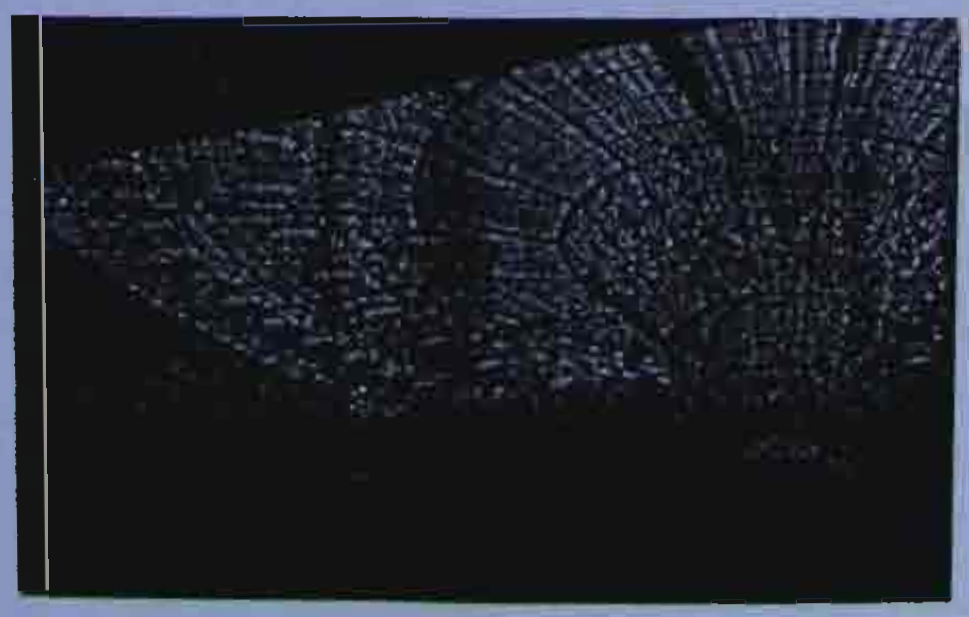
در پاریس در سال ۱۸۹۵ زیگفرید بینگ[۴۵] یک سری قاب های شیشه ی استین را ارائه داد که با طرح ها و نقشه های ساده بعضی از مهم ترین نقاشان قرن مثل والتون[۴۶] ، برنارد[۴۷] ، ویلارد[۴۸] ، تولوس لوترک[۴۹] و دیگران ساخته شد . او در نمایشگاهی روش های متفاوتی از نقاشی را با ایده ی جدید ارائه داد که آن نقاشی خارج از بوم پارچه ای با رنگ ها و فرم ها در هنر شیشه ی استین بود . در همان زمان دیگر هنرمندان آن را درک نکردند یا از درک زبان شیشه ی استین امتناع کردند.

در انگلستان به این هنر صنعت ، توسط ویلیام موریس حرکتی نو داده شد و باعث ترویج هنر اجتماعی شد . با این اندیشه ک هنر باید در تمامی اشیاء مورد استفاده ی روزمره (از اثاثیه گرفته تا لامپ و کاغذ دیواری مورد استفاده در منزل) نفوذ کند .

حرکت جدید دیگر دادن زندگی دوباره به شیشه ی استین بود . بنابراین هنرمندان مشهور مثل برن جونز ، روسه تی[۵۰] و حتی خود موریس خود را وقف طراحی شیشه ی استین کردند . (تصویر ۲ – ۴۰)

تصویر ۲-۴۰: شیشه ی استین ، کلیسای مسیح در آکسفورد، انگلستان، تصویری از سی سیلای مقدس ، نقاش بریتانیایی جونز بین سالهای ۱۸۵۰ – ۱۸۸۰ طراحی کرد.

مهندس اسکاتلندی چارلزرنی مکینتاش[۵۱] یکی از بزرگترین هنرمندان مدرنیزم بریتانیاست . طرح های زیبای این هنرمندان را می توان در پنجره های شیشه ی استین چای خانه ی ویلو[۵۲] در گلاسکو مشاهده نمود . در اسپانیا اساسا مدرنیزم بین قرون نوزدهم و بیستم در کاتالونیا[۵۳] توسعه پیدا کرد . پالائو دلا موزیکا کاتالانا[۵۴] در بارسلونا توسط مهندس لویی دومینی چی مونتانر[۵۵] ساخته شد . که، شاید یکی از کاملترین آثار باشد . در این کار معماری ، مجسمه سازی و شیشه ی استین با یکدیگر آمیخته شده اند و یک اثر هنری فوق العاده زیبا خلق شده است . (تصویر ۲ – ۴۱)



تصویر ۲-۴۱ : لوستر برای سالن اصلی Palau dela musica catalana در بارسلونا این کار را Domenechi montaner در ۱۹۰۸ انجام داد.

قرن بیستم :

احیای هنر استین در قرن نوزدهم شروع و با مدرنیزم همراه شد و باعث افزایش تعداد استودیوها گردید و این پیشرفت تا قرن بیستم ادامه یافت . در طول قرن بیستم هنر شیشه ی استین جهانی شد . اکنون سازندگان شیشه ی استین و هم چنین آثارشان در سراسر دنیا طالب دارند. تجربه و سبک شان در مجله ها و کتاب های تخصصی به اطلاع عموم می رسد . به همین علت طبقه بندی کردن این آثار از نظر کشور و یا سبک مشکل است . چون تجربه ی آن ها با مواد جدید تمام شدنی نیست .

به طور کلی تجربه با مواد جدید در هنر ، حرکت جدیدی به شیشه ی استین داد . تغییرات اساسی درروش تولید ، پذیرفتن تکنیک های جدید و امکانات فراوان که تا به حال هرگز پذیرفته نشده بود در این قرن اتفاق افتاد .

در طول ۳۰ سال اول قرن بیستم استفاده از آهن ، استیل و سیمان[۵۶] در معماری به عنوان یک قاعده ی کلی درآمد . استادان شیشه ی استین این مواد را به خوبی پذیرفتند چون به وسیله ی آن ها توانستند آزادی تکنیکی و معنا را افزایش دهند . استفاده از شیشه ی استین در ساختمان های متمدن مسکونی باب شد . معماری ، فضای جدیدی را باز کرد و کارخانه های شیشه ، روش های صنعتی شان را تکمیل کردند . در فرانسه و ایالات متحده از ورقه های نازک شیشه به قطر یک اینچ استفاده شد .

در فرانسه نقاشان بزرگ معاصردر احیای استین مشارکت کردند و در طراحی آن تشریک مساعی داشتند . فرناردلگر[۵۷] (فرناردلژه) پنجره های شیشه ی استین کلیسای قلب مقدس[۵۸] در اودین کورت[۵۹] را طراحی کرد. مارک شاگال[۶۰] روی پنجره های شیشه ی استین مرکز پزشکی دانشگاه هاداسا – هبرو[۶۱] در جروسالم[۶۲] (اورشلیم) کار کرد . او دوازده پنجره ی بزرگ شیشه ی استین طراحی و به کشوراسرائیل اهدا کرد . (تصویر ۲ – ٤۲)

تصویر ۲-۴۲ : نقاش مارک شاگال این پنجره ی شیشه ی استین را برای کلیسای اتین مقدس (Saint – Etienne) در متز (Metz) فرانسه طراحی کرده است.

در آلمان هنرمندان در طول قرن بیستم طرح و ساخت شیشه ی استین را برای نشان دادن آثاری اختصاص دادند که نمونه ی سبک آلمانی را به وجود آورد . آنتون وندلینگ[۶۳] پنجره های بزرگ جایگاه خوانندگان کرکلیسای جامع اکوئیس گران[۶۴] را طراحی کرد که طراحی هندسی دارند و با رنگ های مختلف از طیف قرمز و آبی ساخته شده اند . لودیک چفرات[۶۵] کسی بود که از سرب برای رسم خطوط استفاده کرد و هم چنین کنتراستی از سیاه و سفید و خاکستری را در شیشه ی استین به کار برد . که نمونه کار وی در ایستگاه قطار امایا در ژاپن دیده می شود که در سال ۱۹۸۱ ساخته شده است .

در انگلستان در آثار قدیم استفاده ی سمبولیک از رنگ ها شگفت انگیز است . در آثار بعدی تصاعد رنگ زرد، قرمز و آبی در قطعات زیادی از شیشه دیده می شود .

در اسپانیا تعدادی از نقاشان بین المللی مشهور با نبوغ خود کمک زیادی به دنیای شیشه ی استین کردند . مانند خوان میرو[۶۶] که تعدادی قطعات شیشه ی استین را برای قاب رویال فرانبرگ مقدس در سن لیس فرانسه طراحی کرده ، قطعات توسط یک فرانسوی به نام چارلز مارک ساخته شدند و هم چنین مهندس آنتونیو پالاسیوز[۶۷] اولین کسی در اسپانیا بود که شیشه ی استین را با سیمان و آجر شیشه ای صنعتی (قطعات فیوز شده) مورد استفاده قرار دارد و آن را در سال ۱۹۳۵ وقف معبد ماردل پاکسون[۶۸] در نیگران پونتوود[۶۹] را کرد . (تصویر۲- ٤٣)

تصویر ۲-۴۳ : قسمتی از خشت های شیشه ای با سیمان توسط مهندس Antonio Palacios در ۱۹۳۵ طراحی شده و وقف معبد Mar de paxon در Pontevedra ، اسپانیا گردید.

در ایالات متحده ، لویی کامفروت تیفانی که در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم زندگی می کرد مروج صنعتی کردن تکنیک شیشه ی استین تزئینی بود . او معتقد به جای گزین کردن فویل مسی در شیشه ی استین به جای سرب بود او به خاطر ساخت آباژورهایی با شیشه ی استین معروف شد . ضمن نوع آوری که این هنرمند جسور به وجود آورد ، شیشه ی استین سنتی جایگاهش را از دست نداد .

استیل برای اولین بار در پنجره ی شیشه ی استین و KLM در نیویورک استفاده شد. آن ها ٤٩ پا (١٥ متر) و عرض $16\frac{1}{2}$ پا (٥ متر) ارتفاع دارند و توسط گیورسی کپس[۷۰] طراحی شده اند. (Vallde perez , ۲۰۰۲ : ۱۹ – ۹) (تصویر۲۰_ ٤٤)

تصویر ۲-٤٤ : لویی کامفورت تیفانی

تاریخچه ی فیوز

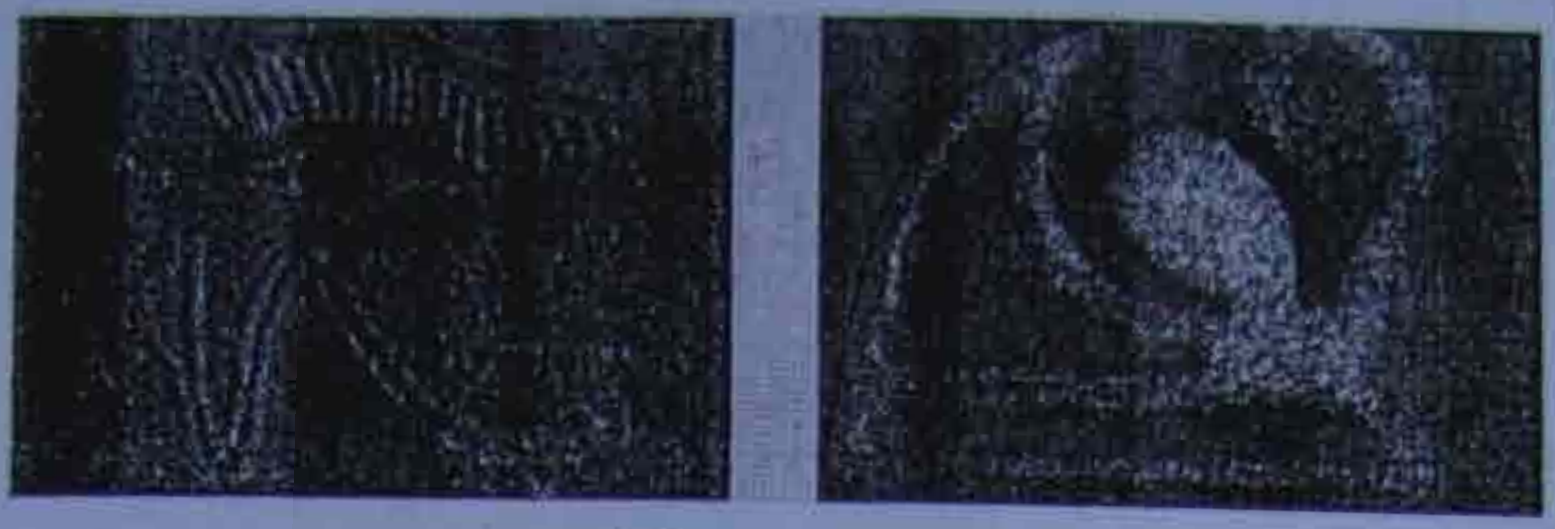
همانگونه که در بخش های قبلی گفته شد عمل فیوز یعنی جوش دادن دو قطعه شیشه ی سرد توسط عملیات حرارتی از دمای محیط تا دمای فیوز و کنترل برگشت دما و عملیات تنش زدایی از آن ، از آنجا که در راستای این تحقیق به تعدادی از منابع فارسی مراجعه کردیم به دلیل شناخت کمی که از این تکنیک وجود داشت عمدتا به روش های عملیات حرارتی و مواد اولیه و ... بسنده کرده اند ولی تاریخچه ای که بتواند ذهن جستجو گر ما را اغناء نماید وجود نداشت لذا بر آن شدیم تا با جستجو از منابع لاتین اعم از کتب یا سایت های مربوطه در اینترنت به ترجمه ی آن بپردازیم که در ادامه تشریح می گردد .

گرچه تنها ظروف خرد و متلاشی شده باقی مانده ، اکثر محققین متفق القولند که در کوره های ریخته گری بین النهرینی های قدیم که در هزاره ی دوم قبل از میلاد مورد استفاده بوده است ، مراحل کار شیشه گرم و تکنیک های کار با فلز و سرامیک به همراه شیشه کار گرفته شده است . به علاوه از طلا و نقره به عنوان یک ماده ی با ارزش در قطعات فیوز شده استفاده می کرده اند.

(< http : // www . dichroic magic . co . uk / history . htm >)

« مصریان و رومیان به احتمال زیاد جزو پیشرفته ترین و اولین شیشه گران بودند که آثار بسیاری از آنان در موزه های سراسر جهان موجود است . در موزه ی corning نیویورک ، قطعات با ارزشی از آثار شیشه ی فیوز شده ی دوران باستان وجود دارد . ظروف پیچیده ، جواهرات زیبا و کاشی های دیواری خلق شده ، با روش فیوزینگ در سال ۱۵۰۰ ق . م تا سال ۵۰۰ میلادی موجود است . » (خسروی ، ۸۵ – ۱۳۸٤: ۲۸)

باستان شناسان ثابت کرده اند که مصریان با تکنیک های اصلی و ابتدایی فیوز شیشه در ۲۰۰۰ سال ق . م آشنا بوده اند. آن ها با به کارگیری تجربه ی بین النهرین، به توسعه ی مراحل شیشه ی گرم تا نیمه ی آخر هزاره ی دوم قبل از میلاد ادامه دادند و هم در ریخته گری و هم در فیوز مهارت پیدا کردند. به علاوه تکنیک های کار با چوب و شیشه[1] را توسعه بخشیدند و حتی توانستند کار با شیشه ی سرد[2] را انجام دهند. (تصویر ۳ – ٤٥)



تصویر ۲-۳۵ : اولین نمونه های فیوز شیشه در ۲۰۰۰ سال ق . م

تکنیک های فیوز از قرن سوم ق . م تا تولد مسیح توسط رومی ها و یونانی ها توسعه یافت و این هنر به نقطه ی اوج خود رسید. پیشرفت مهم تکنیک فیوز شکل دادن به ظرف درون کوره[۳] بود که شامل به هم پیوستن شیشه به یک ظرف بود که حرارت داده می شد و شکل ظرف مورد نظر را به خود می گرفت. تکنیک های فرم دادن در کوره عمر کوتاهی داشتند و به طور غیر منتظره تکنیک جدید دمیدن در شیشه[۴] جانشین شیشه ی فیوز شد. این روش شامل دمیدن توسط یک لوله ی بلند[۵] است که برای شکل دادن شیشه از شیشه ی مذاب در کوره و ساخت ماهرانه ی این روش به دلیل بهره وری و سود بیشتر و تکرار پذیری و قیمت کمتر نسبت به فیوز شیشه به سرعت در سراسر امپراتوری روم و مستعمراش گسترش پیدا کرد.

(< http: // www.dichroic magic . co.uk/history . htm >)

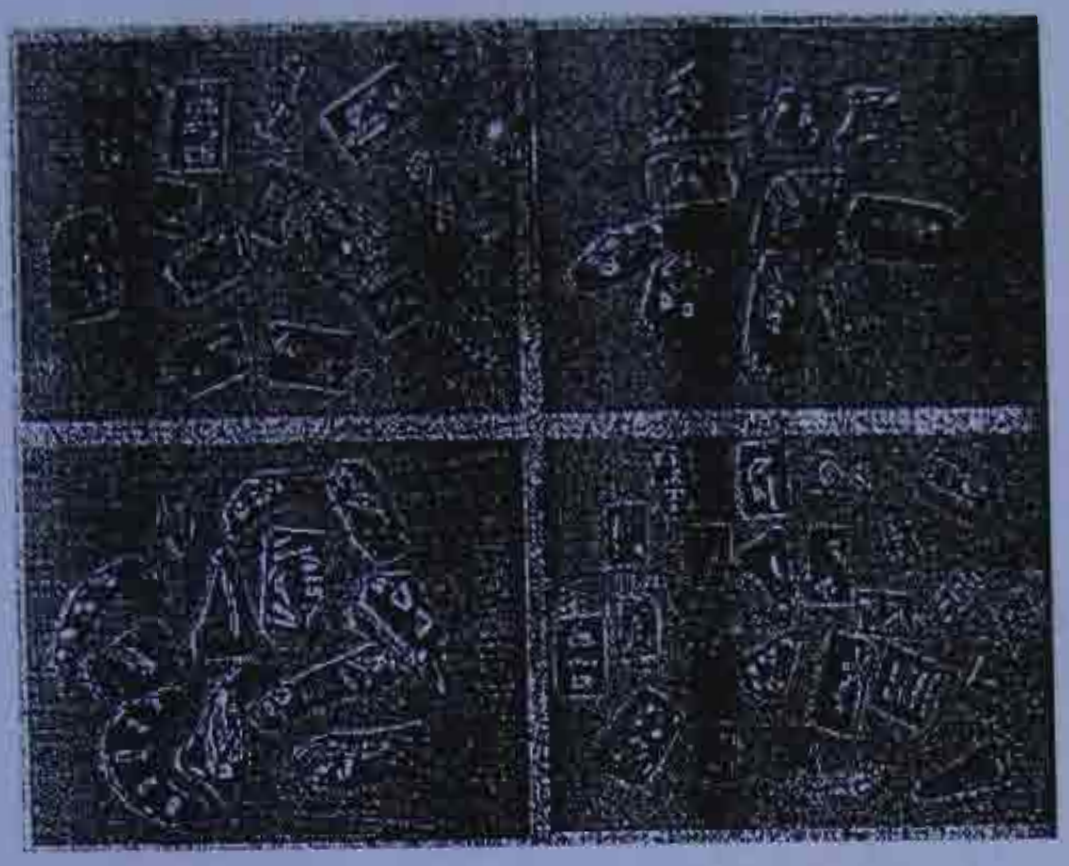
«سال های ۵۰۰ تا اوایل ۱۹۰۰ م . فاقد آثار فیوزینگ است. شاید محبوبیت شیشه های فوتی به عنوان مطلوب ترین روش شکل دهی شیشه و جنبه های عملی رو به افزایش آن در بازار سبب برتری این تکنیک بر فیوزینگ شد. تکنولوژی شیشه در طول دوره ی رنسانس و بعد از آن رشد پیشرفته تری داشت. اما فرایند فیوزینگ حیات مجدد را تجربه نکرد» (یوسف خانی،۱۳۸٤: ۲۱)

تا دوباره در اوایل قرن بیستم درآمریکا درطول سال ۱۹٦۰شروع شد.

سرانجام شرکت The Bullseye Glass در سال ۱۹۷٤ تشکیل شد . اولین تلاش اصلی این شرکت تحقیق و توسعه ی ساخت شیشه به خصوص برای استفاده در فیوز بود . تلاش آن ها سبب شد تا کارخانه های دیگر شیشه اهمیت شیشه ی گرم [منظور نویسنده تهیه شیشه به روش فیوز بوده است] و حمایت از هنرمندان شیشه را تشخیص دهند.

(<http ://www.dichroic magic. co. uk / history. htm >)

شیشه ی فیوز مدرن یک کار ذوقی است، این تکنیک برای تولید شیشه در مقیاس بالا مورد استفاده قرار نمی گیرد. (تصویر ۲ – ٤٦)



تصویر ۲-۴۶ : نمونه های فیوز در دوران معاصر

پی نوشت های فصل (۲)

تاریخچه ی شیشه جهان

1- Gaius plinius secundus

نویسنده و سیاستمدار رومی

2- Belus

رودی در سوریه

3- Eridu

شهر قدیم سومری بین النهرین ، نزدیک رود فرات ، به فاصله ی کمی از اور ، در حدود هزار هشتم قبل از میلاد بندری بر خلیج فارس بود و محل کنونی اش حدود ۱۶۱ کیلومتری از خلیج فارس فاصله دارد .

4- ur

یکی از شهرهای سومر ، (بین النهرین جنوبی) که آثار تمدن های باستانی در حفریات نزدیک آن کشف شده است .

۵- منظور از توده ی شیشه ، قطعه ی شیشه ای است که بر اثر ریختن ماده ی مذاب شیشه در یک قالب به صورت شمش مانند در می آمده و سپس از آن شی مورد نظر تراشیده و ساخته می شده است .

6- Tell omar

یا آنچانا در ترکیه امروزی در نزدیکی مرز سوریه و در مغرب شهر حلب واقع است.

7- Alalakh

8- Nuzi

یا یورگان تپه در ۲ کیلومتری جنوب کرکوک در کشور عراق فعلی واقع است .

9- Assur

یا آسور نام قدیم ناحیه ای در دو طرف رود دجله بین زاب صغیر و مرز کنونی سوریه و عراق و نیز نام رب النوع سرزمین آشور که از غرب به فلات بیابانی بین النهرین مرکزی ، از شرق به کردستان ، از شمال به ارمنستان ، از جنوب به سرزمین بابل محدود بود .

10- Tell Al Rimah

نام این تپه ی باستانی به معنی تپه نیزه ها (جمع رمح) می باشد و در ۱۳ کیلومتری جنوب تل عفر بین شهرهای موصل و سنجار در استان نینوا در عراق کنونی واقع است .

11- W . M . Flinders petrie

12- Tell Al Amarna

شهر مزبور به وسیله ی اختانون (۱۳۷۹ – ۱۳۶۲ قبل از میلاد) ایجاد شده است .

۱۳- دوره ی پادشاهی جدید مصر شامل سلسله ی سیزدهم تا بیستم است که دوران قدرت و شکوه امپراتوری مصری می باشد . سلسله ی هجدهم با سلطنت احمس اول آغاز و با افول پادشاهی حارمحب به پایان می رسد .

14- Constantinople
15- Justinian
16- St . Sophia
17- Viscosity
18- sand core
19- Mosaic glass
20- Aqar quf
21- Grinding or cutting
22- Costing or pressing
23- Glass – Blowing and Moulding
24- Free – Blown
25- red jasper
26- porphyry

۲۷- آسور بانی پال : بزرگ ترین پادشاه آشور، (٦٦٨ – ٦٣٣ ق . م) در سلطنت وی امپراتوری آشور به اوج رفعت رسید . به امر وی تمام اطلاعات آن عصر به خط میخی بر الواحی ضبط و جمع آوری شد . قسمت زیاد این الواح در موزه ی بریتانیا موجود است .

28- Nineveh
29- Antimony
30- Feo

۳۱- عمل کاهش هوا با به وجود آوردن دود در کوره انجام می گرفت و این دود را نیز می شد به سادگی با انداختن قطعه ای چوب تر در شیشه ی مذاب در کوره ایجاد کرد .

32- Agate
33- onix

۳٤- در حال حاضر از اکسید کوکرد و هم چنین نیترات نقره استفاده می شود .

35- $Fe_2 o_3$
36- Tuthmosis III .

پایتخت سابق فریژی در مغرب آنکارا 37 – Gordion

۳۸- از پایتخت های آشور واقع در جنوب نینوا که در سال ۱۲۵۰ ق . م به دستور شلمنصر اول (shalmansar I) بنا شد و توسط آشور نصیر پال دوم (۸۸٤ – ۸۵۹ ق . م) ملحقاتی به آن افزوده شد .

39- Air bubble

تاریخچه ی شیشه ی ایران قبل از اسلام :

۱- سرزمینی که در حدود سه هزار سال قبل از میلاد تا پنج هزار سال قبل از میلاد ضمیمه ی ایران شد و چندین دولت پر قدرت و بزرگ بر آن حکومت کردند .

2- kassite

از قبائلی که در کوه های شرق بابل (زاگرس) زندگی می کنند . ایشان بابل را حدود ٦۰۰ سال از سده ی شانزدهم تا پانزدهم قبل از میلاد در اختیار داشتند و دولت ایلام به تسلط ایشان بر بابل خاتمه داد .

۳- این محل در محدوده ی غربی شهر کاشان واقع است . تمدن این تپه (از هزاره ی ششم – پنجم تا هزاره ی اول ق . م ادامه داشته است . کاوش های این تپه) بین سال های ۱۹۳۳ – ۱۹۳٤ م (۱۳۱۲ - ۱۳۱۳ ه . ش) و ۱۹۳۷ – ۱۹۳۸ م (۱۳۱٦ – ۱۳۱۷ ه . ش) توسط هیئت فرانسوی موزه ی لوور به سرپرستی رمان گیرشمن انجام شده است .

٤- به فرمان اونتاش گال به نام دور اونتاش به عنوان پایتخت بنا شده است . زیگورات آن در اصل بنائی پنج طبقه بوده ولی اینک فقط سه طبقه از آن باقی است .

۵- پایتخت عیلامی ها بود . آبادی این ناحیه بسیار مهم ، تاریخی تا اوایل اسلام داشته است . در نتیجه کاوش های علمی آثار و بقایای تمدن ما قبل از تاریخ از زیر خاک بیرون آمده چنان که در طبقه ی اول اراضی شوش آلات و ادوات مسی کشف شده است .

6-ziggurat به بنای بزرگ مطبقی که در طبقه ی آخر آن معبد واقع شده اطلاق می گردد .

۷- وی پسر هوم بانومنا بود و زیگورات چغازنبیل در سال ۱۲۵۰ قبل از میلاد به دستور وی برای پیشکش به اینشوشیناک ، خداوند شوش ، که سمبول آن گاو بود ، ساخته شده است .

۸- مملکت و دولت قدیم واقع در قسمت جنوب غربی ایران ، کما بیش مطابق با سرزمین خوزستان که از حدود ۵۵۰ ق . م تا ۲٤۰ ق . م گاه به استقلال وگاه تحت استیلای دولت های مجاور در بین النهرین وجود داشت و با ظهور امپراتوری ایران (۵۵۰ ق . م) از ولایات تابعه ی آن امپراتوری گردید .

۹- بر اساس حفریات به عمل آمده در منطقه ی رحمت آباد رودبار آثار و بقایای قبرستان سلاطین و حکمرانان دوره ی مربوط به اواخر هزاره ی اول قبل از میلاد نهفته شده بود. حفاری مارلیک نشان داد که این تپه فقط شامل یک منطقه ی باستانی یعنی آرامگاه سلاطین و فرماندهان بوده و در این آرامگاه ها آثارگران بهای تاریخی نهفته شده بود. این آثار نه فقط از نظر تاریخی اهمیت بسزایی داشتند بلکه از نظر هنر و زیبایی هم معرف یکی از مکتب های ارزنده هنری سه هزار سال پیش می باشد.

10 – Beaker

ظرف آب خوری بدون دسته : ظرف، آب خوری بزرگ، دهانه گشاد، هم چنین ظرف دهانه گشاد.

11- Ryton

نام فارسی آن تکوک است فرهنگ های انجمن آرا و آنندراج صورت دیگر آن را بلوک ضبط کرده اند. در ناظم الاطباء تکول آمده است. در فرهنگ جهانگیری از آن به عنوان صراحی از جنس های مختلف که به صورت جانور ساخته شده باشد یاد شده است. در فرهنگ اسدی نخجوانی جنس آن آبگینه و سفال و مخصوص نگهداری گندم و جو و غیره تعبیر گردیده است.

۱۲- نام مجموعه ی کاخ های باستانی دوران هخامنشی که از با عظمت ترین آثار تاریخی ایران و از شاهکارهای بزرگ معماری دنیای قدیم است و باقی مانده شهر باستانی پارسه واقع در ٤٦ کیلومتری شمال شرقی شیراز در کرانه ی شرقی دشت مرو دشت می باشد که در ماخذ یونانی به نام پرسپولیس آمده است. آن چه مسلم است که این محل همان شهر موسوم به پرسپولیس است که اسکندر مقدونی آن را تصرف کرد و قسمتی از آن را ویران نمود.

13- Mold – blowing

به این روش ساخت در کارگاه های شیشه گری دستی ایران « پرسی » می گویند.

14- Free – blowing

به این روش ساخت در کارگاههای شیشه گری دستی ایران « فوتی » می گویند.

15- Glass paste

16- Necklace

17- Earring

۱۸ – هخامنشیان : مردمی بودند از پارسی ها که از لحاظ وضع زندگی به دو طبقه تقسیم می شدند افراد طبقه ی اول به کار کشاورزی می پرداختند و طبقه ی دوم افراد بیابانگردی بودند که با چوپانی روزگار می گذراندند .

۱۹– اسکندر مقدونی : اسکندر سوم (در سلسله ی پادشاهان مقدونیه) در مآخذ اسلامی اسکندر رومی یا اسکندر ذوالقرنین پادشاه (۳۳٦ – ۳۲۳ ق . م) مقدونیه : پسر فیلیپ دوم . شهرهای زیادی به اسم اسکندر (از جمله اسکندریه در مصر) بنا شده است . او در زمان هخامنشیان به ایران حمله کرد و در چندین نوبت پادشاهان هخامنشی را شکست داد .

۲۰– دوران هلنی : به طور کلی به دوران پس از مرگ اسکندر مقدونی (۳۳۱ – ۲۲۳ ق . م) یعنی زمان پیروزی روم اطلاق می شود.

21- seleucidae

سلوکیه : پایتخت سلوکی ها (۳۲۱ تا ٦٤ ق . م) روی ساحل راست دجله در تاریخ ۳۰۷ به وسیله ی سلوکوس نیکاتور تاسیس شد .

۲۲ – اشکانیان (Arsaces) : (۲۵۰ ق.م تا ۲۲٤ م) از قوم پارت بودند از ایالت پارتیا که مشتمل بر خراسان فعلی بود برخاستند .

23- Silk Road

این راه سرزمین چین را به منطقه ی مدیترانه ارتباط می داد و وسیله ی ورود کالای مشرق زمین خصوصا ابریشم به دنیای غرب بود .

۲٤ – اردشیر اول : از شاهنشاهان هخامنشی . اردشیر اول ملقب به دراز دست . پسر خشایار شاه . در زمان وی بین ایران و آتن معاهده ی « سیمون » بسته شد . آتنی ها قبرس را جزو شاهنشاهی ایران شناختند .

۲۵– آخرین سلسله ی شاهنشاهان ایران پیش از اسلام ، که از حدود ۲۲٦ تا حدود ٦۵۲ م . بعد از اشکانیان ، سلطنت کردند . سلسله ی ساسانیان منسوب است به ساسان . در ٦۳۲ یزگرد سوم زمام امور را به دست گرفت ولی قبل از آن که به سامان دادن اوضاع آشفته توفیق یابد سیل خروشان قبایل عرب، زیرلوای اسلام، به ایران سرازیر شد و پس از شکست های پی در پی سپاه ایران و کشته شدن یزگرد ، ٦۵۱ م، شاهنشاهی ساسانی سقوط کرد.

۲۶- کیش : شهر و کشور قدیمی بین النهرین ، حدود ۸۰ کیلومتری جنوب بغداد . کیش قدیمی ترین پایتخت بابل بوده است . نخستین سلسله ی شاهان کیش ، بلافاصله پس از طوفان نوح در آن طلوع کردند .

۲۷- تیسفون (Tisfun) : شهر باستانی و اقامتگاه زمستانی اشکانی و ساسانی ، در عراق ، بر ساحل چپ دجله ، حدود ۳۲ کیلومتری جنوب شرق بغداد . در زمان یاقوت حموی (۵۷۵ – ۶۲۶ ه . ق) تیسفون به کلی خالی از سکنه بود .

۲۸- به زبان بابلی « گسلت » و ایرانیان قدیم « تگره » با معنی ناوک و تیغ و به یونانی «تیگرس» است که از کوه های توروس در ترکیه سرچشمه می گیرد .

۲۹- از رودهایی بود که از مغرب ایران و از جبال « توروس » در ترکیه روان می شود و پس از پیوستن به دجله شط العرب را تشکیل داده و با هم به خلیج فارس می ریزند.

30 – Tick wall

31- Thin wall

32- Carving

۳۳- خسرو پرویز (خسرو دوم) (۵۹۰ – ۶۲۸ م) از پادشاهان ساسانی که پس از قتل هرمز به سلطنت رسید . خسرو دوم که لقب او پرویز به معنای پیروز است پس از خسرو اول (انوشیروان) معروف ترین شاهنشاه ساسانی است .

34- Facet

تاریخچه ی شیشه ی ایران بعد از اسلام

۱- (۲۷۹ – ۳۸۹ ه . ق) خاندانی ایرانی بودند که نسب خود را به بهرام چوبین از سرداران سامانی می رسانیدند . در استفاده از عنصر ترک و آوردن غلامان آن طایفه ، سامانیان نیز به همان بلای خلفای بنی عباس دچار شدند و همین غلامان ترک که به تدریج در دستگاه ایشان به مقام سرداری رسیده بودند سرانجام موجب انقراض آن سلسله ی ایرانی گشتند .

۲- شهر باستانی نیشابور جنوب غربی مشهد قرار گرفته و در دوران اسلام یکی از پایتخت های خراسان بزرگ و از مهم ترین شهرهای جهان اسلام محسوب شده است و اوج اقتدار آن قرون دوم – هفتم ه . ق بوده است .

۳- این شهر به عنوان پایتخت و مرکز دولت عیلام در هزاره ی سوم ق . م اعتبار داشته است. در سال ۶۴۰ ق . م توسط آشور بانی پال ویران شد ، سپس در دوران هخامنشی به عنوان پایتخت حکومتی ، سیاسی و اداری تجدید بنا گردید .

4- Medallion opplication
5- Enameling
6- Cold painting
7- Luster painting

۸- مغول ها قبیله ای از اقوام زردپوست بودند . کلمه ی مغول تا قرن چهارم معمول نبود و شاید این لغت از زمانی نام همه ی قبایل مغول شد که رئیس و قبیله ی مخصوصی بر سایر قبایل ریاست یافته و نام جزء را بر کل اطلاق و تحمیل کرده باشد . این زردپوستان که در نزد مسلمانان به نام های مغول و تاتار خوانده می شوند قومی بودند بدوی و پیش از چنگیزخان تاتارها به قبایل کوچکی منقسم شده بودند و چنگیز خان همه ی آن ها را زیر یک درفش گرد آورد .

۹- سلجوقیان : طایفه ای از ترکمانان غز که روی هم رفته پنج شعبه ی مختلف از آن ها به عناوین سلاجقه ی بزرگ ، سلاجقه ی عراق، سلاجقه ی کرمان ، سلاجقه ی روم ، سلاجقه ی شام وجود داشت ، و موسس دولت این طایفه در واقع همان سلاجقه ی معروف به سلاجقه ی بزرگ بودند .

۱۰- شهر باستانی ری ، در جنوب شرقی تهران ، از دوران پیش از تاریخ تا هنگام حمله ی مغول اعتبار فراوانی داشت و خصوصا در قرون چهارم و شش ه . ق ، از جمله چهار شهر بزرگ جهان اسلام به شمار می آمد و به ام البلاد و شیخ البلاد معروف بود .

۱۱- سلسله ی معروف از پادشاهان ایران که از حدود ۹۰۵ تا ۱۱۳۵ ه . ق به طور مستمر و پس از آن (مخصوصا بعد از تسلط کوتاه افاغنه) تا ۱۱۴۸ ه . ق (سال جلوس نادر شاه) به طور رسمی در ایران سلطنت کرده اند . صفویه موسس دولت ملی و وحدت و استقلال قومی ایران به شمار می روند و این وحدت و استقلال را بر اساس مذهب شیعه نهاده اند .

۱۲- معروف به شاه عباس بزرگ . ۹۷۹ – ۱۰۳۸ ه . ق وی پادشاهی مدبر و مقتدر و با اراده بود . در مدت سلطنت وی ، ایران ، و خاصه اصفهان ، آبادی و عظمت بی سابقه یافت . در امنیت و ساختن ابنیه و تعمیر راه ها و ایجاد پل ها و کاروان سراها اهتمام تمام داشت .

1- Herculaneum
2- pompe
3- Lorsch
4- wissemburg
5- Lorraine
6- Tin Ting
7- William morris
8- Edward Burne Jones
9- Louis comfort Tiffany
10- Hesse
11- wissem bourg in Alsace
12- oeurre Notre – Dome of Stras bourg
13- Ausburg
14- Cistereian
15- grisaille
16- Normandy
17- Basilica
18- Sienna
19- Duccio
20- Assisi
21- Flemish
22- Van Eyck
23- Vander weyden
24- The stain Gomario
25- Lier
26- Bowrges
27- Hans Acker
28- Besserer
29- Ulm
30- warwick
31- Lorenzo Ghiberti
32- penin sula
33- Seville

34- Salamanca
35- Segovia
36- Granda
37- Lorraine
38- William pekitt
39- Lincoln
40- Exeter
41- Monastery of pedralbes
42- Josep Ravella
43- Viollet – le – Duc
44- John la farge
45- Sigfrid Bing
46- Valloton
47- Bornard
48- Vaillard
49- Toulouse Lautrec
50- Rosseti
51- Charles Rennie Mackintosh
52- Willow
53- Catalonia
54-Palau dela MusicaCatalana
55- Luis Domene Chi Montaner
56- Cement
57- Fernard Leger
58- The scared Heart
59 - Adin court
60- Marc Chagall
61- Hadssah – Hebrew
62- Jerusalem
63- Anton wendling
64- Aquies gran
65- Ludwing schaffrath
66- Joan miro
67- Antonio palacios
68- Mardel paxon

69- Nigran ponte vedra
70- Gyorsy kepes

چه ی فیوز

1- lamp working
2- stain glass
3- core – formed
4- Glass – blowing
5- blow pipe

فصل سوم : ابزار و روش کار

۱- شیشه گری دستی
شیشه ی جام

۲- استین

۳- فیوز

ابزار و روش کار شیشه گری دستی

تاسیسات کارگاه های شیشه گری

در هر کارگاه شیشه گری ، افزون بر ساختمان اصلی کارگاه ، ساختمان انبار و دفتر ، تاسیسات کارگاه وجود دارد که عبارتند از :

۱ – **کوره:** یکی از مهم ترین تجهیزات و ضروریات کارگاه های شیشه گری ، کوره است . از کوره برای ذوب مواد اولیه بعلاوه خرده شیشه استفاده می شود .

یک کوره باید سه شرط لازم را داشته باشد :

۱ – مقاومت در برابر نقطه ی ذوب بالا مواد اولیه.

۲– مقاومت در برابر تنش های مکانیکی و شدت حرارتی وارده .

۳ – مقاومت شیمیایی در برابر خوردگی محیط عمل (یاوری ، ۱۳۸۳ : ٤٨)

۲ – **کوره توو (تاب)** : که برای عملیات حرارت مجدد و گرم کردن مجدد قطعه در حین ساخت به کار می رود و عاری از هر گونه مواد مذاب است .

۳ – **گرم خانه:** کوره ایی است که به تدریج از دمای حدود ٤۰۰ درجه سانتی گراد به دمای محیط می رسد تا شیء ساخته شده دچار تنش نشود و خطر شکستن آن از بین برود .

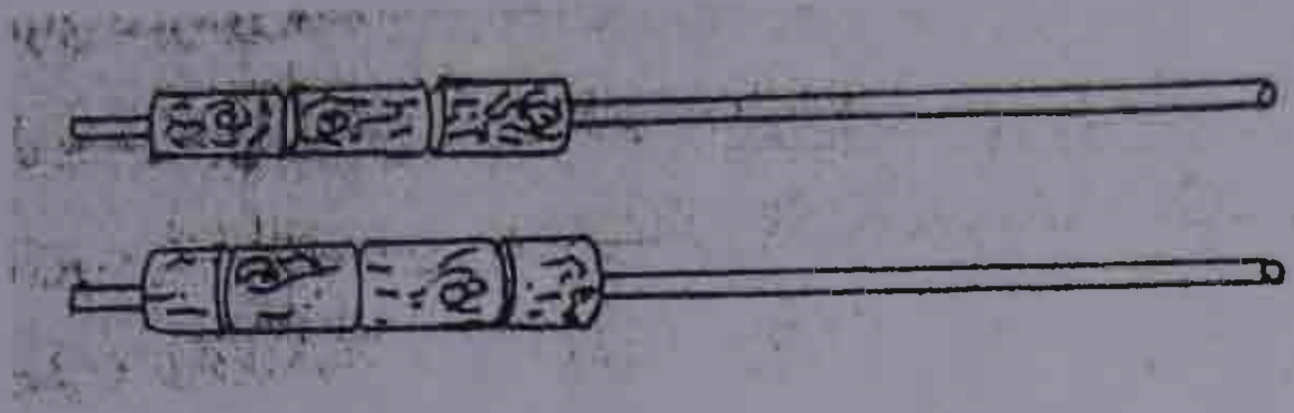
۴ – **ژنراتور** : برای تامین الکتریسیته و انرژی است و هم چنین برای جبران قطع برق منطقه بکار می رود .

۵– **کمپرسور** : از این دستگاه برای تامین هوای فشرده و تقویت پاشش سوخت در کارگاه های شیشه گری سنتی که دارای ظرفیت تولید بالایی هستند بکار می رود و در کارگاه هایی که تولیدات آن ها به روش پرس است به جای استفاده از دمیدن توسط استادکار ، از فشار هوای کمپرسور استفاده می نمایند .

ابزار و وسایل کارگاه های شیشه گری

۱- لوله ی دم

لوله ای است فولادی به طول تقریبی ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی متر و به قطر ۲/۵ سانتی متر که بالای آن روکشی از جنس چوب یا پلاستیک تعبیه شده تا دست شیشه گر را از گرمای زیاد محافظت نماید . این وسیله را فرتک هم نام نهاده اند. (تصویر ۳ – ۱)



تصویر ۳-۱ : لوله ی رم

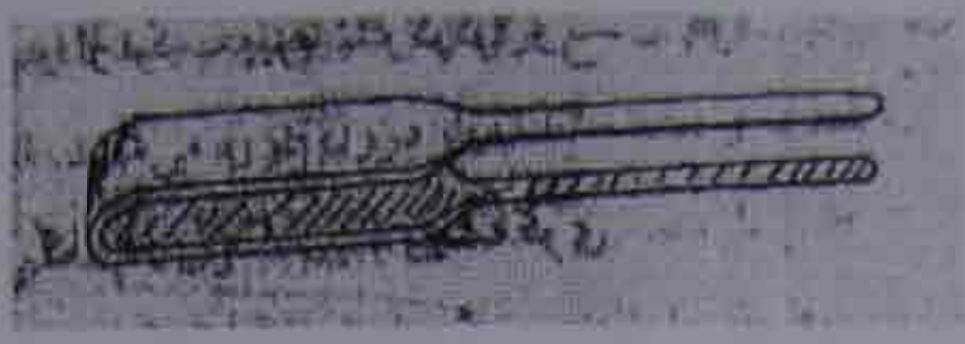
۲ – سنگ کار

ورقه ی مستطیل شکلی از جنس آهن است به صورت مسطح و به ابعاد تقریبی ۲ × ۲۰ × ۳۰ سانتی متر که برای ورز دادن بار شیشه از آن استفاده می کنند . (تصویر ۳ – ۲)

تصویر ۳-۲ : سنگ کار

۳- انبر

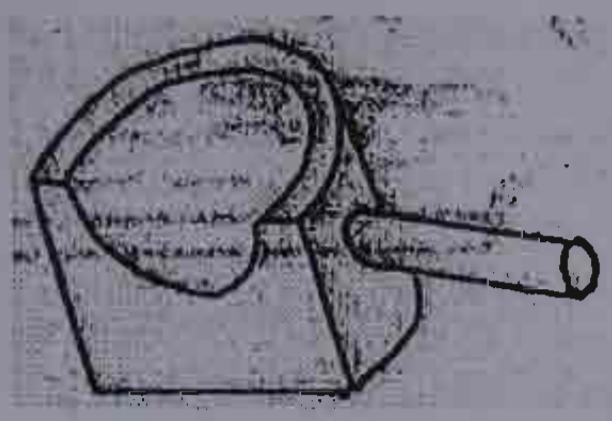
تقریبا شبیه انبرهای معمولی است و از خاصیت ارتجاعی آن در زمان کار استفاده می کنند. (تصویر۳ – ۳)



تصویر ۳-۳: اذیر

۴ – قاشق

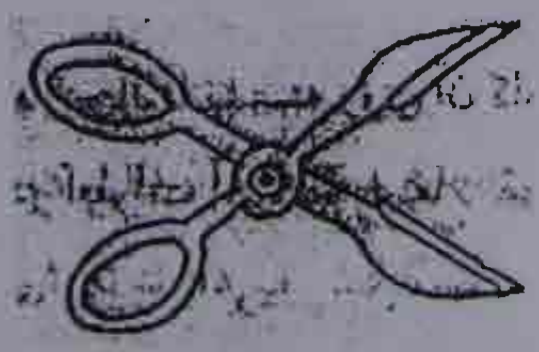
چوبی است استوانه ای شکل به قطر ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر و حدود هفت سانتی متر ارتفاع که در یک سطح دارای فرورفتگی است و در انتها به میله ای فلزی متصل است از آن نیز برای ورز دادن و هم گن کردن مذاب استفاده می نمایند . (تصویر ۳ – ٤)



تصویر ۳-۴: قاشق

۵ – قیچی

شبیه قیچی معمولیست و تیغه ی پهنی داردوبرای بریدن بار اضافی از واگیره و بریدن لبه ی ظروف و خش انداختن محل جداسازی محصول از دم استفاده می کنند . (تصویر ۳ – ٥)



تصویر ۳-۵: قیچی

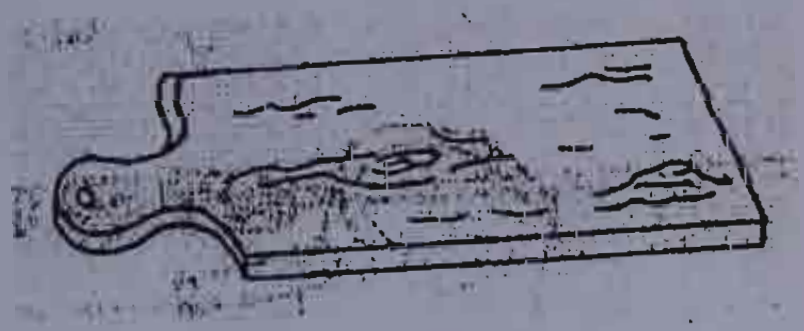
۶- قالب تخته

این وسیله که با اشکال مختلف ساخته می شود ، مرکب از دو قطعه تخته ی چوبی است و در موارد خاصی مانند شکل دادن و کنترل پایه ی ظروف مورد استفاده قرار می گیرد و موقع استفاده باید به طور مرتب خیس شود. (تصویر ۳ – ٦)

تصویر ۳-۶ : قالب تخته

۷- تخته

قطعه ی چوبی به اندازه ی ۲۰ × ۷ سانتی متر است که بیشتر برای پرداختن لبه ها و کناره های ظروف و سایر محصولات شیشه یی مورد استفاده قرار می گیرد و این وسیله نیز باید موقع کار ، مرتب با آب خیس شود . (تصویر ۳ – ۷)



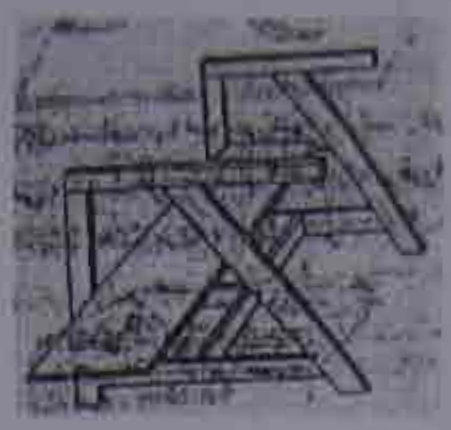
تصویر ۳-۷ : تخته

۸- تیغ

کاردی شبیه به کارد آشپزخانه است ولی قوی تر از آن ، که معمولا برای بریدن و خش انداختن محل قطعه از لوله ی دم مورد استفاده قرار می گیرد .

۹- دستگاه (نیمکت شیشه گری)

این وسیله از یک نیمکت تشکیل شده و در دو طراف آن دو دسته تعبیه شده که به طول تقریبی ۳۰ سانتی متر از سطح نشیمن نیمکت و در موازات زمین تعبیه شده است. (یاوری ، ۱۳۸۲ : ٥٤ – ٤٨) (تصویر۳ – ۸)



تصویر ۳-۸: نیمکت شیشه گری (دستگاه)

مراحل ساخت شیشه ی دستی

از آنجا که مراحل ساخت شیشه ی دست ساز موضوع این تحقیق نبوده و طرح آن از حوصله ی مخاطبان محترم خارج است از ارائه ی آن صرف نظر نموده نظر مخاطب محترم را به کتاب آقای دکتر یاوری صفحات ٥٥ الی ٦٠ جلب می نمائیم .

تولید شیشه ی مسطح

در صنعت شیشه گری نوین ، چهار نوع شیشه را با چهار روش تهیه می کنند :

۱ - ورقه هایی که به صورت نواری تهیه می شوند .

۲- شیشه هایی که به طریقه ی غلتک زدن تهیه می شوند.

۳- ورقه های صیقل داده شده.

٤- شیشه شناور شده.

هر کدام از این روش ها به صورت پیوسته است و با هر کدام از آن ها انواع شیشه را برای مصارف گوناگون امروزی تولید می کنند .

امروزه ورقه های شیشه ای به ضخامت تا حدود ۲ سانتی متر را به روش مداوم تهیه می کنند . با این روش شیشه ی مذاب را از کوره ای تانکی عظیم که به صورت پیوسته کار می کند ، به صورت ورقه های شیشه ای بیرون می آورند .

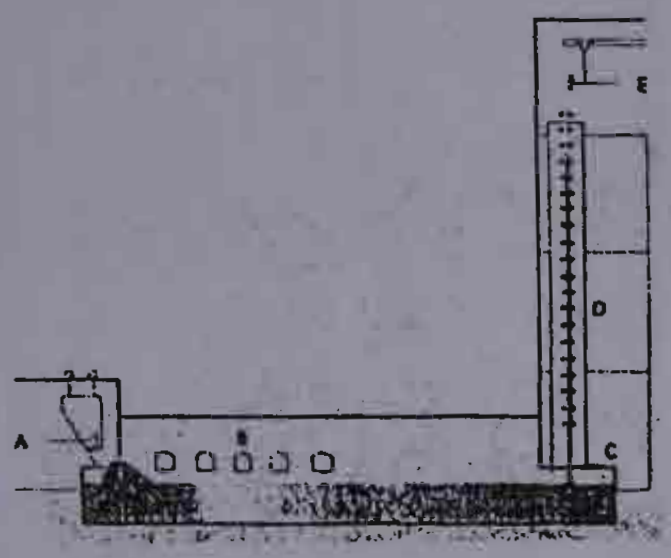
شیشه ای که آماده برای کار کردن است را ابتدا از قسمت کوچکی از تانکی به نام کوره ی دراوینگ[1] عبورمی دهند . در این کوره ها ، شبکه ای آهنی را داخل شیشه ی مذاب فرومی کنند و سپس آن را به آرامی بالا می کشند و نواری ممتد از شیشه را با خود بالا می آورد . نخستین سری غلتک ها نوار شیشه را

می گیرند . پس از آن که روند کارآغاز شد شبکه ی فلزی را جدا می کنند و این شبکه ، دیگر نقشی در ادامه ی کار ندارد.

پهنای نواری را که بالا می آید ، به دو طریق ثابت نگه می دارند و از باریک شدن آن جلوگیری می کنند :

۱ – ورقه ای فولادی را که فرم[۲] نامیده می شود و شکافی در وسط دارد ، مقابل شیشه ی مذاب قرار می دهند . شیشه ، عملا از این شکاف بیرون می آید و شکل می گیرد .

۲ – یک جفت غلتک گره دار که با هوا خنک می شود، دو سر ورقه را می گیرد و آنرا سرد می کند و از این بابت ما را مطمئن می سازد که پهنای ورقه، حتی موقعی که ناروانی آن کم است، ثابت می ماند. (تصویر۳ – ۹)



تصویر ۳–۹ : روش تولید شیشه ی مسطح، مواد خام را از سر یک کوره (A) با سرعتی که توسط خروج شیشه از کوره ی دراوینگ (C) تعیین می شود، به داخل آن می فرستد. شیشه موقعی که به کوره ی دراوینگ و نقطه B می رسد، خنک شده و دمای آن از ۱۵۵۰ درجه به ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد پائین می آید. ورقه شیشه که به سرعت خودش را می گیرد، از طرف لبه هایش توسط غلتک های گره دار گرفته می شود. بعد به طور عمودی از داخل کوره سرد کننده (D) عبور کرده به طرف قسمتی که شیشه را در آنجا می برند (E) بالا می رود.

شاید ، ساده ترین روش تولید شیشه ی مسطح ، قالب ریزی و غلتک زنی آن است [منظور نویسنده تولید شیشه ی مسطح در زمان های قدیم و قبل از انقلاب صنعتی اروپا است .] در این روش شیشه ی مذاب را روی میز که رویه ی آن سینی مانند بود می ریختند، سپس با غلتک پهن می کردند . ضخامت ورقه ی پدید آمده بستگی داشت به نوارهای فلزی که روی دو لبه ی میز نصب کرده بودند .

قالب ریزی به طور مداوم ، تکامل یافته ی این شیوه است . در این روش یک نوار عظیم از شیشه ، از میان غلتک هایی که در انتهای تانکی نصب شده اند ، عبور می کنند و غلتک هایی دیگر ، آن را به طور افقی به یک کوره ی سرد کننده منتقل می کنند . در انتهای این کوره ، نوار شیشه بازبینی می شود و آن را در طول های

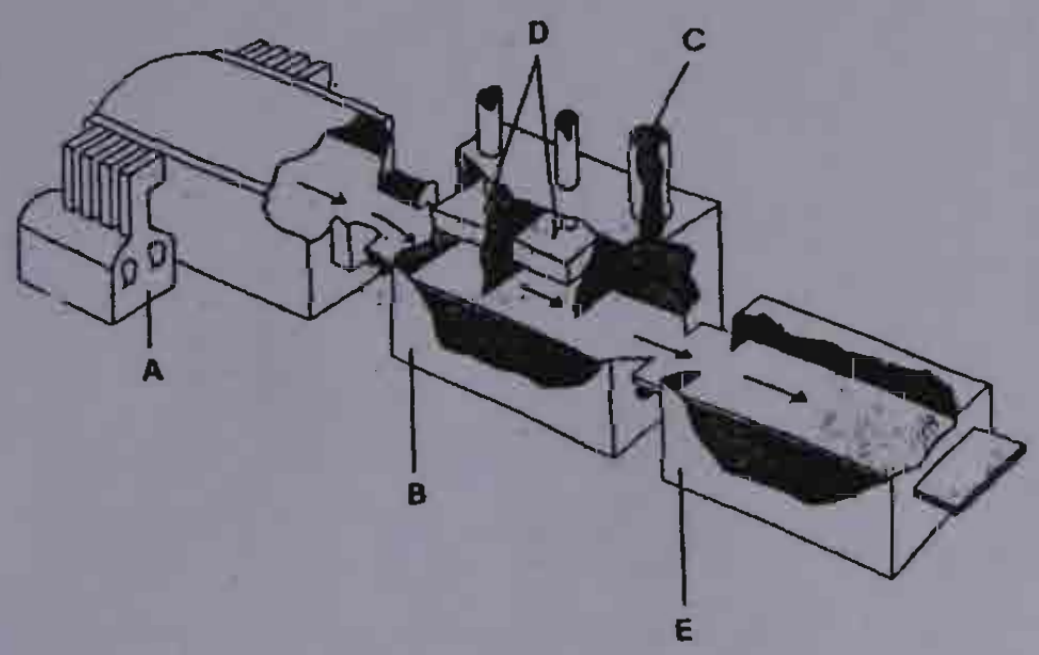
لازم می برند . این شیشه در حین کار با سطح های فلزی تماس یافته و بنابراین از سطحی ناصاف برخوردار است به همین دلیل از این روش برای تولید شیشه های پنجره برای کارخانه ها و انبارها یعنی جاهایی که دید روشن از اهمیت عمده ای برخوردار نیست استفاده می شود . (تصویر ۳ - ۱۰)

تصویر ۳-۱۰ : روش تولید شیشه مسطح به طور مداوم. شیشه ی مذاب از انباره بیرون می آید و از میان یک جفت غلتک قالب ریزی عبور می کند. سپس نوار مذاب و نیمه شفاف را غلتک های دیگر به داخل کوره ی سرد کننده می برند . شیشه های دارای قالب گیری خشن، نقش و نگاردار و سیم دار، نمونه هایی از شیشه ی مسطح اند که با این روش تولید می شوند.

تولید شیشه ی مسطح به شیوه ی قالب ریزی یک عیب بسیار مهم دارد ، سطح شیشه به سبب تماس با میز و غلتک های فلزی ، ناهموار است این سطوح ناهموار را باید سمباده زد و صیقل داد تا به عنوان شیشه ی پنجره ، دید روشنی داشته باشد و به عنوان آینه نور را خوب منعکس کند . این کار ابتدا به صورت دستی انجام می گرفت تا اینکه از سال ۱۷۸۹ به منظور افزایش سرعت کار و کاهش قیمت از ماشین بخار برای سمباده زنی استفاده شد . در سال ۱۹۲۱ با پیدایش بیشرو[۲] پیشرفت بزرگی در این زمینه حاصل شد . در این روش شیشه را از میان غلتک هایی عبور می دادند و شیشه ی تولید شده مسطح تر بود . در سال ۱۹۲۷ از ماشین هایی که به طور پیوسته سمباده می زدند استفاده می شد . در سال ۱۹۷۳ پل کینگ تونز[۱] بریتانیایی یک دستگاه سمباده زنی را ساخت که دو طرف شیشه را سمباده می زد .

امروزه یک نوار پیوسته به پهنای تا ۲/۵ متر از تانکی خارج می شود و از میان غلتک ها عبور می کند و بی وقفه وارد یک دستگاه شده ، با سرعت ۵ متر در دقیقه از میان هدهای" سمباده زنی رد می شود .

در روش شناور کردن ، خمیر شیشه به انتهای تانکی که به طور پیوسته کار می کند ، ریخته می شود و در کوره ای احیا کننده که با نفت کار می کند ، ذوب می گردد . شیشه ی مذاب به صورت نواری ممتد از کوره خارج و مستقیما روی حوضچه ای از قلع مذاب واقع در فضایی سر بسته ، شناور می شود . در این مرحله شیشه در فضایی کنترل شده قرار می گیرد و آن را به اندازه ای حرارت می دهند که ناهمواری های دو طرف آن هموار و دو سطح آن مسطح و موازی باشند . هنگامی که نوار ممتد شیشه از طول حوضچه ی قلع مذاب عبور می کند ، به تدریج سرد می شود . طوری که سطوح آن به هنگامی که از این فضای سربسته خارج و وارد کوره ی سرد کننده می شود ، آسیب نمی بیند . این روش ، هر چند در اساس روشی است ساده ، اما موفقیت آن منوط است به توازن دقیق میان شیشه ی داغ ، فلز داغ و فضای داغ. (مالونی،۱۳۷۹: ۱۴۲-۱۳٤) (تصویر ۳-۱۱)



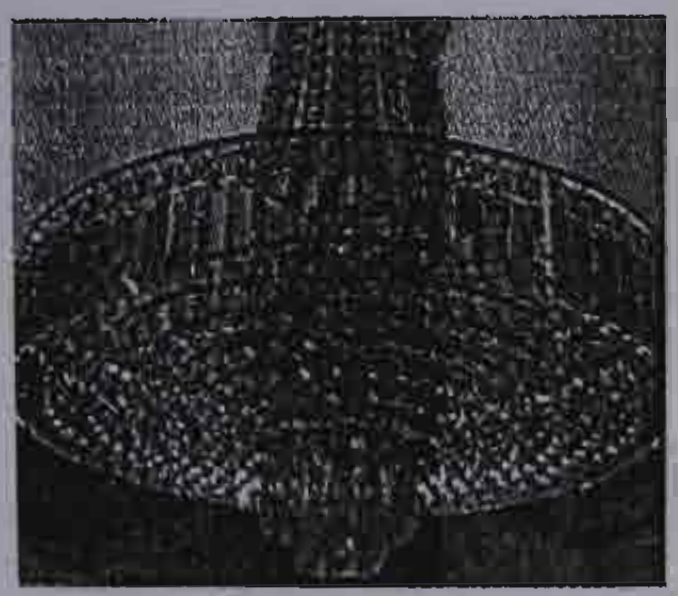
تصویر ۳-۱۱ : تولید شیشه با روش شناور کردن. شیشه ی مذاب از کوره ی (A) خارج و وارد حوضی از قلع (B) می شود. اتمسفر این حوض را دقیقا کنترل می کنند (C) که قلع مذاب اکسیده نشود. حرارتی که از بالای حوض (D) تامین می شود ناهمواریهای نوار شناور شیشه را از بین می برد ولذا نوار شیشه مطابق با سطح مسطح قلع، هموار و مسطح می گردد. سپس نوار شیشه را به اندازه ای کافی خنک می کنند طوری که بتواند روی غلتک های کوره سرد کننده (E) حرکت کند بی آن که پرداخت رویه ی زیرین آن آسیب ببیند

ابزار و روش کار استین

قبل از شروع مرحله و تولید شیشه ی استین دانستن روش کار ، موقعیت و انواع موادی که مورد استفاده قرار می گیرند مهم است. مواد انتخاب شده برای نگهداری شیشه ، نام و نوع پنجره ی شیشه ی استین را مشخص می کند . برای مثال شیشه ی استین سربی که با سرب و شیشه ی استین سیمانی که با سیمان نگهداری می شود و غیره. (Valldeperez ، ۲۰۰۲ : ۲٤)

انواع شیشه

شیشه ی استراس[1]: این شیشه برای اولین بار در پاریس در اواخر قرن هجدهم توسط هنرمندی به همین نام تولید شد. این شیشه اساسا از سنگ شیشه با سیلیکای سفید ، پتاس خالص و مقدار کمی بور ، اسیدارسنیک ، سیلیکات پتاس و سیلیکات سرب ساخته شده و با اکسیدهای مختلف رنگین گشته است. (تصویر ۳ – ۱۲)



تصویر ۳-۱۲ : لامپ ساخته شده با شیشه ی استراس

شیشه ی بلان[2] : این شیشه به خاطر خصوصیات کاملی که برای استین دارد منحصرا برای این کار استفاده می شود و به شیشه ی آنتیک نیز معروف است. بلان به شکل استوانه است و تغییر رنگ آن به نسبت ضخامت شیشه است ضخامت آن از $\frac{1}{4}$ تا $\frac{3}{4}$ اینچ (۲ تا ٦ میلی متر) است . شیشه ی بلان دو عیب دارد :

حباب هایی که در اثر دمیدن و انتقال از محل ذوب به محل کار به دست می آید و رگه هایی که به خاطر کاهش مواد شیمیایی ایجاد می گردد. (تصویر ۳ – ۱۳)

تصویر ۳-۱۳ : شیشه ی بلان

شیشه ی فلاش (تابان) [۳] : اندازه ی این شیشه هرگز از یک یارد (۱ متر مربع) بیشتر نیست .

تولید کنندگان شیشه ی فلاش لوله ی شیشه ای بی رنگ را در آب فرو می کنند و بعد با دمیدن استوانه ای شیشه ای راست می شود و از آن یک قطعه شیشه ساخته می شود برای رنگ کردن آن اکسید فلز مورد نظر را در شیشه ی مذاب می دمند این شیشه برای کار با اسید فلوریدریک ایده آل است . (تصویر ۳ – ۱٤)

تصویر ۳-۱۴ : شیشه ی فلاش

شیشه ی شیری رنگ [۴]: تولید شیشه ی شیری رنگ در نتیجه ی رنگ کردن تمام قطعه نیست بلکه نتیجه ی تشکیل حباب های گازی کوچکی است که به شکل تور ضخیم است این گازها مواد شیری رنگی هستند که در طول تجزیه شان رها می شوند .

در گذشته شیشه ی شیری رنگ با استفاده از آهکی که از استخوان سوخته به دست می آمد ، ساخته می شد . امروزه از فلوراید آهن برای ساخت این نوع شیشه استفاده می شود. (تصویر ۳ – ۱۵)

تصویر ۳-۱۵ : قطعات شیشه ی استین ساخته شده با شیشه شیری رنگ

شیشه ی غلتک خورده[5]: با ریختن مقدار زیادی مذاب روی یک میز فلزی گرم ساخته می شود و با غلتک زدن دستی به یک صفحه ی شیشه تبدیل می شود . این روش قبلا در قرون وسطی استفاده می شد اما دوباره در سال ۱۶۸۷ احیا گردید . امروزه این روش که به عنوان لوح شیشه ای شناخته شده در تولید ورق های بزرگ شیشه استفاده می شود . (تصویر ۳ – ۱۶)

تصویر ۳-۱۶ : شیشه ی غلتک خورده (Rolled glass)

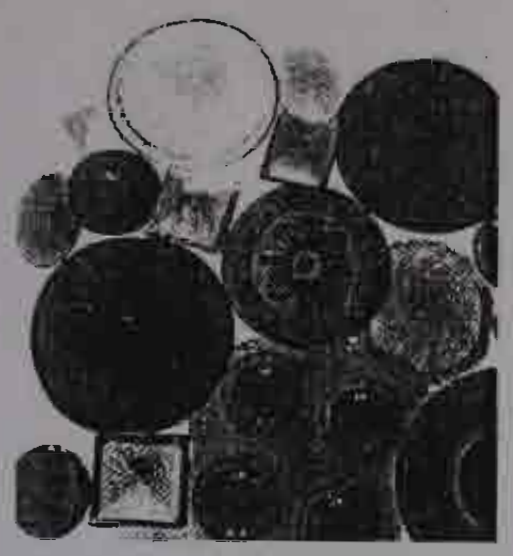
شیشه بافت دار[6]: شیشه ی فشرده نیز نامیده می شود . این شیشه مات است . غلتک فلزی برای ایجاد الگوهای مختلف بر روی مذاب شیشه حرکت داده می شود . فرم های مختلف شیشه ی فشرده ، بافت های بی نظیر دارد که وقتی نور از آن ها عبور می کند انعکاس خاصی را ایجاد می کند . (تصویر ۳ – ۱۷)

تصویر ۳-۱۷ : شیشه ی بافت دار

شیشه ی تیفانی : توسط لویی کامفورت تیفانی تولید شد . این شیشه به عنوان شیشه ی آمریکایی در اروپا شناخته شده است و شیشه ای است که رنگ هایش انعکاسی شبیه آب را به وجود می آورد. (تصویر۳ – ۱۸)

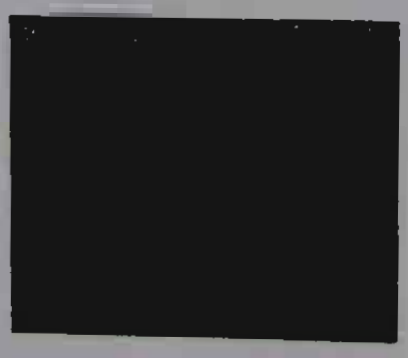
تصویر ۳-۱۸ : شیشه ی تیفانی یا شیشه ی آمریکایی

جواهرات شیشه ای (راندل)[۷] : راندل به قطعه ی شیشه ای اطلاق می شود که به شکل قالب درآمده باشد. قطعه ای با رنگ دلخواه در قالبی که میزان رنگ را تشدید می کند قرار می گیرد. (تصویر۳ – ۱۹)



تصویر ۳-۱۹ : جواهرات شیشه ای (راندال)

شیشه ی دال[۸] : نمونه ی شیشه ای است با حدود $\frac{3}{4}$ اینچ (۲۰ میلی متر) ضخامت و ۸ تا ۱۲ اینچ (۲۰ تا ۳۰ سانتی متر) طول ، مثل شیشه ی راندل تولید می شود . با یک میله ی آهنی[۹] حدود ۵ پا(یک و نیم متر) ارتفاع ، شیشه ی دال در قالب گذاشته شده و با یک تخته ی چوبی مرطوب صاف می شود و با وسیله ای مانند کاتر یا الماس که با آب خنک شده باشد بریده می شود . (تصویر ۳ – ۲۰)



تصویر ۳-۲۰ : شیشه ی دال

رنگ هایی که برای تنوع بخشیدن به شیشه های استین به کار می رود

[منظور نویسنده رنگ آمیزی شیشه پس از سرد شدن همانند نقاشی روی شیشه است] عبارتند از :

گریزیل :[10] رنگ شیشه ای است که معمولا به رنگ سیاه یا قهوه ای از اکسید آهن یا مس و بوراکس به عنوان حلال ساخته شده اند . برای پیوند رنگ به شیشه قبل از این که شیشه در کوره قرار بگیرد افزودن چند قطره صمغ عربی لازم است تا به آن استحکام لازم را بدهد . سپس شیشه در کوره حرارتی بالغ بر ۱۱۳۰ درجه فارنهایت (۶۱۰ درجه سانتی گراد) می بیند و پس از آن شیشه ی رنگی به دست می آید . این روش اصلی رنگ روی شیشه است که هنرمندان شیشه ی استین به کار می برند . (تصویر ۳ – ۲۱)

تصویر ۳-۲۱ : شکلی را نشان می دهد که با گریزیل ساخته شده است

مینا کاری (لعاب دادن) : رنگ لعاب خیلی زنده است اما درخشندگی کمتری نسبت به گریزیل دارد .

این روش در شیشه های استین قبل از دوره ی گوتیک استفاده می شد . این رنگ زود گداز است . نقطه ی ذوب آن هرگز نباید از ۱۱۱۲ درجه فارنهایت (۶۰۰ درجه سانتی گراد) بیشتر باشد . (تصویر ۳ – ۲۲)

تصویر ۳-۲۲ : قطعه ی رنگ شده با لعاب. رنگ ها شدت بدنه را که گریزیل است ندارد، رنگ لعاب شفاف تر است

در زیر لیستی از موادی که در تهیه ی لعاب کاربرد دارند ذکر شده است :

اکسید کبالت (آبی) ، اکسید کروم و اکسید مس (سبز) ، اکسید آنتیموان و نمک نشادر و زاج و سنگ گچ (زرد) ، اکسید مس (قرمز) ، اکسید آهن و اکسید منگنز اگر سایه ی تیره بخواهیم مقدار کمی کبالت اضافه می کنیم (سیاه) ، اکسید آهن و اکسید قلع (نارنجی) .

ابزار هنرمند در تکنیک استین شبیه ابزار شیشه بر است اما تخصصی تر که شکل و کاربرد آن ها در طول زمان خیلی فرق نکرده است در زمان های قدیم هنرمندان شیشه ی استین وسایل خود را مطابق با نیازشان می ساختند اما امروزه فروشگاه های خاص ، ابزار با کیفیت را می فروشند که مطابق افزایش تقاضا طراحی شده اند . (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۲۹-۲۶)

کارگاه

کارگاه هنرمند شیشه ی استین دو نیاز راباید برآورده کند : اول باید آن قدر بزرگ باشد تا بتوان به راحتی شیشه را در دست گرفت و نگه داشت و دوم نور طبیعی داشته باشد زیرا به هنگام انتخاب شیشه ی خاص برای ساختن قطعه ی شیشه ی استین به نور مناسب نیاز است و همچنین در زمان نبود نور طبیعی ، نور مصنوعی مطابق با شدت نور طبیعی داشته باشد. (تصویر ۲ - ۲۳)

تصویر ۲-۲۳ : داخل کارگاه هنرمند شیشه گر

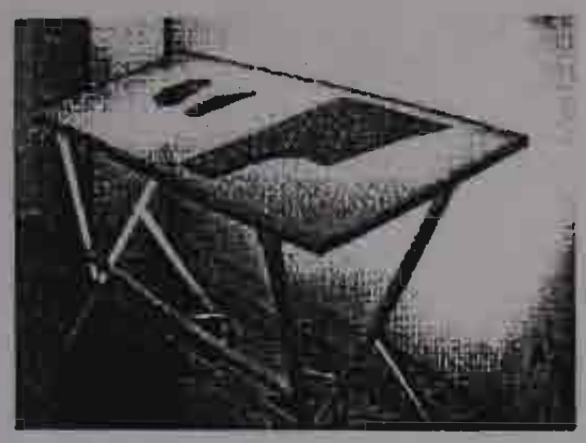
تجهیزات :

تهویه مناسب : به منظور خروج دود و بخار ناشی از لحیم کاری .

دستکش های پلاستیکی : به منظور محافظت در برابر مواد شیمیایی مانند کمک ذوب و جلوگیری از صدمه دیدن دست به هنگام در دست گرفتن شیشه .

عینک ایمنی : برای محافظت چشم در برابر تراشه های شیشه به هنگام برش و تراش شیشه.

میزنور : باید دارای شیشه ای با قدرت بالای پخش نور باشد. (تصویر ۳ – ۲٤)



تصویر ۳-۲۴ : میز نور

انبار شیشه : یکی از اولین موارد تجهیزات یک کارگاه ، قفسه بندی کارگاه به منظور نگهداری و سازمان دهی شیشه ها است . این تجهیزات باید از چوب ساخته شده و دارای تقسیم بندی هایی برای قطعات ورقه های شیشه باشد طبقه بندی ها نباید خیلی بزرگ باشد فقط در حدود ۱۲ تا ۱٦ اینچ (۳۰ تا ٤۰ سانتی متر) . شیشه ها از نظر رنگ ، خصوصیات و غیره طبقه بندی می شوند تقسیم بندی نباید خیلی فشرده باشد . (تصویر ۳ – ۲۵)

تصویر ۳-۲۵ : قفسه بندی شیشه

میز برش : میز دیگری است که مورد استفاده ی هنرمند قرار می گیرد که باید بزرگ و مسطح باشد چون برای طرح های خیلی بزرگ به کار می رود.(تصویر ۳ – ۲۶)

تصویر ۳-۲۶ : میز برش

میزکار : اندازه ی آن نسبت به نیاز فرق می کند . معمول ترین آن ها به اندازه ی ۸۰ در ٤٦ اینچ (۲۰۰ در ۱۲۰ سانتی متر) و با ارتفاع ۳٦ در ٤٠ اینچ (۹۰ در ۱۰۰ سانتی متر) ساخته شده از چوب مرغوب با سطح محکم و مقاوم . وقتی سطح آن فرسوده می شود باید عوض شود . سوراخ هایی که در سطح میز به خاطر میخ ها برجا می ماند معمولا با بتونه ای که برای شیشه ی استین درست می شود پر می گردد. (تصویر ۳- ۲۷)

تصویر ۳-۲۷ : میز کار

ابزارها :

چون ابزار مختلفی وجود دارد آن ها به سه گروه طبقه بندی می شوند : ابزار برش ، ابزار تراش ، پرس ها و ابزار جزیی. (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳٤ و ۳۳)

ابزار برش :

در واقع برش شیشه به هیچ وجه شبیه به برش چوب ، فلز یا پارچه نیست . ابزار برش شیشه روش بسیار دقیقی از تبدیل قطعات بزرگ شیشه به اشکال پیچیده کوچک تر را ارائه می دهد . مهم ترین ابزار برش عبارتند از:

الماس شیشه ی فولادی: این کاتر اقتصادی ترین وسیله ی برش است. دسته ای چوبی با دندانه ای برای شکستن و صاف کردن شیشه. شش چرخ دارد که وقتی یکی خراب و فرسوده شود سر می چرخد و کار با چرخ دیگر ادامه پیدا می کند و باید همواره چرخ ها را با روغن روان نمائیم.(تصویر۳-۲۸)(تصویر D)

تصویر ۳-۲۸ : انواع الماس

الماس فلزی شیشه : این نوع کاتر یک نوک تک دارد که می تواند عوض بشود . دسته ی آن کوتاه و متناسب با دست است و به هنرمند اجازه می دهد خطی را که باید برش بدهد ببیند . (تصویر C)

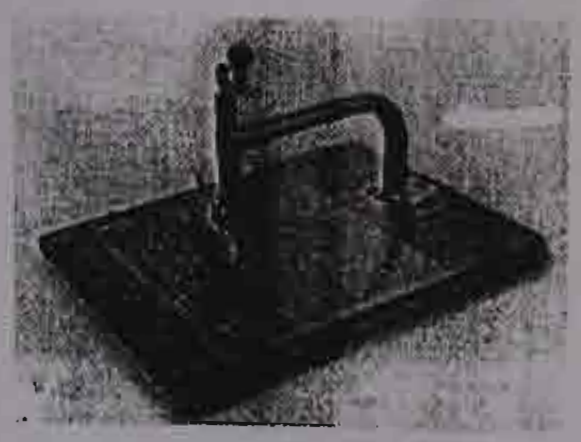
الماس کاربید تنگستن (نوعی فلز از جنس کروم) : قطر دیسک آن نسبت به دو نوع قبلی کوچکتر است . دیسک های سخت تر و کوچک تر باعث فشار کمتری می شوند و در نتیجه ، کنترل آن هنگام علامت گذاری راحت تر است . این الماس برای قطعات پیچیده و انحنا دار بسیار عالی است و این الماس یک مخزن روغن دارد که دیسک برش را به هنگام علامت گذاری روان می کند وقتی فرسوده می شود تمام سر الماس باید عوض شود. (تصویر A)

الماس تپانچه ای : این کاتر برای برش شیشه به ضخامت $\frac{3}{8}$ تا $\frac{3}{4}$ اینچ(۱۰تا۱۹میلیمتر) طراحی شده. دسته اش یک گیره دارد و مانند چکش نگه داشته می شود. (تصویر B)

الماس شیشه بر : این کار آمدترین ابزار برش تا پیدایش الماس های ذکر شده بود (تصویر F)

الماس گرد بر : برش دایره ای با این الماس به سادگی امکان پذیر است. پایه ای گردان دارد که به وسیله ی یک دستگاه مکنده بر روی سطح شیشه قرار می گیرد ، میله ی فلزی بر روی محوری تنظیم می شود که بر روی شیشه قرار می گیرد ، میله ی الماس می تواند حداقل به قطر ۲ اینچ (۱۰ سانتی متر) را ببرد.(تصویر E)

الماس ذره بینی[11] : این دستگاه شبیه قبلی است اما با یک اختلاف که دایره های کوچکتری را می برد. این الماس روی یک محور عمودی قرار دارد . (تصویر ۳ – ۲۹)



تصویر ۳-۲۹ : الماس ذره بینی

الماس صفحه ای : این دستگاه یک دیسک الماسه دارد که با آب خنک می شود و از گرم شدن قطعه ی شیشه جلوگیری می کند . این دستگاه برای برش شیشه با ضخامت بالا مورد استفاده قرار می گیرد. (شیشه به ضخامت تا $\frac{3}{4}$ اینچ (۲۰ میلی متر))(تصویر ۳– ۳۰)

تصویر ۳-۳۰ : الماس صفحه ای

الماس دوربینی: این دستگاه کوچک مختص برش قطعات شیشه ی کوچک است. پایه استوانه ای با شیشه حرکت می کند وچرخ که به سطح فشار می آورد شیشه، را علامت گذاری می کند. (تصویر ۳ - ۳۱)

تصویر ۳-۳۱: الماس دوربینی

انبردست های شیشه

امروزه انواع مختلف انبردست حرفه ای در دسترس است . انبردست همیشه برای شکستن شیشه علامت گذاری شده به کار می رود و از آلومینیوم ساخته شده با گیره ی گرد که می تواند همیشه در ۹۰ درجه نسبت به نشانه قرار داده شود طول برش به وسیله ی فشاری که روی گاز انبر وارد می شود کنترل می گردد. (Vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۵ و ۳٤) (تصویر ۳ - ۳۲) (تصویر B)

تصویر ۳-۳۲ : انبردست های شیشه ای

انواع مختلف انبردست برای صاف کردن :

انبر تکه برداری : این انبردست مهمترین انبردست می باشد . و به طور دایمی برای بسیاری از امور به کار می رود این انبردست از فلز نرم ساخته می شود . گیره ی پایینی انبردست عاج دارد و خمیده شده که برای

محکم نگه داشتن شیشه استفاده می گردد . کاربرد اصلی این انبردست تکه تکه کردن قطعات شیشه ی بی نظم است . گیره ی باریک این انبردست آن را به خصوص برای دستیابی به داخل منحنی ها ، مناسب می سازد . (تصویر D)

انبر شکن: این انبردست ها در نبود انبردست های تکه برداری بیشترین استفاده را دارند و اغلب سنگین تر از انبردست های تکه برداری هستند. همچنین گیره ی پهن تری نسبت به این انبردست ها دارند . (تصویر C)

انبرمتحرک : قطعات شیشه ، بلند و باریک وقتی از یک ورقه ی شیشه ی بزرگتر جدا می شوند اغلب به دو یا سه قسمت شکسته می شوند . این انبردست ها به منظور جداسازی دقیق این قطعات باریک و گاهی برای برش های صاف ساخته شده اند . داخل گیره ها نیز خمیده یا دارای یک بخش مرکزی برجسته است که به طور مستقیم بر روی یک برش تنظیم می شود. (مقصودی انوری،۱۳۸۳: ۲٤ و۲۳)

انبردست های معمولی : مورد استفاده زیادی دارند برای بیرون کشیدن میخ ها ، برای برش سیم و حتی برای صاف کردن شیشه استفاده می شود . (تصویر E)

انبردست برش : برای برش شیشه با ضخامت بالاتر از ¼ اینچ (٦ میلی متر) استفاده می شود و نوک فلزی محکم دارد . (تصویر A)

آهن گروز کردن[۱۲] : گرچه این وسیله برای برش استفاده نمی شود اما برای اتمام انواع برش لازم است. نوک آهنی یا برنجی دارد با یک سری شکاف ها با ضخامت مختلف و لبه های تیز که برای از بین بردن دندانه ها استفاده می شود و می تواند در جاهایی که دسترسی به آن سخت است به کار برده شود . توپی که در انتها قرار دارد برای جدا کردن شیشه ی خط گذاری شده استفاده می شود . (تصویر F)

ابزار برش الگو:

قیچی های معمولی : این قیچی ها برای برش اطراف الگوها استفاده می شود .

چاقوهای همه کاره : برای برش کاغذ و تخته ای که برای رسم های سایز بزرگ استفاده می شود مفید است. (تصویر ۳ – ۳۳)

تصویر ۳-۳۳ : چاقوهای همه کاره (a قیچی برش الگوها، b قیچی معمولی، c چاقوی همه کاره)

ابزار تراش و برس ها :

برداشتن شیشه و حمل آن به سطح مرتفع خطرناک است به همین علت تا آن جا که ممکن است باید مراقب بود و سعی کرد با استفاده صحیح از ابزار و پولیش کردن لبه های تیز قطعات شیشه ی بریده شده خطرات را به حداقل رساند .

سوهان کاربید سیلیکن : برای پولیش یا صاف کردن لبه های شیشه استفاده می شود و بهتر است قبل از استفاده خیس شود تا از پراکنده شدن تراشه های شیشه جلوگیری کند .

کاغذ سمباده الماسه : این سطح الماس ساینده دارد و مخصوص فرم دادن کار است . بهتر است این کاغذ برای جلوگیری از پراکنده نشدن گرد و غبار شیشه خیس شود . (تصویر ۳ – ۳٤)

تصویر ۳-۳۴ : کاغذ سمباده الماسه و خشت های کاربیدسیلکون

چرخ پولیش (تراش): این دستگاه با آب خنک می شود و دارای یک الماس برای پولیش لبه های شیشه است. هنگامی که پولیش شیشه تمام شد کار با فویل مسی به راحتی انجام می شود. (تصویر۳ – ۳۵)

تصویر ۳-۳۵ : چرخ تراش (پولیش)

صفحه ی ساینده[۱۳] : این دستگاه شامل صفحات کاربید سیلیکن زیادی است و به آب نیازی نیست . (تصویر ۳ – ۳۶)

تصویر ۳-۳۶ : صفحه ساینده

پولیش دهنده: این دستگاه فقط در کارگاه های هنرمندان حرفه ای شیشه ی استین یافت می شود . برای صاف کردن لبه های قطعات شیشه از حرکتی مداوم استفاده می شود و با آب خنک می شود . (تصویر ۳ – ۳۷)

تصویر ۳-۳۷ : پولیش دهنده

برس ها : برس ها یا قلم موها در کارگاه هنرمند شیشه ی استین ابزار مفید و لازمند . آن ها به دو نوع الیاف گیاهی و سیمی تقسیم می گردند .

برس های اسپارتو[۱۴] : برای تمیز کردن شیشه به کار می روند و به اندازه های مختلف در دسترس اند و از پلاستیک ساخته می شوند . برس هایی که از فیبر گیاهی ساخته شده اند نیز برای تمیز کردن شیشه ی استین و میز کار مفیدند . (تصویر ۳ – ۳۸)

تصویر ۳-۳۸ : برس های اسپارتو

برای پرداخت زنگاری که از لحیم کردن درزها با سرب ایجاد شده باید از برس فرسوده فیبرگیاهی استفاده کرد . برس های سیمی می توانند از استیل ، برنز یا برنج ساخته شوند . آن ها برای برداشتن لحیم کهنه و جایگزین کردن لحیم جدید استفاده می شوند و می توانند برای تمیز کردن سطح شیشه با دقت به طوری که شیشه خراشیده نشود مورد استفاده قرار گیرند.

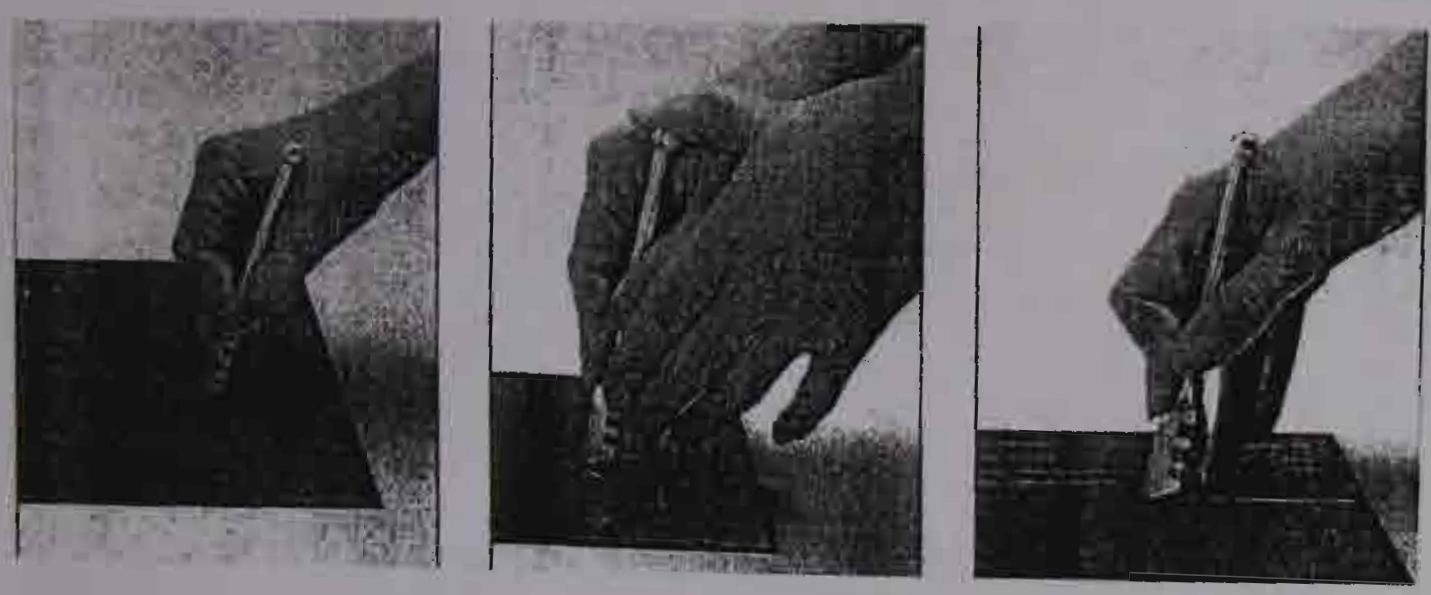
بالشتک[۱۵] : این ها مثل برس های فلزی عمل می کنند و از آلمینیوم یا استیل ضد زنگ ساخته می شوند . آن ها برای تمیز کردن هر سطحی که دسترسی به آن سخت باشد استفاده می شوند و خراش باقی نمی گذارند. (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۷ – ۳٤)

برش شیشه :

صنعت گران بزرگ قرون وسطی از یک درفش آهنی گرم قرمز برای بریدن شیشه استفاده می کردند . امروزه این مرحله ساده تر است چون تکنیک کامل شده و ابزار لازم ساخته شده است. (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ٤۸)

پشتکار و تمرین در برش شیشه بسیار مهم است . امروزه انواع مختلفی از الماس در بازار وجود دارد که طریقه ی در دست گرفتن آن ها متفاوت است . یک روش مناسب در دست گرفتن الماس همانند مداد است . الماس را باید با انگشت شست محکم گرفت و انگشت اشاره را به دسته ی الماس چسباند و دسته ی الماس را به دست خود تکیه داد . گاهی اوقات برای ایجاد فشار بیشتر ، نیاز است که از دست دیگر نیز کمک گرفت و انگشت شست دیگر راروی قسمت انتهایی الماس قرار داد و فشار بیشتری را بر الماس وارد کرد .

الماس را باید با زوایه ی حدود ۹۰ درجه بر روی شیشه قرار داد و سعی کرد با قرار دادن تیغه ی برش نزدیک لبه ی شیشه و فشار دادن الماس به سمت پایین آن را به طور آرام و محکم به قسمت لبه ی دیگر شیشه کشید و با فشار کمی به سمت پایین آن را حرکت داد تا قادر به شندین صدای برش چرخ بر روی سطح شیشه باشید. (تصویر۳ – ۳۹)



تصویر ۳-۳۹ : روش در دست گرفتن الماس

تذکرات :

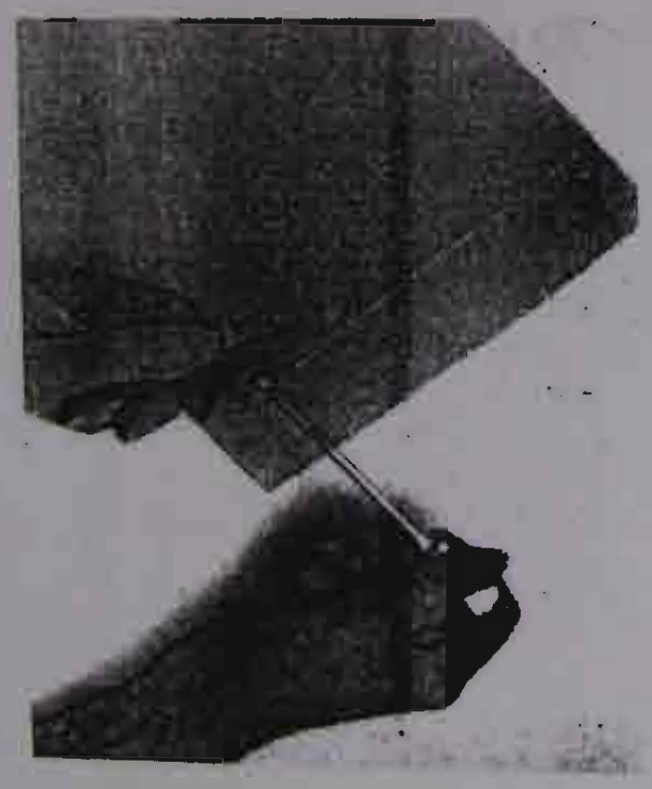
- برای برش شیشه باید ایستاد و بر روی سطحی صاف کار کرد .
- هرگز نباید از روی خط علامت گذاری شده دو بار برش انجام گیرد . اگر برش اول موفق نبود باید از قسمت دیگری از شیشه استفاده کرد . اگر مجددا از روی علامت قبلی برش داده شود باعث کندی و خراب شدن چرخ برش می شود .
- اگر صدای بریده شدن شیشه شنیده نشد باید دانست که فشار کافی بر روی شیشه اعمال نشده است .
- در هنگام برش تا اتمام کار نباید الماس را از روی شیشه برداشت .

- باید اطمینان حاصل کرد که همواره برش از یک لبه ی شیشه تا لبه ی دیگر به طور یکنواخت انجام شده است . هرگز نمی توان کار برش را از وسط شیشه شروع کرد. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ۳۱ – ۲۸)

انواع برش

« برش خطوط راست :

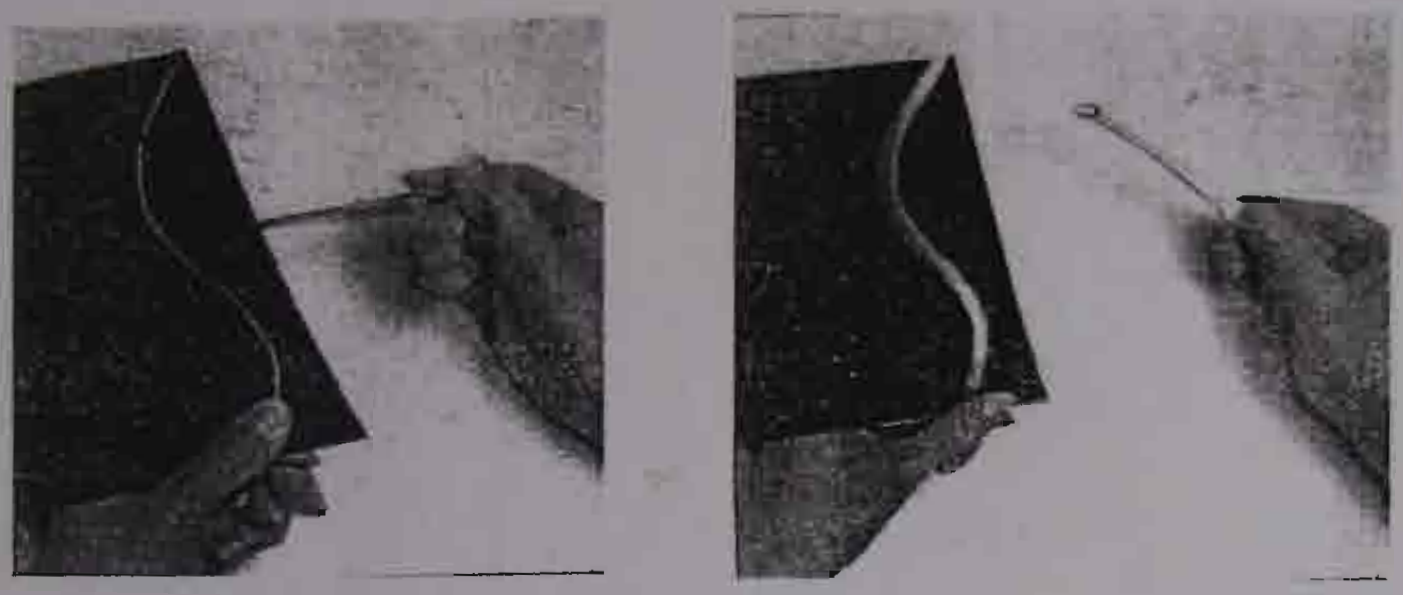
از یک وسیله ی صاف مثل یک خط کش فلزی استفاده می کنیم . این کار این اطمینان را می دهد که برش کاملا صاف باشد . سپس الماس را به صورت عمود بین انگشت نشانه و سوم نگهداشته و الماس را به آهستگی به طرف خود حرکت می دهیم . باید سعی کرد این کار محکم انجام گیرد فشار زیاد صدایی ایجاد خواهد کرد که نشان دهنده میزان مناسب فشار است . از دایره انتهای الماس برای آهسته ضربه زدن در طول خط نشانه استفاده می کنیم . برای شکستن راست و مستقیم از انبردست های روان استفاده می کنیم . (تصویر ۳ – ٤٠) (MCRee ، ۲۰۰۳ : ۱۱)



تصویر ۳-۲۰ : برش خط راست

اشکال ساده و موج دار :

معمولا با انبردست شکسته می شوند اما به طور کلی با توجه به نوع شیشه ممکن است با مقداری سختی و مقاومت همراه باشند. ضربات کوتاه با قسمت توپی انتهای الماس به کم شدن سختی برش کمک می کند. پس از جدا شدن قسمت موج دار ممکن است هنوز ناهمواری هایی بر روی لبه های شیشه مشاهده شود که به وسیله ی انبردست بر طرف می شود.(مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ۳۵) (تصویر ۳ – ٤١)



تصویر ۳-۴۱ : برش ساده و موج دار

برش دایره :

ابتدا محل مورد نظر را برش می زنیم . سپس تعدادی برش اضافی در قسمتهای میانی قبل از خارج کردن شیشه ایجاد می کنیم . می توان از الماس گرد بر هم استفاده کرد. (تصویر ۳ – ٤٢)

تصویر ۳-۴۲ : برش دایره

طریقه ی نصب قطعات به هم

دو شیوه ی متداول برای نصب شیشه ی استین وجود دارد . روش نصب نوار سربی که سنتی است و غالبا سبک کلاسیک پنجره های استین است و روش فویل مسی شیوه ی جدیدتری است و بیشتر در مورد روشنایی ها و آباژورها مورد استفاده قرار می گیرد .

نوار سربی یک روش سنتی است که قبلا برای ساختن پنجره ها مورد استفاده قرارمی گرفت ، این روایت وجود دارد که چون سازندگان اولیه ی شیشه قادر به تولید صحنه های شیشه ای بزرگ برای پر کردن یک پنجره نبودند ، این روش را به وجود آوردند اما منشاء این شیوه از هر کجا باشد تا کنون تغییر چندانی نداشته است. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ٤١)

کارباسرب

سرب[۱۶] : فلز سنگینی است . در ٦١ درجه فارنهایت (١٦ c) ذوب می شود . رنگ آن سفید مایل به آبی ، براق ، نرم و خیلی انعطاف پذیر است . سرب فلزی است که در طول قرون وسطی به منظور اتصال قطعات شیشه به یکدیگر و تشکیل شیشه ی استین انتخاب شد . به هر حال سرب نه تنها به عنوان حامی به کار گرفته می شد بلکه قسمتی ازرسم و طرح قطعه ی شیشه ی استین را شکل می داد . سرب در ریخته گری ها از رول هایی به وزن ٥٥ پوند (٢٥ کیلوگرم) به شکل شیار H در می آید. (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۰) شیشه در کانال این ساختار جای می گیرد و سپس در قسمت های اتصال لحیم می شود . میله های سربی به اندازه های مختلف برای پنجره ها مورد استفاده قرار می گیرند و استفاده ازآن بستگی به اندازه ی تکه های شیشه و اندازه های خود پنجره دارد . میله های سربی هم با سطح تخت و صاف و هم با سطحی گرد و دایره ای در دسترس هستند و با پهناهای متفاوتی وجود دارند . متداول ترین میله های سربی با سایزهای ١٦ / ٣ ، ٤ / ١ ، ٨/ ٣ ، ٢ / ١ اینچ مورد استفاده قرار می گیرند . اکثر کارگاه ها همواره میله های سربی گرد را بیشتر مورد توجه قرار می دهند که هم محکم تر به نظر می رسند و هم در زمان نصب احتمال خراب شدن آن کمتر است . نوارهای سربی باید قابل انعطاف باشند. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ٤٢ و ٤١) (تصویر ۳ – ٤٣)

تصویر ۲-۲۳ : شکل های مختلف سرب آنهایی که به طور معمول استفاده می شوند. ۳/۱۶، ۱/۲ و ۳/۸ اینچ (۵ و ۷ و ۱۰ میلی متر)

دستگاهی برای کشیدن یا وسعت بخشیدن سرب : این دستگاه برای دادن اندازه ی دلخواه به قطعه ی سربی استفاده می شود و شامل چند یاتاقان است که قطعه را به وسیله ی غلتک هایی که $\frac{3}{16}$ اینچ (۵ میلی متر) ضخامت دارد نازک می کند ، با دندانه هایی که در کنار قرار گرفته ، قطعه را می کشد . هر بار قطعه به اندازه ی دلخواه برسد یاتاقان آخری به غلتک های پرداخت نصب می شود . یاتاقان سطوحی را که سرب دارد شکل می دهد و غلتک ها مرکز سرب را ایجاد می کنند. یاتاقان هایی وجود دارند که اندازه و شکل های مختلفی را تولید می کنند . امروزه سرب آماده ی استفاده را می توان از فروشگاه هایی که ابزار ساخت شیشه ی استین را می فروشند تهیه کرد.(تصاویر(۳-٤٤)،(۳ – ٤٥)،(۳ – ٤٦)،(۳ – ٤٧))

تصویر ۲-۲۴ : دستگاه برای کشیدن و وسعت بخشیدن سرب

تصویر ۳-۲۵ : قرار دادن استوانه ها در دستگاه کشش سرب. چرخ های کوچکی در ۲ محور چرخ در دستگاه وجود دارد. آنها قطعاتی هستند که علائمی را که در شبکه ظاهر می شود تولید می کند. فاصله بین چرخ ها عریض خواهد شد. (معمولا ۱/۱۶ اینچ یا ۲ میلی متر ضخامت) علائم در مجراها برای مراقبت شیشه ساخته شدند که به طور محفوظ قرار دارد و چسبندگی بتونه را آسان تر می کند.

تصویر ۳-۲۶ : قبل از اینکه سرب در دستگاه قرار بگیرد باید با روغن معدنی روغن کاری شود.

تصویر ۳-۲۷ : برای به دست آوردن ضخامت مورد دلخواه غلتک های مورد نیاز و چرخ هایی با شیارهای خوب نصب، می شوند بعد از نتیجه ی کار، سرب می تواند ۲ بار طولانی تر از آنچه در ابتدا بود بشود.

ابزار کار با سرب

فهرست زیر معمول ترین ابزاری است که برای کار با سرب استفاده می شود :

میخ : میخ های براق که از فلز آب داده و صیقل شده ، ساخته شده اند و باید به طول $1\frac{1}{2}$ اینچ (۳۶ میلی متر) باشند با یک سر مخروطی و انتهای تیز برای آسان تر جا دادن میخ ها. (تصویر ۳ – ۴۸)(تصویرG)

تصویر ۳-۴۸ : معمول ترین ابزار کار با سرب

چکش : این وسیله در هر کارگاهی لازم است . انواع مختلف چکش وجود دارد . شامل لاستیکی ، پین ، توپی و نوک دار : سرب به چکشی با سر فلزی نیاز دارد که برای کار با میخ ها نیز استفاده می شود و یک دسته ی چوبی برای کار کردن روی گوشه های شیشه و وفق دادن آن با سرب نیاز است. (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۸ و ۳۷) (تصویر F)

گیره ی نگه دارنده : این گیره برای محکم نگهداشتن یک سر نوار در زمان کشیدن سمت دیگر آن و برای راست و محکم نگهداشتن میله ی سربی به کار می رود . استفاده از یک جفت انبردست نیز به این کار کمک می کند.

چاقوی سربی : این وسیله ی فلزی با دسته ی چوبی برای برش سرب استفاده می شود و در تمام مدت باید تیز نگه داشته شود زیرا چاقوی کند باعث خرد شدن سرب می شود به جای آن که آن را ببرد . (تصاویر A و B)

مغار: این ابزار شامل یک میله ی آهنی یا چوبی است که در انتها دسته ی چوبی دارد و بین سطح و مرکز سرب جاسازی می شود برای بازکردن و راست کردن سرب، قطر آن $\frac{3}{16}$ اینچ (۵ میلی متر) است. (تصویر D)

کاردک رنگ[۱۷] : برای تهیه ی بتونه و صاف کردن سرب با فشار دادن مرکز سرب به کار می رود . چون از جنس چوب است به شیشه یا سرب خسارت نمی زند. (vallde perez، ۲۰۰۲ : ۳۸) (تصویر C)

سیمان : سیمان کاری قطعات شیشه ی استین فواصل احتمالی بین سرب و شیشه را پر می کند و پنجره را مستحکم و در برابر هوا مقاوم می کند . دستور العمل زیر روشی برای ساخت یک نوع سیمان است : مخلوطی از بتونه ، اسپریت[۱۸] سفید و گچ ، مایع کرم مانندی حاصل می شود . مقداری زغال چوب برای تیره کردن این مخلوط به آن افزوده می شود . این مخلوط با برسی سفت و محکم برای پر کردن تمامی گوشه های کانال سربی به کار می رود مدت زمانی که طول می کشد تا سیمان بر روی یک قطعه خشک شود بستگی به دما و نوع خود سیمان دارد . در هوای گرم سیمان پس از چند ساعت خشک می شود و روز بعد قابل حرکت دادن است. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ٤٥)

بتونه : برای محکم کردن قطعات استین کار شده با سرب به کار می رود . این بتونه مخلوطی از سولفات کلسیم (سنگ – گچ) و روغن بذر کتان است و به عنوان حامی شیشه ی استین عمل می کند و مانع دخول آب می گردد . بتونه با کمی تربانتین رقیق می شود . بتونه باید هنگام استفاده به دقت در اتصالات نفوذ کند . برای تمیز کردن بتونه ی اضافی از خاک اره استفاده می شود. (vallde perez ، ۲۰۰۲ :۳۱) (تصاویر(۳ – ٤۹)،(۳ – ۵۰)،(۳ – ۵۱)،(۳ – ۵۲))

تصویر ۳- ۳۹ : قبل از کار، بتونه باید به طور یکنواخت خمیر شود به طوری که به میز کار نچسبد.

تصویر ۳-۵۰ : بتونه با شست بین گوشه فلزی و شیشه ی استین فشار داده می شود

تصویر ۳-۵۱ : با استفاده از ماله رنگ بتونه صاف دوباره در گوشه قرار داده می شود و اضافه ها تراشیده می شوند.
در استفاده این روش بتونه مثل چسب فلز یا چوب کار می کند.

تصویر ۳-۵۲ : بتونه پوشانده شده با قلع همراه تربانتین در یک ظرف باعث ضد آب شدن شیشه ی استین می شود.

فویل مسی : اولین ماده ای بود که تکنیک های سنتی را کنار گذاشت . اختلاف اصلی آن در رابطه با سرب این است که ماده ای با درخشش بیشتر است.

روش فویل مسی به کامفورت تیفانی نسبت داده شده است ؛ در مقایسه با میله های سربی کار با فویل مسی روش ساده تری است و برای تکمیل طرح به مراحل و مواد کمتری نیاز دارد.

این ماده شامل نوار مسی پشت چسب دار است . فویل مسی در اطراف محیط قطعه شیشه نصب می شود و در عرض های مختلف طبق ضخامت شیشه ی مورد نظر در دسترس است . برای مثال قطعه $\frac{3}{16}$ یا $\frac{1}{4}$ اینچ (۵ یا ٦ میلی متر) مختص شیشه ای است که $\frac{3}{32}$یا $\frac{1}{8}$ اینچ (۳ یا ۲۵ میلی متر) ضخامت دارد . (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۰)

دستگاه نصب فویل : یک غلتک سخت شیار دار در بخش مرکزی دستگاه قرار گرفته و فویل را به دور شیشه می پیچاند . باید توجه داشت که استفاده از این دستگاه به تمرین زیاد نیاز دارد تا با سرعت و دقت بیشتری نسبت به دست ، این عمل انجام گیرد . این دستگاه عموما با سه غلتک قابل تعویض است . ۳/۱٦ ، ۷/۳۱ ، ٤/۱ اینچ ، یعنی پهناهایی که برای استفاده متداول هستند . (تصویر ۳ - ۵۳)

تصویر ۳-۵۳ : دستگاه نصب فویل

خم کن : فویل باید بر روی کناره های شیشه پیچیده و صاف قرار گیرد تا محصولی مرتب و محکم به دست آید . اگر چه دستگاه های فویل پیچ اغلب هر قطعه پیچیده شده را صیقل می دهند اما در واقع لبه های فویل شده باید در مرحله ای جداگانه صاف شوند . یک خم کن ، شیاری قابل انعطاف دارد که وقتی در

اطراف لبه ی فویل شده حرکت می کند هر دو لبه را برخلاف جهت شیشه با یک حرکت فشار داده و صاف می کند .

پتینه : پس از این که مراحل ساخت صفحه ی شیشه ای کامل شد ، راه های متعددی برای پرداخت کردن مواد لحیم شده وجود دارد . لحیم همانند اکثر فلزات با گذشت زمان اکسیده می شود و به خاکستری کدر تغییر رنگ می دهد . مقدار بالای قلع در لحیم باعث درخشندگی آن خواهد شد . معمول ترین موادی که برای پتینه خطوط لحیم شده به کار می روند عبارتند از :

بلور سولفات مس : این ماده لحیم را به رنگ مسی در می آورد . یک قاشق سوپ خوری از این ماده در نصف فنجان آب گرم قابل حل کردن است و بعد با قلم مو بر روی خطوط لحیم شده کشیده می شود. باید سعی کرد تا این ماده به شیشه سرایت نکند زیرا باعث کدر شدن شیشه می گردد .

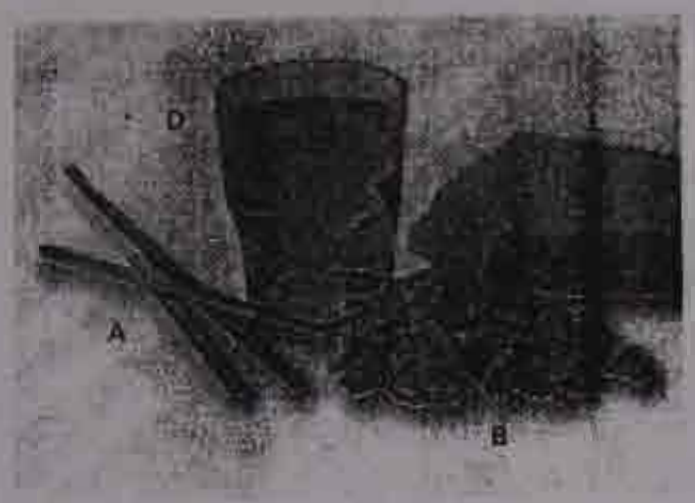
محلول سیاه کننده : این ماده حاوی مقداری اکسید سلنیوم است که ماده ی شیمیایی بسیار قوی است و در زمان استفاده به مراقبت و احتیاط بیشتری نیاز دارد . این ماده لحیم را سیاه می کند . اگر هر دو ماده با پولیش فلزی پرداخت شوند درخشش بهتری خواهند داشت. (مقصودی انوری، ۱۳۸۳ : ۴۹ – ۴۷)

ابزار و مواد لحیم کاری

فلز لحیم کاری : قلع یک فلز درخشان و سفید است که خصوصیات اصلی آن رسانا بودن و انعطاف پذیری آن است . هنگام گداختن اکسیده می شود و به هنگام سرد شدن به اکسید قلع تبدیل می شود . مخلوط آن با سرب برای لحیم کردن فلزات استفاده می شود . به شکل قرقره هایی که شامل ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب است ، فروخته می شود . این لحیم به رنگ نقره است . اگر بخواهیم زمینه خاکستری باشد تناسب باید ۳۳ درصد قلع و ۶۷ درصد سرب باشد .

کمک ذوب : ماده ای است که به شکل جامد اسیدی معدنی (غیر آلی) در دسترس است مثل اسید نیتریک ، اسید سولفوریک و اسید فسفریک . آخری باعث بهترین نتیجه برای لحیم قلع می شود . بعضی هنرمندان کمک ذوب را خودشان می سازند که از رزین و روغن زیتون[۱۱] ساخته می شود. (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۸)

ماده ی فعال در اکثر کمک ذوب های تجاری کلرید روی است که ماده ی شیمیایی سمی ، مضر و خورنده است و باعث تاثیر مثبت ذوب می شود . برای استفاده مقدار کمی از کمک ذوب بر روی قسمت لحیم کاری به کار می رود چرا که کمک ذوب تبخیر می شود و سولفات بر جای می گذارد. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ۵۲) (تصویر ۳ – ٥٤)



تصویر ۳-۵۴: کمک ذوب

انواع هویه

هویه یا اطوی لحیم کاری : این اطو یک وسیله ی برقی(۱۰۰ وات) است که مثل چکش یک نوک فلزی دارد. $\frac{5}{8}$ اینچ (١٦ میلی متر) قطر دارد و در انتها به شکل یک قلم است. (تصویر ۳ – ٥٥) (تصاویر A و B)

تصویر ۳-۵۵: انواع هویه

هویه لحیم کاری حرارتی : این اطو شامل دو دسته است یکی در انتها و گرد است و برای لحیم کردن لبه ها استفاده می شود و دیگری به شکل قلم برای لحیم کردن گوشه ها است .

درجه حرارت آن ۵۷۲ درجه فارنهایت (۳۰۰°c) بالا می رود و برای جلوگیری از زیاد شدن درجه حرارت یک ترموستات دارد . (تصویر D)

هویه لحیم کاری ۷۵ وات : این اطو برای لحیم کردن قطعات سربی کوچک ایده آل است . درجه حرارت کار پایین تر از اطوی لحیم حرارتی است بنابراین کنترل آن هنگام لحیم کاری بهتر است . (تصویرC)

هویه لحیم کاری نوک دار : این اطو یک نوک کوچک دارد برای استفاده در جاهایی که دسترسی به آن دشوار است . میزان کمی از لحیم را نگه می دارد و اتصالات کوچک را ایجاد می کند.

(vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۸) (تصویر E)

برای تمیز کردن نوک هویه ها ، هویه را باید به برق زد تا گرم شود و سپس نوک آن را با اسفنجی مرطوب پاک کرد.

لحیم کاری

لحیم کاری به طور موثر در شکل و مقاومت قطعه موثر است .

لحیم کاری نقطه ای : برای جلوگیری از حرکت قطعات از جای خود توسط هویه از قطری کوچک از لحیم برای نگهداری شیشه در جای خود استفاده می شود . کمک ذوب با قلم مویی در نقاط تلاقی به کار می رود و سپس مقدار کمی از لحیم برای نگهداشتن قطعات در کنار هم ذوب می شود . لحیم کاری نقطه ای برای طرح های سه بعدی به کار برده می شود تا شکل را قبل از شروع بعدی به طور موقت در جای خود نگهدارد .

لحیم کاری مسطح : درزهای داخلی کار شده با فویل مسی تنها با سطحی صاف و هموار از لحیم ، لحیم کاری می شوند . بعد از استفاده از کمک ذوب ، لحیم کاری با بکارگیری مقدار کافی از لحیم برای پوشاندن درزها آغاز و به این ترتیب تمامی شکاف ها پر می شود . اگر چه می توان لحیم را به طور مستقیم به صورت برجسته و مدور بر روی فویل مسی شکل داد اما در بیشتر مواقع لحیم کاری سطحی، مناسب ترین روش برای پوشاندن درزهاست و پس از این ، قسمت های بیرونی درزها به صورت برجسته

لحیم کاری می شود این روش معمولا برای ساخت طرح های سه بعدی به کار می رود. (مقصودی انوری ، ۱۳۸۳ : ٥٤)

لحیم برجسته : به طور کلی این مرحله برای قسمت بیرونی طرح تمام شده به کار می رود . کمک ذوب برای کامل کردن درزها به کار می رود و هویه به آرامی در طول درزها حرکت داده می شود . در حالی که لحیم مماس با نوک هویه ذوب می شود . باید لحیم به صورت نواری مدور یا گنبدی شکل یکنواختی درآید . میله های سربی معمولا تنها در نقاط اتصال لحیم کاری می شوند .

در انتهای کار برای تمیز کردن قطعات استین سربی که با بتونه و یا سیمان استحکام یافته اند ، بتونه ی اضافی با وسیله ی نوک تیز برداشته و با خاک اره و بی کربنات سدیم ، شیشه تمیز می شود . این مواد با پارچه ی ترجیحا پشمی با حرکت مدور روی سطح شیشه کشیده و سپس پاک می شود . برای تمیز کردن سرب و اتصالات لحیم از یک برس فرسوده استفاده می شود که در ضمن به محکم شدن سرب کمک می کند.

مواد و ابزار و روش کار فیوز

ابزار و مواد مورد استفاده در عملیات فیوز کردن عمدتا بر ۲ دسته ی عملیاتی تقسیم می شوند : عملیات برش و عملیات پخت. مواد و ابزارهای مربوط به عملیات برش عبارتند از شیشه تخت (جام) و دستگاه ها و ابزارهای برش و ابزارهای عملیات پخت عبارتند از قالب و کوره. ابزاری که برای فیوز استفاده می شود تقریبا مشابه به ابزارهای استین گلاس می باشد چون مانند استین، برش شیشه قسمت عمده ی تکنیک فیوز را تشکیل می دهد.

شیشه ی ورقه ای (تخت)

این نوع شیشه عمده ترین و در دسترس ترین نوع شیشه می باشد که عمدتا به صورت فلوتینگ (شناور) بر روی حوضی از قلع مذاب شکل می گیرد . این نوع شیشه از نظر مکانیکی دقیق و بدون رگه واعوجاج تصویر می باشد و در قطعه های ۲ تا ۲۰ میلی متر به صورت تخت در بازار موجود است که البته ضخامتهای بالاتر آن به صورت درخواستی تا ۳۰ میلی متر نیز قابل تهیه می باشد . این شیشه به آسانی بریده شده و تا حدی خم و تیز می شود و دارای قابلیت پذیرش مینا (روکش) و رنگ های لوستر متالیک می باشد و بدون

هیچ نگرانی برای بیشتر کوره ها مناسب است . اما در هر حال این نوع شیشه دارای مشکل شیشه زدایی می باشد (غیر شیشه ای شدن) و نسبت به پخت مجدد عکس العمل خوبی نشان نمی دهد. (خسروی ، ۸۵ – ۱۳۸٤ :۳۷) (تصویر ۳ – ٥٦)

تصویر ۳-۵۶ : شیشه ی ورقه ای (تخت)

کاترشیشه (تصویر ۳ – ٥٧)

تصویر ۳-۵۷ : کاتر شیشه

انبردست متحرک (تصویر ۳ – ٥٨)

تصویر ۳-۵۸ : انبر دست متحرک

انبردست شکننده (تصویر ۳-۵۹)

تصویر ۳-۵۹ : انبردست شکننده

قالب های خمیده و مختلف : این قالب ها از ورقه های سرامیکی[1] یا تخته های سرامیکی[2] هستند

تفاوت این دو قالب بدین شرح است :

ورقه سرامیکی متراکم است و گرما را در خود نگه می دارد و به شیشه اجازه می دهد که به آرامی خنک شود و آن را می توان بارها مورد استفاده قرار داد . پلیت سرامیکی باید مرتبا آسترزده شود و این کار وقت گیر است .

تخته سرامیکی در ضخامت های مختلف در دسترس است و نازک ترین آن سطح صاف تری به دست می دهد . سرامیک برد نازک تنها یکبار مورد استفاده قرار می گیرد ولی سرامیک برد ضخیم تر را چندین بار می توان استفاده کرد . اما بافت آن [خلل و فرج] خواهد داشت . سرامیک برد متخلخل است ، هوا در آن می تواند جریان داشته باشد بنابراین حباب های شیشه ای ایجاد می شود. (یوسف خانی، ۱۳۸٤ : ۳۸) (تصویر ۳ – ٦۰)

تصویر ۳-۶۰ : ورقه و تخته سرامیکی

پودر تالک :جهت پوشاندن کف کوره و قالب های اسلامپ به منظور جلوگیری از چسبیدن شیشه به این قالب هااستفاده می شود.

کوره

تمام کوره های فیوز شیشه اساسا این قسمت ها را دارند .

المنت (سیم) : حلقه ای یا درجه حرارت بالا از جنس تنگستن یا تنگستن کاربید (تصویر ۳ - ۶۱)

تصویر ۳-۶۱ : المنت (سیم)

آجر نسوز: بعنوان عایق (تصویر ۳ - ۶۲)

تصویر ۳-۶۲ : آجر نسوز

پوشش فلز استیل : (تصویر ۳ - ۶۳)

تصویر ۳-۶۳ : پوشش فلز استیل

ترموکوپل: سیم هایی با درجه حرارت بالا، پوشیده به وسیله ی زنجیره های سرامیکی(تصویر ۳ – ٦٤)

تصویر ۳-۶۴ : ترموکوپل

دماسنج

کلیدهای فرمان مانند on،off. (تصویر ۳ – ٦٥)

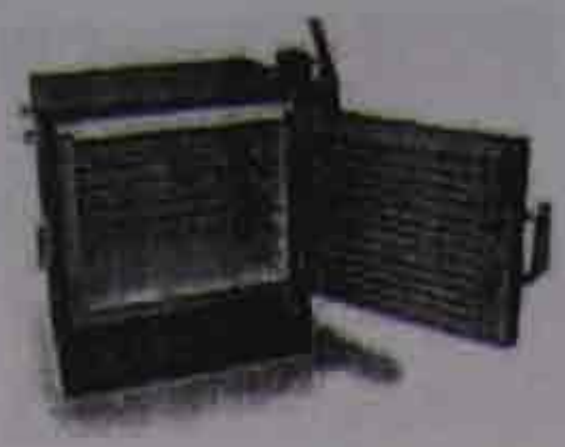
(< http: // www.delphi glass. com/index. cmf >)

تصویر ۳-۶۵ : دماسنج، کلیدهای off و on

انواع کوره

کوره مهم ترین ابزار در تکنیک فیوز می باشد .

کوره های سرامیکی : این کوره سنتی – الکتریکی است با المنت های حرارتی در ٤ طرف و دیواره. در انتها با رادیوم – پلاتین و با یک رگلاتور در حرارت دستی یا اتومات ساخته شده است . این کوره در مقایسه با کوره های مدرن به آرامی خنک می شود چون دیواره ی آن از داخل با آجرهای نسوز و از بیرون با ورقه های فلزی پوشیده شده و در بین دو دیوار ، بتونی نسوز بعنوان عایق دارد . بسیاری از این کوره ها می توانند از نیروی برق خانگی استفاده کنند. (تصویر ۳ –٦٦)



تصویر ۳-۶۶: کوره سرامیکی

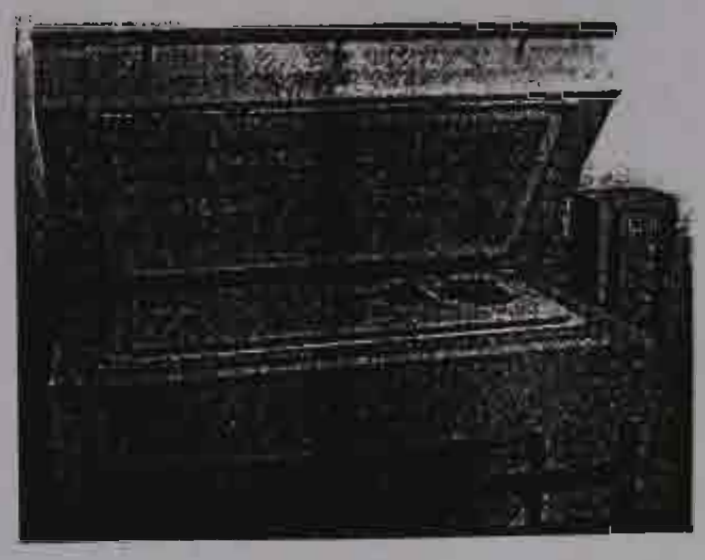
کوره های خاص فیوزینگ : که کوره ی مسطح نیز نامیده می شود . این کوره حرارت بیشتری تولید می کند و سریع تر از کوره های سرامیکی خنک می شود . دیواره های داخلی با فیبر سرامیکی با غلظت بالا لایه گذاری شده ، دیوارهای خارجی با فلز آستر شدند و المنت های حرارتی با کوارتز پوشیده شدند (بلور کاهی) . یک ریز پردازنده اجازه می دهد درجه حرارت کنترل شود . ابزار سنجش دما خیلی دقیق است و درجه حرارت در زمان حرارت دیدن ، برنامه ریزی شده تا به طور اتومات خاموش شود . این کوره نسبت به کوره ی سنتی میزان کمتری برق مصرف می کند و می تواند به درجه حرارتی بالای ۳۵۰ درجه فارنهایت (۱۹۰ درجه سانتی گراد) برسد . (تصویر ۳ – ٦٧)

تصویر ۳-۶۷ : کوره خاص فیوزینگ

بر اساس مشاهدات و تجربیات ، درجه حرارت را می توان از طریق رنگ درون کوره تشخیص داد . حدود ۹۳۲ درجه فارنهایت (۵۰۰ درجه سانتی گراد) هیچ رنگی معلوم نیست . بین ۱۰۲۲ تا ۱۱۱۲ درجه فارنهایت (۵۵۰ تا ٦۰۰ درجه سانتی گراد) درون کوره قرمز رنگ است . بین ۱۱۱۲ تا ۱۲۹۲ درجه فارنهایت (٦۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی گراد) شروع به تیره شدن می کند و به قرمز تیره بر می گردد . در ١٤٥٤ درجه فارنهایت (۷۹۰° درجه سانتی گراد) قرمز آلبالوئی – نارنجی ، زرد روشن می شود ، در ۲۷۳۲ درجه فارنهایت (۱۵۰۰ درجه سانتی گراد سفید براق می شود. (vallde perez ، ۲۰۰۲ : ۳۹)

چگونگی قرار دادن شیشه در کوره

بسیاری از کوره های سرامیک در بالا و پایین حرارت کمتری دارند به همین خاطر باید طبقه ی اول رابالا تر از کف کوره و آخرین طبقه را پایین تر از حد معمول قرار داد و طبقات طوری قرار گیرد که در فاصله ی هر دو طبقه یک المنت آزاد باشد و شیشه ها با فاصله ی حداقل ٥ سانتی متراز دیواره ی کوره قرار گیرد زیرا قطعاتی که خیلی به المنت ها نزدیک هستند ممکن است به طور ناگهانی گرم شوند . پلیت ها و صفحات سرامیکی نیز باید حداقل ٥ سانتی متر از ترموکوپل فاصله داشته باشند چرا که پلیت هایی که نزدیک ترموکوپل قرار می گیرند در درست نشان دادن حرارت تاثیر می گذارند. (یوسف خانی ، ١٣٨٤ : ٤١) (تصویر(٣ – ٦٨)و(٣ – ٦٩))



تصویر ٣-٦٨

تصویر ٣-٦٩

مراحل کار فیوز

بیشتر روش های فیوز معاصر شامل قرار دادن توده ها با ورقه های نازکی از شیشه بر روی هم و به رنگ های مختلف برای ایجاد الگوهای متفاوت است و سپس این قطعات داخل کوره قرار می گیرند (که تقریبا همیشه الکتریکی است اما می توانند به وسیله ی گاز یا چوب هم حرارت داده شوند) و در درجه حرارت خاصی نگه داشته می شوند تا قطعات مجزا به هم به پیوندند و تا رسیدن به دمای محیط در کوره باقی می مانند.

(< http://www.en.wiki pedia .org/wiki / fused-glass>)

به خاطر فیوز کردن شیشه باید خصوصیات شیشه را شناخت . اولین مساله که مهم ترین آن نیز می باشد این است که تمام شیشه ها یکسان درست نشده اند شیشه وقتی حرارت می بیند منبسط می شود و این انبساط میزان درجه انبساط شیشه یا C . O . E[۲] نامیده می شود . شیشه هایی که با هم فیوز می شوند باید درجه انبساط یکسان داشته باشند وگرنه هنگام سرد شدن ترک خواهند خورد . هرگز نباید شیشه ای که C . O . E آن را نمی شناسیم به کار ببریم مگر سازش پذیری آن را امتحان کرده باشیم.

(< http: // www. Art glass2 . com >)

پس از برش قطعات مختلف شیشه های هم ساز ، فرایندهای مربوط به کوره انجام می شود که شامل مراحل زیر است :

فرایند فیوزینگ

مرحله حرارت دهی[۴]: در محدوده ی دمایی ۱۲۰۰ تا ۱۷۰۰ درجه ی فارنهایت (٦٦٠ تا ۹۲۵ درجه سانتی گراد) انجام می شود و مرحله ای است که در آن شیشه از حالت جامد به حالت روان تغییر حالت می دهد . در طی این مرحله ، شیشه از سه حالت عبور می کند : ابتدا شیشه از دمای اتاق تا به ۱۰۰۰ درجه ی فارنهایت (٥٤٠ درجه ی سانتی گراد) افزایش می یابد . در این مرحله شیشه به آرامی در حال منبسط شدن است ولی اگر دما با سرعت خیلی زیاد افزایش پیدا کند احتمال ترک خوردگی وجود خواهد داشت . هنگامی که دما به بالای ۱۰۰۰ درجه فارنهایت می رسد ، هر گونه چسب ، رطوبت یا آلودگی سطحی ، سوخته و از بین می رود . شیشه به آرامی شروع به نرم شدن می کند و ظاهر آن براق می شود . (که در همین مرحله و در همین حرارت می توان انواع شیشه ها را نیز پولیش حرارتی نمود) هنگامی که دما حدود ۱۲۰۰ تا ۱٤۰۰ درجه ی فارنهایت می رسد شیشه تدریجا به حدی نرم می شود که حالت قالب را به خود می گیرد یا دو قطعه شیشه که در تماس با هم باشند شروع به اتصال می کنند .

فیوز کامل[۵] ، در حدود دمای ۱۵۰۰ درجه فارنهایت (۸۱۰ درجه سانتی گراد) رخ می دهد . هنگامی که دما به بالای ۱۵۰۰ درجه فارنهایت برسد ممکن است حباب های هوا به سطح شیشه حرکت کنند و بترکند . هنگامی که دما به ۱۷۰۰ درجه فارنهایت برسد (۹۲۵ درجه سانتی گراد)، شیشه حالت روغنی پیدا می کند و می توان به وسیله ی ابزار آن را حرکت داد .

مرحله ی توقف[۶] : عموما در بالاترین دمای سیکل انجام می شود . این دما حدود ۱۵۰۰ درجه فارنهایت (۸۱۰ درجه سانتی گراد) برای فیوزینگ و ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه فارنهایت(حدود ۶۵۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی گراد) برای اسلامپینگ است . زمان طولانی توقف موجب می شود که شیشه بیشتر حالت قالب را به خود بگیرد . در مورد فیوز توقف طولانی باعث صاف تر شدن سطح شیشه می گردد . مدت زمان توقف همچنین بستگی به نوع شیشه ، ضخامت شیشه و فرم دلخواه نهایی و زمانی که کوره برای مرحله ی حرارت دهی صرف کرده بستگی دارد .

مرحله ی سرد شدن سریع[۷] : این سرد کردن سریع با بلند کردن در کوره برای چند ثانیه و اجازه دادن به خروج مقداری هوای گرم صورت می گیرد تا هنگامی که قرمزی شیشه از بین برود و رنگ طبیعی شروع به برگشت کند . علت این عمل این است که شیشه مدت زمان کمتری در دما (بین ۱۱۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه فارنهایت) بماند زیرا اگر شیشه مدت زیادی در این دما بماند احتمال تغییر شکل به حالت بلور (مات شدن) دارد . هم چنین می توان با استفاده از بوراکس و آب و اسپری کردن این محلول بر روی سطح شیشه از بروز این مشکل جلوگیری کرد .

الف : مرحله ی آنیلینگ[۸] : مرحله ای است که در آن تنش شیشه از آن گرفته می شود و به ملکول های شیشه اجازه داده می شود که سرد شده و نظم خود را به دست آورند . آنیلینگ موفق نقطه ی خلق آثار شیشه ای است که تا زمان رسیدن به دمای اتاق ، پایدار و سالم باقی می مانند . ۳ نقطه ی حرارتی مهم در این مرحله وجود دارد :

ب : آنیلینگ بالا : یعنی بالاترین حد حوزه آنیلینگ که در آن شیشه شروع به بازگشت به حالت جامد می کند .

ج : نقطه ی آنیلینگ : دمایی که در آن ملکول های شیشه خود را به طور مطلوب و هموار در تمام شیشه ردیف می کنند .

نقطه ی کشش : پایین ترین حد آنیلینگ که در آن شیشه به حالت جامد در می آید . تنش یا کشش که در این نقطه در شیشه باقی می ماند به سختی تغییر می کند و یا بهبود می یابد مگر اینکه شیشه در دمای بالا مجددا حرارت ببیند و مرحله ی آنیلینگ را دوباره طی می کند .

مرحله ی سرد شدن تا دمای اتاق[۹] : این مرحله اغلب به سادگی سرد شدن طبیعی است ولی شیشه های ضخیم و کوره هایی که خیلی سریع سرد می شوند به توجه بیشتری نیاز دارند . راه حل این است که سرعت سرد شدن را پایین بیاوریم . به این ترتیب از شوک حرارتی و ترک خوردن شیشه هنگام خنک شدن جلوگیری می کنیم . مهم ترین عامل در تعیین زمان خنک شدن شیشه ، سایز و ضخامت شیشه است . (یوسف خانی ، ۱۳۸٤ : ۲۳ – ۲٦)

مشکلاتی که ممکن است هنگام فرایند فیوزنیگ بروز نماید :

تبلور شیشه : این اشکال هنگامی رخ می دهد که شیشه مدت طولانی در طیف دمایی قبل از ذوب یعنی حدود ۱٤۰۰ درجه فارنهایت (۷۵۰ درجه سانتی گراد) باقی بماند . برای جلوگیری از این حالت باید شیشه را در حداقل زمان در این دما نگه داشت .

لبه های تیز : این لبه ها به دو گروه تقسیم می شوند :

لبه هایی که در اثر فرایند فیوزینگ به وجود می آیند و لبه هایی در اثر اسلامپینگ ایجاد می شوند اگر لبه های قطعه فیوز شده به طرز مطلوب گرد نیستند ، قطعه به اندازه ی کافی حرارت ندیده است و باید آن را دوباره در کوره حرارت داد و این بار از دمای بیشتری استفاده کرد .

بهترین راه برای حل این مشکل استفاده از تجهیزاتی برای ساییدن و پولیش کردن لبه هاست.

(یوسف خانی ، ۱۳۸٤ : ۳۳ و ۳۲)

انواع ترک شیشه

ترک های منحنی در وسط قطعه : این ترک ها به دلیل آنیلینگ نامناسب ایجاد می شود . این ترک ها موجب آزاد شدن تنش قطعه شیشه می شود . برای حل این مساله باید به آرامی دمای آنیلینگ و توقف در آنیلینگ را افزایش داد .

ترک هایی که به دلیل استفاده از شیشه های ناهمگون (با C.O.E متفاوت) ایجاد می شود : این ترک ها در لبه های شیشه ی ناسازگار ایجاد می شود . برای رفع این ترک ها شیشه را باید قبلا تست کرد . معمول ترین شیشه های فیوز دارای ضریب انبساط ۹۰ تا ۹۶ هستند . تنش شیشه ناسازگار همیشه درون آن باقی می ماند و با حرارت دهی مجدد برطرف نمی گردد .

ترک های کوچک و متقاطع : این ترک ها معمولا از یک نقطه زیر شیشه منشعب می شوند و قدرت کافی برای تکه تکه کردن شیشه را ندارند . به احتمال زیاد این نوع ترک به دلیل چسبیدن شیشه به سطح کوره ایجاد می شود . با تمیز کردن و هموار کردن سطح کوره می توان این مشکل را برطرف نمود .

ترک های آشفته و نامرتب : در اثر شوک حرارتی به وجود می آیند و لبه های این قطعات معمولا گرد هستند زیرا در ابتدای فرایند حرارت دهی اتفاق می افتند (در حدود ۳۰۰ تا ٤۰۰ درجه فارنهایت) و لبه ها در مراحل بعدی حرارت دهی گرد می شوند . راه حل آن افزایش آهسته ی دما در مراحل اول حرارت دهی است . این شکستگی ها را می توان با حرارت دهی مجدد اصلاح نمود .

ترک هایی که مدت ها بعد از حرارت دهی ایجاد می شوند : دلیل این اتفاق تنشی است که درون شیشه به وجود آمده و ناشی از عوامل گوناگون است . از جمله آنیلینگ نامناسب ، شوک حرارتی و شیشه های ناسازگار .

حباب های هوا

جلوگیری از عدم ایجاد هرگونه حباب در بین لایه های شیشه فیوز ممکن نیست ولی تکنیک هایی وجود دارد که به کم کردن حباب ها کمک می کند . دلایل مختلفی باعث ایجاد هر نوع از حباب می شوند :

حباب های موجود در شیشه فیوز نشده : گاهی اوقات یک شیشه ای که هنوز حرارت ندیده است حاوی حباب های ریز در درون خود می باشد این حباب ها جزو نقایص کارخانه ای هستند و از بین نمی روند و تنها راه حل آن عدم خرید این نوع محصول است .

حباب های بزرگ که گاهی می ترکند و باعث ایجاد سوراخ می شوند : این مشکل می تواند به دلیل ناهمواری سطح کوره یا بخارهای متصاعد شده باشد . برای جلوگیری از این مشکل اولا باید

از هموار بودن سطح طبقات کوره مطمئن شد و ثانیا پایین آوردن دمای فیوزینگ بین ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه فارنهایت (حدود ۶۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی گراد) . بعضی افراد برای از بین بردن حباب ها مدت توقف اضافه ای در حدود ۱۲۵۰ درجه فارنهایت (۶۷۵ درجه سانتی گراد) را اعمال می کنند.

حباب های کوچک بین لایه های شیشه : این نوع حباب ها معمول ترین حباب ها هستند که در اثر محصور شدن هوا بین لایه های شیشه ایجاد می شوند . از بین بردن کامل این حباب ها بسیار مشکل است ولی استفاده از تکنیک های زیر می تواند آن ها را به حداقل برساند :

افزایش دما بین ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه فارنهایت (حدود ۶۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی گراد) با سرعت کمتری انجام گیرد . این کار به خروج هوا کمک می کند همچنین می توان در نقطه ای از این طیف زمانی که شیشه قرم داده شده است چند دقیقه را برای توقف در نظر گرفت. [حدود ۱۲۴۰ درجه فارنهایت (۶۷۰° C)]

می توان از قطعات کوچک به جای قطعات بزرگ استفاده کرد : هر چه قطعات کوچکتر باشند احتمال محصور شدن هوا در بین لایه ها کم تر می شود .

می توان به جای سطوح بافت دار از سطوح صاف شیشه استفاده کرد. (یوسف خانی، ۱۳۸٤ :۳٦ – ۳۲)

پی نوشت های فصل(۳)

تولید شیشه ی مسطح

1-Drawing

2-Form

3-Bicherdux

4-Pilkingtons

5- Heads

ابزارو روش کاراستین

1-Strass

2- Blown

3- Flashed

4-Opal

5-Rolled

6-Textured

7- Rondels

8- Dalle

9- Pantil

10- Grisaille

11- Lens

12- Grozing

13- Abrasive Disk

14- Esparto

15- Pad

16- Lead

17- Spatula

18- Spirit

19- Stearin

ابزارو روش کارفیوز

1- Plate

2- Ceramic board

3- Coafficent of Expansion

4- Heating phase

5- Full fusing

6- Soaking phase

7- Rapid cooling phase

8- Annealing

9- cool to room temperature phase