



فرهنگ معاصر

کتاب لعب

امید قجریان



فرهنگ معاصر

کتاب لعاب

امید قجریان



تهران، خیابان طالقانی غربی، خیابان فریمان، شماره ۲۸، کدپستی: ۱۴۱۶۸۶۴۱۸۲
تلفن: ۵-۶۶۹۵۲۶۳۲؛ واحد فروش: ۶۶۹۷۳۳۵۲؛ فکس: ۶۶۴۱۷۰۱۸
E-mail: farhangmoaserpub@gmail.com - Website: www.farhangmoaser.com
farhangmoaser @ farhangmoaaser

کتاب لعاب

پدیدآور: امید قجریان
ویراستار: شیرین موسوی
انتشارات: فرهنگ معاصر
نوبت چاپ: اول ۱۴۰۲
تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه

کلیه حقوق این اثر متعلق به «مؤسسه فرهنگ معاصر» است و هر نوع استفاده بازرگانی از این فرهنگ اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری به صورت‌های مختلف از قبیل Online، PDF، کتاب صوتی و یا تکثیر به هر صورت دیگر، کلاً و جزئاً قابل تعقیب قانونی است.

فهرست‌نویسی پیش از انتشار

مرشناسه: قجریان، امید، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور: کتاب لعاب/ امید قجریان؛ ویراستار شیرین موسوی.
مشخصات نشر: تهران: فرهنگ معاصر، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری: ۳۶۰ ص: مصور (رنگی)، جدول.
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
یادداشت: واژه‌نامه
یادداشت: کتابنامه: ص. ۳۴۲ - ۳۴۷

موضوع: لعاب
Glazes
لعاب‌کاری (سرامیک) — ایران — تاریخ
Glazing (Ceramics) — Iran — History

رده‌بندی کنگره: TT۹۹۲
رده‌بندی دیویی: ۷۳۸/۱۲۷
شماره کتاشناسی ملی: ۹۲۷۲۷۳۲

بایاد پدر بزرگ، آن روشن روانِ آشنا
نور علی قجریان



فهرست

فهرست

۱۶.....	سپاس‌گزاری
۱۹.....	مقدمه
۲۱.....	فصل اول: شناخت لعاب
۲۲.....	تعریف لعاب
۲۳.....	ساختار شیشه و لعاب
۲۷.....	تفاوت شیشه و لعاب
۲۹.....	فصل دوم: ترکیبات پایه لعاب
۳۰.....	فرایند ساخت شیشه و لعاب
۳۱.....	مواد اولیه‌ی شبکه‌ساز
۳۲.....	مواد اولیه‌ی دگرگون‌ساز (کمک ذوب)
۳۳.....	مواد اولیه‌ی واسطه (ختی)
۳۷.....	فصل سوم: شیوه‌ی فرمول‌نویسی و ساخت لعاب
۳۸.....	ارائه‌ی فرمول در لعاب
۴۰.....	تثوری وزن مولکولی
۴۲.....	محاسبه‌ی لعاب بر اساس وزن مولکولی
۴۹.....	فصل چهارم: منابع تأمین‌کننده‌ی مواد اولیه لعاب
۵۰.....	منابع مواد اولیه‌ی شبکه‌ساز
۵۰.....	سیلیس (SiO_2)
۵۲.....	اکسید بور (B_2O_3)
۵۳.....	منابع مواد اولیه‌ی واسطه (ختی)
۵۳.....	اکسید آلومینیم (Al_2O_3)
۵۵.....	منابع مواد اولیه‌ی دگرگون‌ساز
۵۵.....	اکسید سرب (PbO)
۵۷.....	اکسید سدیم (Na_2O)
۶۱.....	اکسید پتاسیم (K_2O)

۶۲.....	اکسید کلسیم (CaO)
۶۴.....	اکسید لیتیم (Li_2O)
۷۷.....	اکسید منیزیم (MgO)
۶۷.....	اکسید روی (ZnO)
۷۰.....	اکسید باریم (BaO)

فصل پنجم: ساخت لعاب ۷۱

۷۲.....	مبانی ساخت لعاب
۷۴.....	ساخت لعاب با استفاده از فرمول وزن مولکولی
۷۴.....	ساخت لعاب‌های پایه سربی
۷۴.....	لعاب یک
۸۰.....	لعاب دو
۸۴.....	لعاب سه
۸۸.....	ساخت لعاب‌های پایه قلیایی
۸۸.....	لعاب چهار
۹۴.....	لعاب پنج
۹۸.....	ساخت لعاب‌های ترکیبی پایه قلیایی-سربی
۹۸.....	لعاب شش
۱۰۴.....	لعاب هفت
۱۰۸.....	ساخت لعاب‌های ترکیبی پایه قلیایی-بوری
۱۰۸.....	لعاب هشت
۱۱۴.....	لعاب نه
۱۲۰.....	ساخت لعاب‌های ترکیبی قلیایی-بوری-سربی
۱۲۰.....	لعاب ده
۱۲۴.....	ساخت لعاب‌های نیمه فریتی
۱۲۴.....	لعاب یازده

فصل ششم: اکسیدهای رنگ دهنده‌ی لعاب ۱۳۳

۱۳۴.....	ویژگی عمومی اکسیدهای رنگ دهنده
۱۳۵.....	اکسید آهن (Fe_2O_3)
۱۳۷.....	اکسید مس (CuO)
۱۳۹.....	اکسید منگنز (MnO_2)
۱۴۱.....	اکسید قلع (SnO_2)

۱۴۲.....	اکسید کبالت (CoO)
۱۴۴.....	اکسید آنتیموان (Sb_2O_3)
۱۴۵.....	اکسید کروم (Cr_2O_3)
۱۴۷.....	اکسید نیکل (NiO) و (Ni_2O_3)
۱۴۹.....	اکسید تیتان (TiO_2)
۱۵۰.....	اکسید زیرکونیم (ZrO_2)
۱۵۱.....	اکسید وانادیم (V_2O_3) و (V_2O_5)
۱۵۲.....	اکسید بیسموت (Bi_2O_3)
۱۵۳.....	سلنیم و کادمیم (Cd و Se)
۱۵۵.....	نقره (Ag)
۱۵۶.....	طلا (Au)

فصل هفتم: ویژگی‌های لعاب ۱۵۹

۱۶۰.....	ویژگی لعاب قبل از پخت
۱۶۱.....	انقباض خشک لعاب در حالت خام
۱۶۲.....	چسبندگی لعاب در حالت خام
۱۶۳.....	ویژگی لعاب در حالت مذاب (در مراحل پخت)
۱۶۴.....	دامنه ذوب لعاب در حالت مذاب
۱۶۷.....	ویسکوزیته‌ی لعاب در حالت مذاب
۱۷۱.....	ضریب انبساط حرارتی لعاب در حالت مذاب
۱۷۳.....	کشش سطحی لعاب در حالت مذاب
۱۷۶.....	تبخیر مواد لعاب در حالت مذاب
۱۷۳.....	واکنش لعاب با بدنه در حالت مذاب
۱۷۹.....	ناهمگنی لعاب در حالت مذاب
۱۷۹.....	ویژگی لعاب پس از پخت
۱۸۰.....	ویژگی ظاهری لعاب پس از پخت
۱۸۱.....	پایداری شیمیایی لعاب پس از پخت
۱۸۲.....	پایداری مکانیکی لعاب پس از پخت

فصل هشتم: عیب‌های لعاب ۱۸۵

۱۸۶.....	تهیه و نگهداری مواد اولیه‌ی لعاب
۱۸۷.....	دوغاب لعاب در حالت خام (قبل از پخت)
۱۸۹.....	دوغاب لعاب در حالت پوشش دادن بر روی بدنه

۱۹۱.....	لعاب در حالت مذاب (فرایند پخت)
۱۹۱.....	کامل نشدن ذوب لعاب
۱۹۲.....	شره کردن لعاب
۱۹۳.....	سوزنی شدن و غیر یکنواختی لعاب
۱۹۴.....	پوسته‌ای و انقباضی شدن لعاب
۱۹۴.....	حباب‌دار شدن لعاب
۱۹۵.....	لعاب پس از پخت (هنگام سرد شدن لعاب)
۱۹۶.....	ترك خوردن لعاب
۱۹۶.....	پریدگی لعاب
۱۹۷.....	تغییر پوشش‌های مات و براق لعاب

فصل نهم: لعاب‌های ویژه ۱۹۹

۲۰۲.....	زیرلعابی‌های رنگی
۲۰۸.....	رو لعابی‌های رنگی
۲۱۴.....	لعاب‌های ترکی
۲۲۰.....	لعاب‌های مات
۲۲۶.....	لعاب‌های لیتی‌می (پتینه‌ای)
۲۳۰.....	لعاب‌های انقباضی
۲۳۴.....	لعاب‌های قرمز
۲۴۲.....	لعاب‌های احیایی
۲۴۸.....	لعاب‌های احیایی مسی
۲۵۴.....	لعاب‌های احیایی غیرمسی
۲۵۶.....	لعاب زرین فام
۲۶۶.....	لعاب‌های لاستر
۲۶۸.....	لعاب سلادون
۲۷۴.....	لعاب چان
۲۷۸.....	لعاب‌های راکو
۲۸۴.....	لعاب‌های نمکی
۲۹۰.....	لعاب‌های خاکستر
۲۹۴.....	لعاب‌های قازمقازی (رنگین کمائی)
۲۹۶.....	لعاب‌های بریستول
۲۹۸.....	لعاب‌های کریستالی
۳۰۴.....	لعاب‌های آونتورین (دلربا)
۳۰۸.....	لعاب‌های دوغابی

۳۱۲.....	لعاب - بدنه‌های قلیایی مصری (خمیر مصری)
۳۱۶.....	لعاب‌های خرمهره
۳۲۰.....	لعاب‌های تزیینی
۳۲۲.....	خط‌کشی و نوارگذاری:
۳۲۲.....	نقاشی
۳۲۴.....	پاشیدن
۳۲۴.....	مُهر لاستیکی
۳۲۵.....	مُهر ژلاتینی
۳۲۵.....	چاپ مستقیم توری (سیلک اسکرین)
۳۲۶.....	چاپ گراور
۳۲۸.....	چاپ لیتوگرافی
۳۲۸.....	چاپ توری (سیلک اسکرین)
۳۳۰.....	پیوست
۳۴۲.....	منابع فارسی
۳۴۶.....	منابع انگلیسی
۳۴۹.....	نمایه



سپاس گزاری

شایسته است از دوستان همدلی که در سرانجام کتاب بی‌دریغ یاری رسانده‌اند، سپاس‌گزاری کنم. خانم نگار کفیلی که پیگیری و یاری ایشان از ابتدای نگارش این کتاب، موثر بوده است. خانم سارا تندبیر که با دقت، دوباره خوانی متن و ساخت نمونه‌های کتاب را بر عهده گرفتند. خانم شیرین موسوی که با آگاهی و دلسوزی ویرایش متن را کامل کردند و تا پایان کتاب از همراهی و همدلی ایشان برخوردار بوده‌ام.

آقای رضا پورحسینی که طراحی و صفحه‌آرایی کتاب، با همراهی ایشان انجام شده است. آقای تویک زادوریان که طراحی جلد و جمع‌بندی نهایی گرافیک کتاب را به سرانجام رساندند. خانم میترا سلطانی که از مشورت ایشان در زمینه‌ی بهبود کیفیت بصری کتاب بهره‌برده‌ام. آقای سیامک دل‌زنده، پژوهشگر ارجمند، که در معرفی بخشی از متن‌های قدیمی همراهی نمودند. آقای امیر مازیار، محقق فرهیخته، که از مشورت‌های همدلانه‌ی ایشان در ارتباط با متن‌های گذشته برخوردار بوده‌ام.

آقای احسان موسوی خلخالی، مترجم و نویسنده‌ی گرامی، که در ترجمه‌ی متن‌های عربی مربوط به کتاب یاری کرده‌اند.

دوستان گرامی، کامران حیرتی، کیانوش معتقدی، میثم ناصر نژاد و قیس ثبوتی که در مراحل مختلف کتاب از کمک و مشورت دریغ نکردند.

همچنین هنرمندان و دوستانی که سخاوتمندانه، تصاویری از کارهای خود را در اختیار کتاب قرار داده‌اند و هر یک سهم ارزشمندی در ارائه‌ی فن‌آوری لعاب داشتند.

خانم‌ها :

مریم سالور، لاله فیاضی، فهیمه حیدری، سمیرا بداعی، سارا اسدی، دلارام پیروز و مرضیه روشن‌دل. آقایان:

محمد مهدی انوشهر، عباس اکبری، رضا تائبی، مجید ضیایی، ابوالفضل عرب بیگی، کیوان صفری، یاسر رجبعلی، مرتضی ولی‌زاده و محسن توحیدی.

گروه هنری "ماه فروز" که امکان ساخت نمونه‌های لعاب این مجموعه را فراهم کرده است.

و سرانجام جناب آقای داوود موسایی، مدیر فرهیخته و ارجمند انتشارات فرهنگ معاصر، که علاقه‌مندی ایشان به فرهنگ و هنر این سرزمین، زمینه‌ی انتشار کتاب را فراهم نموده است.



مقدمه

«و اگر ذره‌ای زیادت و نقصان آید در وزن، یا آتش درگذرد، به خلل شود.»

در علم کیمیا
عجایب نامه، محمد محمود همدانی

لعاب دانشی پیچیده، رازآمیز و دستاوردی تنیده در تجربه و زمان است که جهانی شگفت از باثبات‌ترین رنگ‌ها را گشوده است؛ دانشی در کنار خاک، آب، باد و آتش، این چهارگانه‌ی نمادین که هستی را در خود ممزوج کرده و سپس در رهیافتی به قدمت تمدن بشری بر آن رنگ و لعاب افزوده است.

فن آوری لعاب، دریافتی از صیرورت و شدن است. امکانی از دچار گشتن‌های نوبه نو و برجای مانده از زمان، که از تنوع رنگ در صورت‌های بی شمار و سیلان مداوم برآمده است و همچنان کاستی و افزودن مکرر را می‌پذیرد؛ لعاب عجایب رنگ است که از آتش قوت می‌گیرد و با آن می‌آویزد. این فن، فهم کثرت رنگ است که همراه با پوشیدگی، از علوم خفته نزد آگاهان سرّ بوده است؛ دانشی به یادگار مانده از نیاکان که معنای رنگ و ثبات را به آیندگان تقدیم کرده است.
در نوشتاری از عجایب نامه آمده است:

«اگر آبگینه [شیشه] و زنگار [اکسید مس] و بلور بگدازند به وزن معین، رنگ زبرجد [سبز] آید. و اگر ده درم سنگ رود سوخته [سنگ چخماق] و پنج درم سنگ آهک و دو درم سنگ توتیا [اکسید آنتیموان] و دو درم سیم سوخته [اکسید مس] به آب قلیا سَحَق [سابیدن] کنند، رنگ فیروزه آید.»

این متن قرن ششم هجری در چند عبارت، روشن می‌کند که حساسیت و پیچیدگی فن آوری لعاب و سرامیک، نزد پیشینیان تا چه اندازه بوده است؛ دانشی که همسان کیمیا، همراه با پوشیدگی و رمز، متفاوت از دستاوردهای امروز علم تعریف می‌شده است. در این چند عبارت، فنون ساخت رنگ‌های همواره حاضر در لعاب‌های ایرانی، همچون سبز، و به ویژه فیروزه‌ای ایرانی معرفی شده است. فیروزه‌ای نزد باشندگان جغرافیای فارسی‌زبان، نهان‌گاه دلالت رنگ در لعاب بوده و در خاطر آنان مفهومی گسترده از جاودانگی رنگ و لعاب ایرانی ساخته است.

شناخت لعاب پیشینه‌ای عمیق در تاریخ زبان فارسی دارد و آگاهان به این فن توانسته‌اند مجموعه‌ای از آثار تأمل برانگیز برآمده از امتزاج عناصر چهارگانه، در کنار نقش و لعاب را پدید آورند؛ آثاری جاودانه که خیال سرشار ادبیات فارسی را درنور دیده و شاعران و متفکران پارسی‌گو را وارد لایه‌های عمیقی از فهم هستی کرده است. چنانچه در نظر آن‌ها، «دهر» به استعاره‌ای از چرخ و گل ساخته شده از تن، تا بر آمدن خاک بر چرخ‌ی دگر معنا شده است؛ پیشینیان ما این فن را به درستی می‌شناختند، همان‌که در گذر از «جهنم آتش»، آخرین مرحله‌ی پالودگی خود را به سرانجام رسانده، و رنگ خود را در سرخی آتش آشکار و جاودانه نموده است؛ گویی لهیب آتش، خیال رنگ را نزد آنان حاضر کرده است.

کتاب حاضر، نتیجه‌ی دورانی از آموزش، تدریس، تجربه‌ی میدانی سفر، دیدن و دریافت در گستره‌ی فن آوری سرامیک و به ویژه دانش رنگین لعاب است؛ با این رویکرد که در کنار توجه به زبان علمی آن، دستاورد ارزشمند و سترگ پیشینیان را در این گستره مورد توجه قرار دهد. کتاب لعاب تلاش دارد تا با زبان امروز، دانش پیچیده‌ی لعاب و دامنه‌ی گسترده‌ی آن را برای هنرمندان و علاقه‌مندان این «هنر-فن» شگفت گردآوری کند.

نوشتار حاضر سال‌ها پیش در تجربه‌ی آموزش و حضور در دانشگاه، جست‌وجو در متن‌های قدیمی و اکنون مربوط به دانش لعاب نوشته شد و به تدریج بخش‌هایی بر آن افزوده و کامل گردید، با این امید که فرصتی در جهت گستردن این «هنر-فن» ارزشمند و ادای احترام به کوشش پیشینیان در این سرزمین را فراهم نماید.

امیدقجریان



– فصل اول

شناخت لعاب

۱- تعریف لعاب

در تعریف علمی، لعاب نوعی شیشه است. لعاب به صورت پوشش، روی سطوح متخلخل سرامیکی اعمال و باعث بهبود کیفیت آن و ایجاد ویژگی‌هایی مانند زیبایی، نفوذ ناپذیری و مقاومت مناسب قطعات سرامیکی می‌شود.^۱

لعاب‌ها با توجه به ظاهر فیزیکی آن‌ها، به دو گروه عمده‌ی غیرپوششی (شفاف)^۲ و پوششی (مات)^۳ تقسیم‌بندی می‌شوند که تنها در کنار عوامل رنگ‌دهنده شامل انواع اکسیدهای رنگ‌دهنده یا ترکیبات آن رنگ‌پذیر می‌گردند. به این ترتیب، می‌توان گفت که لعاب لایه‌ای است از ذرات معدنی شناور (معلق) در آب که روی قطعات خام یا پخته (بیسکویت)^۴ قرار می‌گیرد و سپس در حرارت معین کوره پخته می‌شود و به صورت قشر نازک و شیشه‌ای، سطح بدنه‌ی سرامیکی را می‌پوشاند.^۵

بدیهی است که فن لعاب‌سازی، صنعتی مکمل در صنایع سرامیک در نظر گرفته می‌شود که در طول تاریخ پیشرفت کرده و کامل شده است. اولین آثار سرامیکی به دست آمده، فاقد پوشش لعاب است و در نهایت با گلابه‌های رنگی^۶ که از اکسید آهن (Fe_2O_3) یا اکسید منگنز (MnO_2) به دست می‌آمد، رنگ شده‌اند.

اولین نمونه‌های نزدیک به لعاب در هزاره سوم پیش از میلاد در مصر و سپس بین النهرین و ایران به دست آمده و بیش‌تر به صورت مهره‌های رنگی است که کاربردی آیینی-درمانی داشته‌اند. این نمونه‌ها که با مواد قلیایی و اکسید رنگی مس (CuO) و ترکیب هم‌زمان بدنه و لعاب در رنگ‌های آبی و سبز ساخته می‌شدند، فرایند ساخت لعاب را هم‌عصر کاربرد و استخراج مس قرار می‌دهند (وولف، ۱۳۷۲، ۱۵۱).

استفاده از لعاب علاوه بر زیبایی و تنوع گسترده‌ی رنگی، موجب نفوذناپذیر کردن قطعات سرامیکی در برابر آب و مواد شیمیایی (اسیدها و بازها) می‌شود. هم‌زمان مقاومت مکانیکی و استحکام آن را افزایش می‌دهد.

۱- کلمه‌ی «لعاب» در زبان فارسی معادل کلمه‌ی انگلیسی "glaze" است که ریشه‌ی مشابه با کلمه‌ی شیشه "glass" دارد.

2-Transparent

3-Opaque

۴- در صنایع سرامیک بدنه‌های یکبار پخته شده و آماده‌ی لعاب‌کاری را در اصطلاح بیسکویت (Bisque) می‌گویند.

۵- باید توجه داشت که صنعت لعاب‌سازی بخش وسیعی از صنایع مختلف را در برمی‌گیرد که شامل انواع لعاب‌های فلز و نیز رنگ‌های کوره‌ای است. لعاب‌سازی در صنایع سرامیک کاربرد متنوع‌تری دارد و کیفیت ممتازتری را در قطعات سرامیکی به وجود می‌آورد؛ به‌ویژه در تولیدات سرامیک هنری، لعاب‌ها تنوع گسترده‌ای از زیبایی را در اختیار هنرمندان این فن قرار می‌دهند.

6-Engobe

۲. ساختار شیشه و لعاب

همان‌طور که گفته شد، لعاب‌ها و شیشه‌ها دارای ویژگی‌های مشترکی هستند که در نهایت پرداختن به ساختار یکی از آن‌ها، معادل شناخت دیگری خواهد بود. شیشه و لعاب به لحاظ پایه‌ای فرق چندانی با یکدیگر ندارند و فقط در نحوه‌ی ساخت و کاربرد آن‌ها تفاوت‌هایی وجود دارد.

از نظر علمی، شیشه یک محصول مذاب غیرآلی است که بدون تبلور (کریستال شدن)^۱ منجمد می‌شود. جهت ارائه‌ی تعریف دقیق‌تری از شیشه، حالت غیر بلوری (غیر کریستالی)^۲ آن را دنبال می‌کنیم. به این ترتیب می‌توان ماهیت لعاب، ویژگی‌ها، رفتار و کاربرد آن را با آگاهی بیش‌تری مورد مطالعه قرار داد.

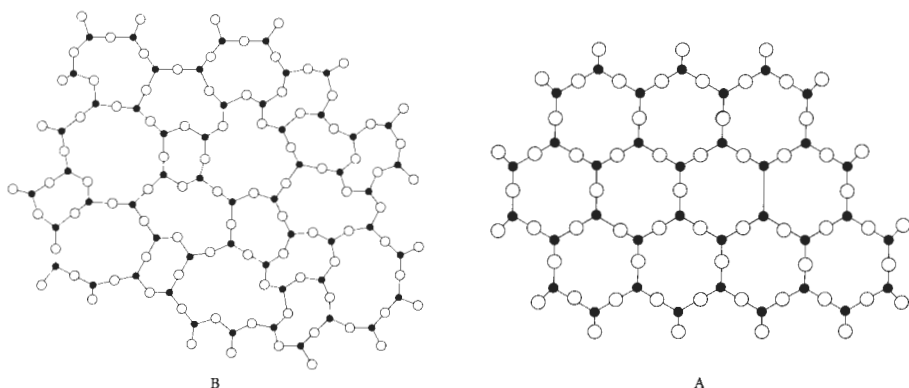
تمام سطح زمین از موادی تشکیل شده است که در سه حالت ترمودینامیکی «جامد، مایع و گاز» طبقه‌بندی می‌شوند؛ برای مثال سنگ‌ها به‌طور طبیعی در حالت جامد هستند و وقتی به اندازه کافی به آن‌ها حرارت برسد، ذوب می‌شوند و به حالت مایع درمی‌آیند. زمانی که این حرارت‌دهی ادامه یابد^۳ تبدیل به گاز می‌شوند و سرد شدن دوباره، آن‌ها را به حالت‌های قبلی بازمی‌گرداند.

زمانی که ماده‌ای از حالت مایع به جامد تبدیل می‌شود، به حالت بلوری (کریستالی) درمی‌آید. در واقع مولکول‌های آن براساس یک نظم مشخص (نظم کریستالی) کنار هم چیده می‌شوند. در این حالت یعنی حالت جامد، نظم کریستالی مواد مختلف با یکدیگر متفاوت است؛ برای مثال نظم کریستالی آهن در مقایسه با نمک طعام و گچ متفاوت است. چنانچه یک ماده‌ی جامد که دارای نظم کریستالی مشخص است را حرارت دهیم، نقاط اتصال مولکول‌ها سست می‌شود و نظم کریستالی خود را از دست می‌دهد؛ به این ترتیب مولکول‌ها دیگر قادر نیستند چیدمان قبلی خود را براساس نظم کریستالی (بلوری) حفظ کنند و در نتیجه ساختار کریستالی به هم می‌ریزد. این درهم ریختگی اتصال مولکولی را «ذوب شدن» می‌نامند؛ بنابراین مواد در حالت مذاب، دیگر خاصیت کریستالی ندارند، مگر زمانی که سرد شوند و دوباره به حالت کریستالی درآیند.

1-Crystallize

۲- بلور و کریستال واژه‌های مترادف هستند.

۳- به دست آوردن این حرارت به لحاظ عملی کار بسیار دشواری است.



تصویر ۱. تفاوت ساختار بلوری سیلیس (A) و شیشه (B)

این ویژگی ساختار کریستالی مواد، در فرایند ذوب فلزات و کاربرد آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. سرد شدن و تبدیل مذاب به جامد یعنی دوباره منظم شدن ساختار بلوری را در اصطلاح، «کریستالی شدن» می‌نامند که فرایند مهمی در نحوه‌ی کاربرد مواد مختلف در طبیعت محسوب می‌شود؛ برای مثال در ساخت مجسمه‌های برنزی، ذوب شدن برنز (به هم ریختن کریستال‌ها) و دوباره جامد شدن آن (منظم شدن کریستال‌ها) باعث به وجود آمدن قطعه هنری در قالب ریخته‌گری می‌شود.

فرایند جامد شدن مذاب و دوباره کریستالی شدن مولکول‌های غیر کریستالی، به نظم یک دیوار آجری شبیه است. مادامی که این دیوار وجود دارد، آجرها با نظم مشخصی کنار یکدیگر چیده شده‌اند. چنانچه همین دیوار خراب شود نظم آجرها از بین می‌رود ولی همچنان، آجرها به شکل نامنظم و پراکنده روی زمین وجود خواهند داشت؛ درست شبیه به حالت مذاب مواد که مولکول‌های مذاب (مایع) بی‌شکل است و نظم کریستالی مشخص ندارد.

اگر همین آجرهای پراکنده دوباره در جای خود قرار گیرند، همان دیوار را بر اساس نظم جدید و چینش آجرها خواهیم داشت. در همین مثال، چیده شدن یا مرتب شدن آجرها را می‌توان به فرایند سرد شدن و جامد شدن مذاب‌ها و در نهایت رسیدن به نظم بلوری سابق شبیه دانست. این مسئله در همه‌ی موادی که سه حالت ترمودینامیکی گفته‌شده را دارند،

درست است. بنابراین مواد مورد نظر هر چند بار می‌توانند در اثر افزایش حرارت به حالت مذاب و سپس در اثر کاهش حرارت به حالت جامد با نظم کریستالی سابق برگردند. بلور سیلیس (SiO_2) تنها ماده‌ای است که از این قاعده‌ی کلی طبیعت پیروی نمی‌کند. ساختار کریستالی و منظم سیلیس (SiO_2) در حالت جامد، پس از حرارت دیدن، به صورت مذاب درمی‌آید و غیر کریستالی می‌شود.

سیلیس مذاب پس از سرد شدن همانند مواد دیگر به صورت کریستال‌های منظم اولیه شکل نمی‌گیرد بلکه به سیلیس غیرکریستالی یا شیشه جامد تبدیل می‌شود.

سیلیس (SiO_2) که ماده‌ی اولیه شیشه و لعاب محسوب می‌شود، از مواد نادر طبیعت است که این رفتار شگفت‌انگیز را از خود بروز می‌دهد و در اثر سرد شدن به نظم کریستالی سابق خود باز نمی‌گردد. در تعریف علمی، شیشه را مایعی جامد توصیف می‌کنند زیرا مهم‌ترین ویژگی مایعات یا مذاب‌ها، یعنی غیر کریستالی بودن را از خود نشان می‌دهد. با اینکه گاهی در ادبیات تجاری محصولات شیشه‌ای را فراورده‌های بلوری می‌خوانند^۱، لازم است بدانیم که نسبت دادن واژه‌ی «بلور» یا «کریستال» به شیشه از نظر علمی اشتباه است. با توجه به نظریه‌ی معروف سرد شدن تدریجی و شکل‌گیری کروی زمین و براساس آنچه تاکنون آموخته‌ایم، نتیجه می‌گیریم که همه‌ی مواد سطح پوسته‌ی زمین — غیر از مواد آلی — ابتدا به صورت مذاب‌هایی با بلورهای نامنظم (غیرکریستالی) بوده‌اند.

این مذاب‌ها در اثر سرد شدن به صورت بلورهای منظم منجمد درآمده‌اند. همان‌طور که گفته شد، تنها سیلیس (SiO_2) نمی‌تواند پس از ذوب و دوباره سرد شدن، به حالت کریستالی سابق خود برگردد و به شکل شیشه با ساختار غیرکریستالی منجمد می‌شود. اکنون این پرسش به وجود می‌آید که چرا سیلیس مذاب اولیه در اثر سرد شدن زمین به صورت شیشه شکل نگرفته است و در طبیعت دیده نمی‌شود.

انتظار می‌رفت به جای بلورهای منظم و جامد سیلیس، کریستال‌های نامنظم شیشه در طبیعت دیده شود. واقعیت این است که سرد شدن بسیار تدریجی و زمان‌دار سطح کره زمین در طول میلیون‌ها سال، فرصتی طولانی برای برقرار کردن نظم کریستالی بلورهای نامنظم سیلیس مذاب فراهم آورده است. هرچند در نقاطی از کره‌ی زمین و بنا به دلایل طبیعی، این سرد شدن تدریجی نبوده و به صورت آنی شکل گرفته است. بنابراین شاهد انواع شیشه‌های طبیعی مانند ابسیدین^۲، سنگ پومس^۳ و سنگ‌های آتشفشانی^۴ هستیم.

۱- واژه فارسی «آبگینه» برای شیشه‌ها و اصطلاح آبگینه‌سازی به جای بلورسازی کاملاً منطبق بر ویژگی‌های علمی شیشه است.

2- Obsidian

3- Pumice Stone

4- Volcanic Stone

مذاب سیلیس که پس از سرد شدن با نام عمومی شیشه شناخته می‌شود، در حرارت حدود ۱۷۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌دست می‌آید و شیشه‌ای بسیار سخت و بادوام است که در مقابل اسیدها، بازها و همچنین شوک‌های حرارتی مقاومت مناسبی از خود نشان می‌دهد. مصرف انرژی معادل ۱۷۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌لحاظ اقتصادی گران است و همچنین ویژگی‌های شیشه‌ی خالص را زیر سؤال می‌برد؛ در نتیجه کاربران، ساخت انواع شیشه‌ها در درجه‌ی حرارتی پایین‌تر را ترجیح می‌دهند. این مسئله منجر به فن‌آوری ساخت انواع شیشه در کنار مواد کمک ذوب یا کاتالیزور شده است که در کنار سیلیس (SiO_2) باعث ذوب شدن آن در درجه‌ی حرارتی پایین‌تر می‌شود؛ همچنین تأثیر رنگی مهمی، روی ظاهر شیشه‌هایی که با این روش به‌دست می‌آیند باقی نمی‌ماند.

قدیمی‌ترین شیشه‌ها و لعاب‌هایی که در فنیقیه، ایران، بین‌النهرین و مصر به‌دست آمده است، نشان می‌دهد که در این مناطق از مواد قلیایی و ترکیبات سرب برای پایین آوردن نقطه‌ی ذوب سیلیس (SiO_2) استفاده می‌شده و همین مواد در کنار اکسیدهای رنگی فلزی، شیشه‌ها و لعاب‌ها را متنوع ساخته است (وولف، ۱۳۷۲، ۱۵۱). انواع شیشه‌ها بر اساس تفاوت مواد کمک ذوب مورد استفاده به‌دست می‌آیند. چنانچه ماده‌ی کمک ذوب، اکسید سرب (PbO) یا انواع ترکیبات آن باشد به‌عنوان "شیشه‌ی سربی" نام‌گذاری می‌شود و چنانچه مواد قلیایی از جمله اکسید سدیم (Na_2O)، اکسید پتاسیم (K_2O)، اکسید کلسیم (CaO) و اکسید لیتیم (Li_2O)، نقش کمک ذوب را برعهده گیرند به نام "شیشه‌ی قلیایی" شناخته می‌شود.

همه‌ی شیشه‌هایی که با این روش و در کنار انواع کمک ذوب‌های گوناگون به‌دست می‌آیند شفاف و بدون رنگ هستند. رنگی شدن شیشه‌ها، در نتیجه‌ی اضافه شدن اکسیدهای فلزی رنگین^۱ یا انواع ترکیبات آن به‌دست می‌آید. جدول (۱) ترکیب مواد گوناگون را در تولید شیشه‌های تجاری و بر حسب درصد وزنی نشان می‌دهد. همان‌طور که گفته شد، شیشه به دلیل ساختار نامنظم کریستالی در دمای معمولی (دمای اتاق) رفتار مایعات را دنبال می‌کند. بر همین اساس شیشه را با عنوان «مایع جامد» معرفی می‌کنند. به لحاظ علمی، شیشه مایع محسوب می‌شود و در ساخت انواع شیشه‌ها و لعاب‌ها برای تبیین ویژگی‌های مختلف آن، باید رفتار مایعات و مذاب‌ها را پیگیری کرد.

شیشه‌ها از لحاظ ترمودینامیکی نقطه ذوب معین ندارند و تغییر حجم مذاب به تدریج و به شکل پیوسته انجام می‌شود؛ از این رو در ذوب شیشه‌ها و لعاب‌ها، "تأخیه‌ی تبدیل" (محدوده‌ی ذوب) مورد نظر است و با توجه به خاصیت ویژه‌ی مایعات که در حرکت‌پذیری مولکول‌ها به وجود می‌آید، قابل تعریف است.

۱- استین (Stain): جوهرهای رنگی آماده که از ترکیبات فلزات رنگین در کنار مواد معدنی و در فرایند پخت به صورت رنگ‌های آماده ساخته شده است و در دسترس مصرف‌کننده قرار می‌گیرند.

۳- تفاوت شیشه و لعاب

با توجه به مطالب ارائه شده، می‌توان دریافت که لعاب درواقع نوعی شیشه است که باید با در نظر گرفتن تمهیداتی و در شرایطی ویژه، روی بدنه‌های سرامیکی قرار گیرد. برخلاف فن آوری شیشه، در تهیه لعاب‌ها، ترکیبی از حالت‌های جامد و مایع وجود دارد. برای مثال، دوغاب لعاب از مواد جامد معلق در آب تشکیل می‌شود. همچنین در حالت مذاب، لعاب دارای اجزای جامد به صورت رنگ‌دانه یا ذرات کوچک مات‌کننده است. در تهیه‌ی اشیاء شیشه‌ای، تنها خواص ویژه‌ی شیشه در حالت مایع، خمیر و جامد مورد توجه است. در حالی که در فن آوری سرامیک و لعاب‌ها، لازم است ترکیبات و ویژگی بدنه همزمان با خواص شیشه مورد مطالعه قرار گیرد. شیشه‌ها را ابتدا ذوب می‌کنند و سپس برای تهیه‌ی اشیاء، مورد استفاده قرار می‌دهند. بنابراین در بیش‌تر موارد، انواع شیشه را در حالت خمیری به شکل مورد نظر درمی‌آورند. با توجه به زمان کمی که شیشه شرایط خمیری بودن خود را حفظ می‌کند، فرصت محدودی نیز جهت شکل‌دهی آن وجود دارد و در حین شکل‌دهی باید دمای معین خمیری شدن شیشه حفظ شود. در حالی که مواد لعاب را می‌توان بدون محدودیت زمانی و به صورت خام، روی بدنه‌های سرامیکی قرار داد تا در نهایت فرایند شیشه‌ای شدن آن در کوره شکل گیرد.

شیشه‌ها مواد همگنی هستند که به صورت یکنواخت و در کوره‌های مخزنی به حالت مذاب در می‌آیند، در حالی که این همگنی در لعاب‌ها دیده نمی‌شود؛ مذاب لعاب از یک سو با سطح بدنه و از سوی دیگر با اتمسفر محیط کوره در تماس است و می‌تواند موادی را با این دو محدوده‌ی مرزی تبادل کند.

از ویژگی‌های برجسته‌ی لعاب در مقایسه با شیشه، تنوع امکان به‌کارگیری آن و به ویژه در انواع لعاب‌های هنری است. وابستگی پوشش لعاب به بدنه‌های سرامیکی و تنوع هر کدام از آن‌ها (بدنه و لعاب)، شرایط بسیار گسترده‌ای را فراهم می‌آورد که در حالت‌های متفاوت حرارت‌دهی و در کنار متغیرهای گوناگون، دستیابی به انواع لعاب‌های ویژه را ممکن می‌سازد؛ به دلیل ماهیت مستقل شیشه و اینکه نقش بدنه را نیز خود بازی می‌کند، این تنوع گسترده — شبیه به آنچه در مورد لعاب‌ها گفته شد — وجود ندارد.

اکسیدهای مصرفی در ساخت شیشه	شیشه ظروف	شیشه جام یا پنجره	شیشه سریبی	شیشه بطری سبز	شیشه تجهیزات آزمایشگاه	شیشه پیرکس
SiO ₂	۷۲/۲	۷۲	۵۶	۷۰	۶۹/۸	۸۰/۵
Al ₂ O ₃	۱/۹	۱/۳	-	۳	۴/۹	۲/۲
B ₂ O ₃	-	-	-	-	۲/۷	۱۲/۹
MgO	۱/۵	۳/۵	-	-	-	-
CaO	۹/۶	۸/۲	-	۱۰	۸/۲	۰/۲
BaO	-	-	-	-	-	-
ZnO	-	-	-	-	-	-
PbO	-	-	۳۹	-	-	-
Na ₂ O	۱۴/۶	۱۴/۳	۲	۱۵	۸/۸	۳/۸
K ₂ O	-	-	۱۳	۲/۸	۵/۶	۰/۴
Fe ₂ O ₃	-	-	-	۲	-	-

جدول ۱. ترکیب مواد گوناگون در تولید شیشه‌های تجاری بر حسب درصد وزنی