پودمان ۲

تحلیل کاربرد لعاب در سرامیک

هنرمندان و صنعتگران همواره به فکر بالا بردن کیفیت محصولات سرامیکی از لحاظ زیبایی، بهداشت و کاربرد بوده‌اند. ساخت لعاب تحولی بزرگ در این راستا بوده است که به بهبود این موارد کمک فراوانی کرده است.

چه تفاوتی بین دو محصول سرامیکی نشان داده شده در شکل ۱ وجود دارد؟

شکل ۱

فعالیت کلاسی

چند محصول سرامیکی مانند آجر ساختمانی، کاشی و بشقاب چینی تهیه کنید. کیفیت سطوح آنها را بررسی کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

الف) آجر ساختمانی

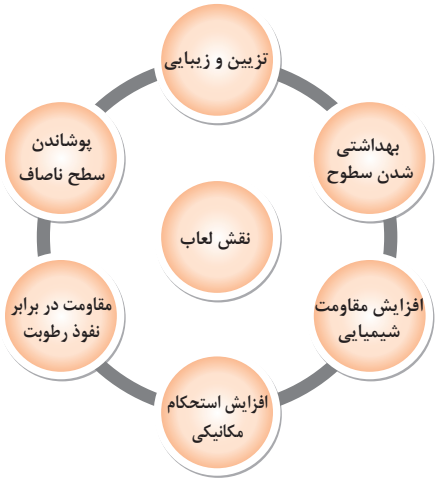
ب) کاشی

ج) بشقاب چینی

شکل ۲

لعاب[1]

لعاب آمیزی از مواد اولیهٔ سرامیکی است که به‌صورت لایه‌ای نازک روی قطعه اعمال می‌شود. این لایه در مرحلهٔ پخت ذوب می‌شود و حالت شیشه‌ای پیدا می‌کند. لعاب باعث ایجاد و تقویت ویژگی‌های بیان شده در نمودار ۱ می‌شود.



نمودار ۱

۱ـ Glaze

فعالیت کلاسی

محصولاتی که بر روی آن لعاب اعمال شده است، مشخص کنید.

جدول ۱

تاریخچهٔ لعاب

پیشینهٔ لعاب به حدود ۵۰۰۰ سال قبل و در ایران به دورهٔ هخامنشیان بازمی‌گردد. همچنین در میان جاذبه‌های تاریخی و آثار دوران اسلامی، مسجدها از جمله مکان‌هایی هستند که از کاشی‌های متنوع لعاب‌دار در ساخت آنها استفاده شده است.

شکل ۳ـ مسجد جامع یزد

شکل ۴ـ مسجد جامع قزوین

تحقیق کنید

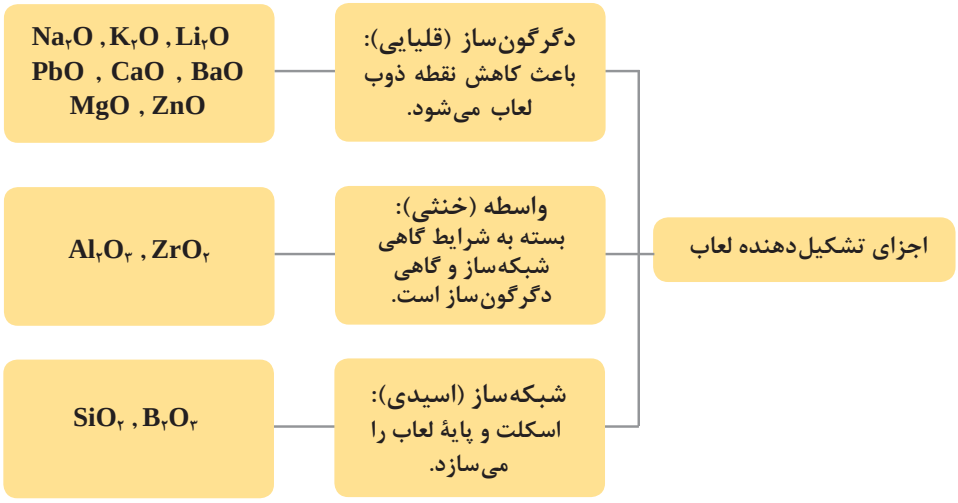
در مورد چند مکان تاریخی شهر خود که در بنای آنها محصولات لعاب‌دار به‌کار رفته است، تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

شکل ۵ــ گیاه کویری اِشنون

در سده‌های گذشته در ایران برای تهیهٔ لعاب از سه مادهٔ قلیا، سنگ چخماق و خرده شیشه استفاده می‌کردند.
قلیا را از خاکستر گیاه کویری اِشنون به دست می‌آوردند. این گیاه حاوی سدیم، کلسیم و پتاسیم است. در کشور ما، منطقه چُغازنبیل (استان خوزستان، شهرستان شوش) یکی از مراکز استفاده از لعاب به شیوه سنتی بوده است.

اجزای تشکیل‌دهندهٔ لعاب

آمیز لعاب از سه گروه مادهٔ اولیه تشکیل شده است که این مواد شامل اکسیدهای دگرگون‌ساز[۱]، واسطه[۲] و شبکه‌ساز[۳] است که در نمودار ۲ نشان داده شده است:



نمودار ۲ــ دسته‌بندی اجزای تشکیل‌دهندهٔ لعاب

۱ـ Modifiers
۲ـ Intermediates
۳ـ Network Formers

با توجه به تعریف لعاب و نمودار ۲ مشاهده می‌شود که این مواد شباهت زیادی به مواد اولیهٔ شیشه دارند. اکسیدهای مورد نیاز لعاب را می‌توان از کانی‌ها یا اکسیدهای خالص تهیه کرد.

دگرگون‌سازها

مواد دگرگون‌ساز در لعاب باعث کاهش نقطهٔ ذوب آمیز می‌شوند. معمولاً برای تأمین این مواد، از اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی جدول تناوبی استفاده می‌شود. برخی از این اکسیدها در نمودار ۳ نشان داده شده است:

سدیم‌اکسید Na_2O	پتاسیم‌اکسید K_2O	لیتیم اکسید Li_2O	سرب اکسید PbO	کلسیم‌اکسید CaO	منیزیم اکسید MgO	روی اکسید ZnO	باریم اکسید BaO

نمودار ۳ــ اکسیدهای قلیایی

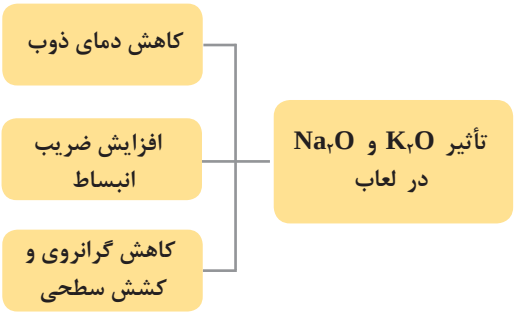
سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید (Na_2O , K_2O):

این اکسیدها کمک‌ذوب‌های قوی هستند و نقش مؤثری در کاهش دمای ذوب دارند. سدیم‌اکسید تأثیر بیشتری نسبت به پتاسیم‌اکسید درکاهش دمای ذوب لعاب دارد. در بیشتر لعاب‌ها برای تأمین گدازآور از ترکیبات معدنی حاوی سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید استفاده می‌شود.

تأثیر سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید در لعاب در نمودار ۴ و منابع تأمین سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ــ منابع تأمین کنندهٔ سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید

سدیم فلدسپات	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
پتاسیم فلدسپات	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
سدیم کربنات	Na_2CO_3
پتاسیم کربنات	K_2CO_3
سدیم نیترات	$NaNO_3$
پتاسیم نیترات	KNO_3



نمودار ۴ــ تأثیر سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید در لعاب

نکته

با افزودن اکسیدهای گدازآور سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید، حلالیت اکسیدهای رنگی در لعاب افزایش می‌یابد.

لیتیم اکسید (Li_2O):

بعد از سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید، یکی از اکسیدهای قلیایی که به عنوان گدازآور در لعاب به‌کار می‌رود، لیتیم‌اکسید است. این اکسید نسبت به اکسیدهای قلیایی دیگر از قیمت بالاتری برخوردار است.

در نمودار ۵ برخی از ویژگی‌های لیتیم‌اکسید مانند ضریب انبساط، درخشندگی و پایداری جوّی با اکسیدهای Na_2O و K_2O مقایسه شده است. جدول ۳ اصلی‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ این اکسید را نشان می‌دهد.

نمودار ۵ـ مقایسهٔ تأثیر لیتیم‌اکسید در لعاب نسبت به سدیم‌اکسید و پتاسیم‌اکسید

جدول ۳ـ منابع تأمین‌کنندهٔ لیتیم‌اکسید

لیتیم کربنات	Li_2CO_3
لیتیم سیلیکات	Li_2SiO_3
لیتیم آلومینات	$LiAlO_2$
لیتیم فلورید	LiF

سرب اکسید (PbO):

این اکسید از گدازآورهای قوی است که بیشتر در لعاب‌های هنری کاربرد دارد.

تأثیر سرب اکسید در لعاب در نمودار ۶ و منابع تأمین‌کننده این اکسید در جدول ۴ آورده شده است.

نمودار ۶ـ تأثیر سرب‌اکسید در لعاب

جدول ۴ـ مهم‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ سرب‌اکسید

سرب اکسید	PbO
لیتاژ	Pb_2O_3
سرنج	Pb_3O_4
سرب کربنات	$PbO.CO_2$

بیشتر بدانید

سرب ماده‌ای سمّی است و تنفس پودر و بخار آن در موقع کاربرد مضر است. سربِ موجود در لعاب سربی در آب محلول نیست، ولی در آبی که حالت اسیدی داشته باشد و در اسیدهای ضعیف محلول است که برای مصرف‌کننده خطرات بهداشتی ایجاد می‌کند. تماس با سرب اکسید و حتی فلز آن خطرناک است و لازم است نکات ایمنی و بهداشت در کاربرد آن رعایت شود. سرب در گذشته در صنایع شیمیایی، فلزی، دفاعی، پزشکی و ساختمانی کاربردهای زیادی داشته است، اما در حال حاضر به دلیل ملاحظات فنی، ایمنی و بهداشتی کاربرد آن در بسیاری از زمینه‌ها ممنوع شده است و تلاش‌های بسیاری برای تأمین خواص سرب با مواد جایگزینِ سازگار با محیط زیست صورت گرفته است.

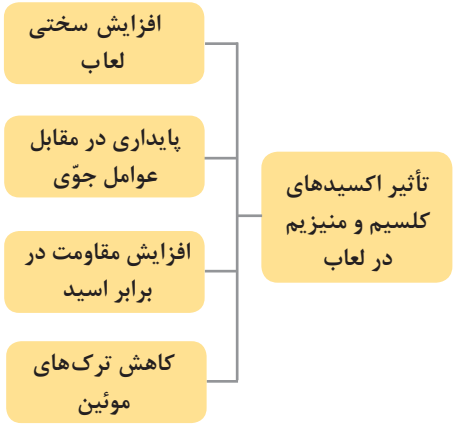
ایمنی و بهداشت

از استنشاق و تماس با سرب‌اکسید، فلز سرب و هرگونه ترکیبات سربی خودداری کنید. در صورت نیاز به کار با این مواد، از ماسک تنفسی ویژه و دستکش استفاده کنید.

کلسیم‌اکسید و منیزیم‌اکسید (MgO و CaO):

این اکسیدها نسبت به اکسیدهای قلیایی، گدازآوری کمتری دارند. دولومیت[1] مادهٔ اولیه‌ای است که هر دو اکسید منیزیم و کلسیم را تأمین می‌کند.

تأثیر کلسیم اکسید و منیزیم اکسید در لعاب در نمودار ۷ و منابع تأمین‌کنندهٔ این دو اکسید در جدول ۵ نشان داده شده است.



نمودار ۷ــ تأثیر اکسیدهای کلسیم و منیزیم در لعاب

جدول ۵ ــ مهم‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ اکسیدهای کلسیم و منیزیم

کلسیم کربنات	$CaCO_3$
دولومیت	$CaMg(CO_3)_2$
تالک	$3MgO.4SiO_2.2H_2O$

کنجکاوی

تأثیر اکسیدهای کلسیم و منیزیم را بر نقطهٔ ذوب لعاب بررسی کنید.

۱ـ Dolomite

روی اکسید و باریم اکسید (BaO و ZnO):

اکسیدهای روی و باریم بعد ازسرب‌اکسید بیشترین تأثیر را روی درخشندگی و شفافیت لعاب دارند، همچنین حالت گدازآوری نیز ایجاد می‌کنند. با توجه به سمی بودن سرب اکسید، امروزه در صنعت بیشتر از این اکسیدها استفاده می‌شود. این اکسیدها در تولید رنگ‌های سرامیکی نیز کاربرد فراوانی دارند.

اکسیدهای واسطه

اکسیدهای واسطه باعث بهبود خواص لعاب و ایجاد توازن بین ویژگی‌های دگرگون‌سازها و شبکه‌سازها می‌شوند. پرکاربردترین اکسیدهای واسطه در نمودار ۸ آمده است.

نمودار ۸ــ پرکاربردترین اکسیدهای واسطه

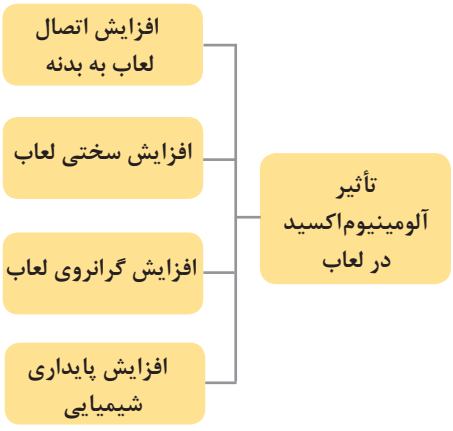
آلومینیوم اکسید (Al_2O_3):

این اکسید از نظر شیمیایی خنثی است و روانی مذاب لعاب را کنترل می‌کند و آن را قادر می‌سازد تا دمای لازم را تحمل کند. مقدار زیاد آلومینیوم اکسید سختی لعاب را افزایش می‌دهد و آن را در مقابل سایش و عوامل شیمیایی مقاوم می‌کند.

نکته

بزرگ‌ترین تفاوت شیشه و لعاب، حضور آلومینیوم اکسید در لعاب است.

منبع تأمین این اکسید معمولاً کائولن و فلدسپات‌ها است. تأثیر آلومینیوم اکسید در لعاب در نمودار ۹ نشان داده شده است.



نمودار ۹

زیرکونیوم اکسید (ZrO_2):

برای بهبود بخشیدن به خواص نوری و ظاهری لعاب (اُپک کردن) از این اکسید استفاده می‌شود. این اکسید مانند آلومینیوم اکسید می‌تواند نقش واسطه داشته باشد. این اکسید باعث افزایش مقاومت شیمیایی و اُپک‌کنندگی مناسب می‌شود. زیرکونیوم اکسید تحت شرایطی در لعاب عیب پوست تخم‌مرغی ایجاد می‌کند.

نکته

در عیب پوست تخم‌مرغی، سطح لعاب پس از پخت همانند سطح پوستهٔ تخم‌مرغ ناصاف است و در صورت پیشرفت، اندازهٔ حفره‌ها بزرگ‌تر می‌شود که به آن عیب پوست پرتقالی[۱] گفته می‌شود. که در شکل ۶ این عیب مشاهده می‌شود.

الف) لعاب با سطح صاف ب) لعاب پوست پرتقالی

شکل ۶

شبکه‌سازها

شبکه‌سازها استخوان‌بندی و پایهٔ لعاب را تشکیل می‌دهند. در صنعت لعاب‌سازی به نام اکسیدهای اسیدی معروف هستند. از مهم‌ترین اکسیدهای شبکه‌ساز می‌توان سیلیسیم‌اکسید و بوراکسید را نام برد.

نمودار ۱۰ــ مهم‌ترین اکسیدهای شبکه‌ساز

سیلیسیم‌اکسید (SiO_2): از مهم‌ترین شبکه‌سازها در لعاب است که در تمام ترکیب‌های لعاب از آن استفاده می‌شود. سیلیس (SiO_2) عمده‌ترین تأمین‌کنندهٔ سیلیسیم‌اکسید است، نقطهٔ ذوب بالایی (حدود ۱۷۰۰ درجهٔ سلسیوس) دارد، ولی درحضور اکسیدهای گدازآور (قلیایی) نقطهٔ ذوب آن کاهش می‌یابد.

بوراکسید (B_2O_3): یکی دیگر از اکسیدهای شبکه‌ساز است که در کنار سیلیس در بسیاری از لعاب‌ها استفاده می‌شود. بوراکسید، اکسیدهای فلزی مختلفی را در خود حل می‌کند و به لعاب، ظاهری براق و درخشنده می‌دهد.

جدول ۶ــ مهم‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ بوراکسید

بوراکس آبدار	$Na_2O.2B_2O_3.10H_2O$
بوریک اسید	$B_2O_3.3H_2O$
کلمانیت	$2CaO.3B_2O_3.5H_2O$

نمودار ۱۱

۱ـ Orange - Peel

نکته

درصد مولی بوراکسید در ترکیب لعاب بر خواص آن اثرگذار است و می‌تواند باعث کاهش نقطهٔ ذوب لعاب و کاهش گرانروی شود.

نمایش آمیز لعاب

برای نشان دادن آمیز لعاب، روش‌های مختلفی وجود دارد:

۱ نسبت مولی‌اکسیدها (فرمول زگر)

۲ درصد وزنی مواد اولیه (فرمول آمیز)

۳ درصد وزنی اکسیدها (فرمول شیمیایی)

جدول ۷ــ نمونه‌هایی از روش‌های نمایش آمیز لعاب

نسبت مولی‌اکسیدها (فرمول زگر)			درصد وزنی مواد اولیه (فرمول آمیز)		درصد وزنی اکسیدها (فرمول شیمیایی)	
اسیدی	خنثی	قلیایی	نوع ماده	مقدار (٪)	اکسید	درصد وزنی (٪)
$0/909: SiO_2$ $0/923: B_2O_3$	$0/488: Al_2O_3$	$0/397: CaO$ $0/031: MgO$ $0/571: Na_2O$ ≈ 1	فلدسپات سدیم زنجان	۲۷/۰	SiO_2	۵۰/۱۹
			کوارتز همدان	۲۶/۴	B_2O_3	۱۸/۴۷
			کلسیم‌کربنات آزنا	۱۹/۰	Al_2O_3	۱۴/۳۶
			کائولن زنوز	۱۰/۴	Na_2O	۱۰/۲۰
			روی اکسید	۲/۲	CaO	۶/۳۹
			زیرکونیوم سیلیکات	۱۵/۰	MgO	۰/۳۹

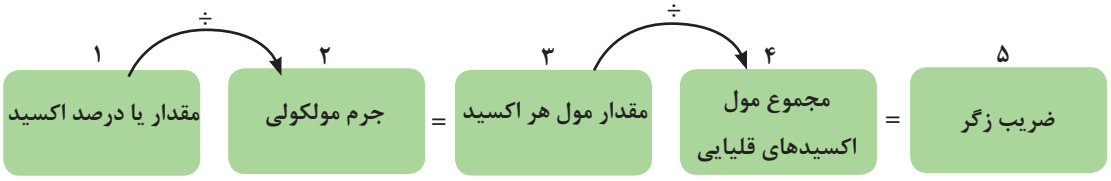
فرمول زگر[1]

در فرمول زگر، اکسیدهای مصرفی به صورت مولی بیان می‌شود. با استفاده از فرمول زِگر (فرمول‌های مولی) لعاب، می‌توان خواص و رفتار لعاب‌های مختلف را مقایسه کرد. فرمول زگر اولین بار توسط متخصص علم سرامیک به نام هِرمن زگر[2] ابداع شده است.

۱ـ Seger formula

۲ـ Herman Seger

مراحل محاسبهٔ فرمول زگر عبارت است از:



نمودار ۱۲

مثال

درصد وزنی اکسیدهای تشکیل‌دهندهٔ یک نوع لعاب در جدول ۸ نشان داده شده است. فرمول زگر آن را محاسبه کنید.

جدول ۸ ــ درصد وزنی اکسیدهای آمیز یک لعاب

نوع اکسید	SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	Na_2O	CaO	MgO
درصد وزنی	۵۰/۲۰	۱۸/۵۰	۱۴/۳۶	۱۰/۲۰	۶/۴۰	۰/۴۰

حل:

جدول ۹ــ محاسبهٔ فرمول زگر یک لعاب

نام اکسید	مقدار (درصد)	جرم مولکولی	مقدار مول اکسید	مجموع مول اکسیدهای قلیایی	ضریب زگر
SiO_2	۵۰/۲۰	۶۰/۱	۰ /۸۳۵	۰/۲۸۷	۲/۹۰۹
B_2O_3	۱۸/۵۰	۶۹/۶	۰/۲۶۵	۰/۲۸۷	۰/۹۲۳
Al_2O_3	۱۴/۳۶	۱۰۲	۰/۱۴۰	۰/۲۸۷	۰/۴۸۸
Na_2O	۱۰/۲۰	۶۲	۰/۱۶۴	۰/۲۸۷	۰/۵۷۱
CaO	۶/۴۰	۵۶/۱	۰/۱۱۴	۰/۲۸۷	۰/۳۹۷
MgO	۰/۴۰	۴۰/۳	۰/۰۰۹	۰/۲۸۷	۰/۰۳۱

نکته

۱ اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی به ترتیب به شکل فرمولی R_2O و RO هستند.

۲ مقدار مول حتماً تا سه رقم اعشار محاسبه شود.

در پایان فرمول زگر به شکل جدول ۱۰ نمایش داده می‌شود.

جدول ۱۰

اسیدی	خنثی	قلیایی
$2/909 : SiO_2$ $0/923 : B_2O_3$	$0/488 : Al_2O_3$	$0/397 : CaO$ $0/031 : MgO$ $0/571 : Na_2O$ ≈ 1

فعالیت کلاسی

درصد وزنی اکسیدهای تشکیل‌دهندهٔ یک نوع لعاب در جدول ۱۱ نشان داده شده است. فرمول زگر آن را محاسبه کنید.

جدول ۱۱ــ درصد وزنی اکسیدهای آمیز یک لعاب

نوع اکسید	SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	Na_2O	CaO	MgO
درصد وزنی	۵۷/۱۰	۱۶/۰۶	۱۰/۵۲	۱۱/۱۰	۵/۲۰	۱/۰۲

فعالیت کلاسی

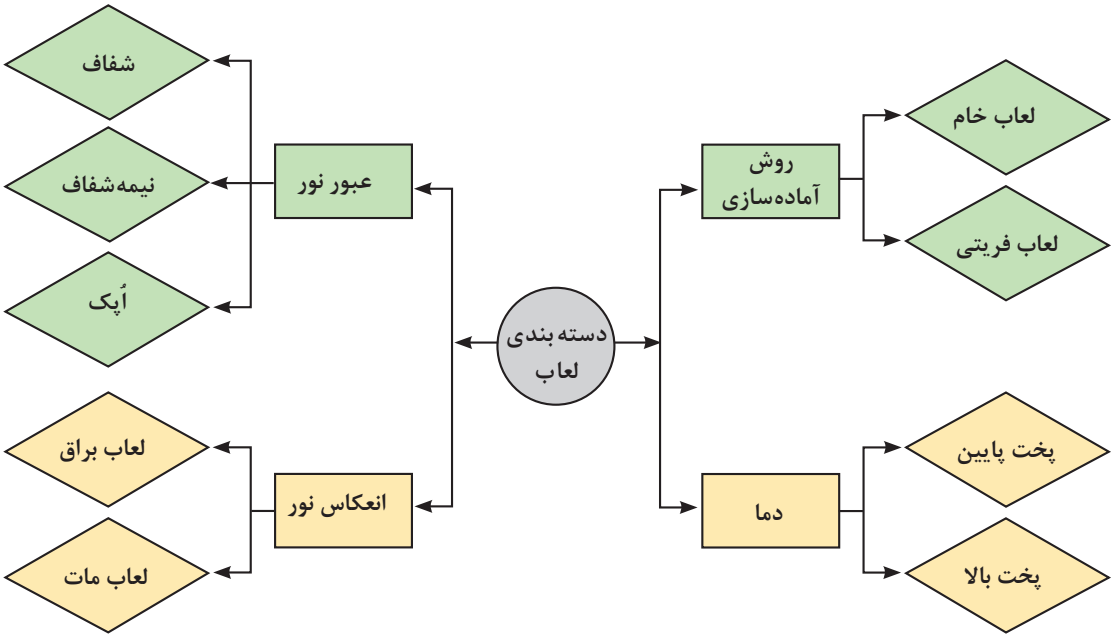
درصد وزنی اکسیدهای تشکیل‌دهندهٔ یک نوع لعاب در جدول ۱۲ نشان داده شده است. فرمول زگر آن را محاسبه کنید.

جدول ۱۲ــ درصد وزنی اکسیدهای آمیز یک لعاب

نوع اکسید	SiO_2	Al_2O_3	PbO	K_2O
درصد وزنی	۵۱/۶۰	۸/۷۰	۳۳/۶۰	۶/۱۰

انواع لعاب

تقسیم‌بندی لعاب‌ها بر اساس معیارهای مختلفی صورت می‌گیرد و معیار تقسیم‌بندی مشخصی وجود ندارد. نمودار ۱۳ نشان‌دهندهٔ انواع تقسیم‌بندی لعاب است.



نمودار ۱۳ــ انواع دسته‌بندی لعاب

برخی از دسته‌بندی‌های لعاب که در نمودار بالا نشان داده شده است، در ادامه شرح داده می‌شود.

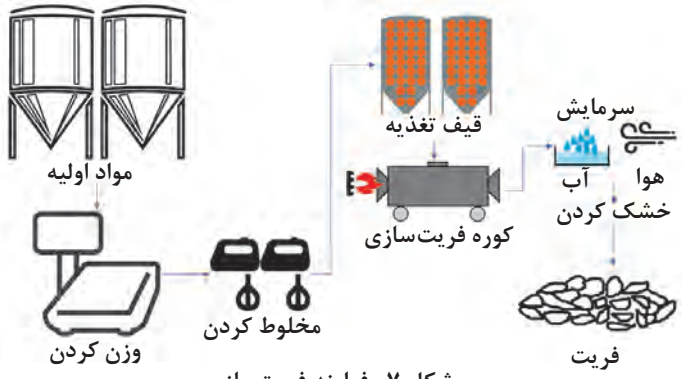
۱ دسته‌بندی لعاب‌ها از نظر روش آماده‌سازی

لعاب فریتی:

برخی از مواد اولیهٔ لعاب سمّی و برخی نیز در آب محلول هستند. مواد سمّی برای سلامتی انسان ایجاد خطر می‌کنند و در صورت محلول بودن مواد اولیه لعاب در آب، در فرایند تولید برای بدنه و لعاب مشکل ایجاد می‌شود. فریت کردن راه‌حل مناسبی برای رفع این مشکل است.

هدف از فریت کردن لعاب آن است که طی آن مواد محلول در آب به مواد غیرمحلول تبدیل شود و مواد سمّی از آن خارج شود.

فریت‌سازی: در این فرایند، مواد اولیهٔ لعاب در کوره حرارت داده می‌شود تا آمیز ذوب شود و بعد از همگن شدن مذاب، در آب سرد تخلیه می‌شود. بر اثر سرمایش ناگهانی، لعاب به خرده‌شیشه تبدیل می‌گردد. خرده‌شیشه‌های ایجاد شده را خشک کرده، بسته‌بندی یا آسیاب می‌کنند تا برای مرحلهٔ بعدی آماده شوند.



شکل ۷ــ فرایند فریت‌سازی

فعالیت کلاسی

با توجه به فرایند فریت‌سازی که در شکل ۷ نشان داده شده است، نام هر مرحله را زیر تصویر مربوط به آن بنویسید.

.....

.....

.....

.....

نکته

کوره‌های فریت‌سازی می‌توانند از نوع مداوم باشند که نمونه‌ای از آن در شکل ۸ نشان داده شده است.

شکل ۸

کارگاه‌ها، لعاب فریت را خریداری کرده و با افزودن موادی مانند کائولن و افزودنی‌های دیگر، لعاب مورد نظر خود را می‌سازند. در این حالت از فریت به عنوان پایهٔ لعاب استفاده می‌شود.

شکل ۹ــ فریت[۱]

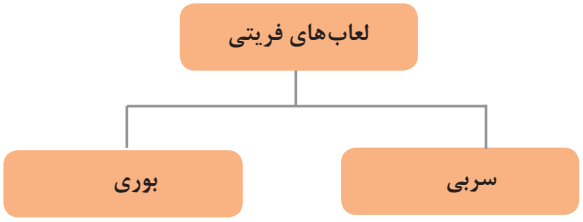
۱ـ Frit

شکل ۱۰ـ فریت آسیاب شده

شکل ۱۱ـ دوغاب فریتی

بیشتر بدانید

دلایل دیگر فریت‌سازی خروج مواد فرّار و سرعت بخشیدن به فرایند ذوب است. با فریت کردن مواد خام لعاب، بخش عمده‌ای از واکنش‌ها بین مواد اولیه انجام می‌شود بنابراین، انرژی گرمایی و زمان کمتری برای پخت لعاب لازم است.



نمودار ۱۴ـ دسته‌بندی لعاب‌های فریتی

در لعاب‌های فریتی از بوراکسید و یا سرب‌اکسید استفاده می‌شود. این اکسیدها در محدودهٔ دمایی ۱۱۵۰ـ۱۰۵۰ درجهٔ سلسیوس بخار می‌شوند، بنابراین لعاب‌های فریتی در دماهای زیر ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس کاربرد دارند.

تحقیق کنید

فرمول زگر یک لعاب سربی و یک لعاب بوری را تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

لعاب خام: در مواردی که ترکیب لعاب حاوی مواد محلول در آب و سمّی نباشد و محدودیت دمای پخت نیز وجود نداشته باشد، مواد اولیه به‌صورت خام (طبیعی) مخلوط و آماده‌سازی می‌شود.

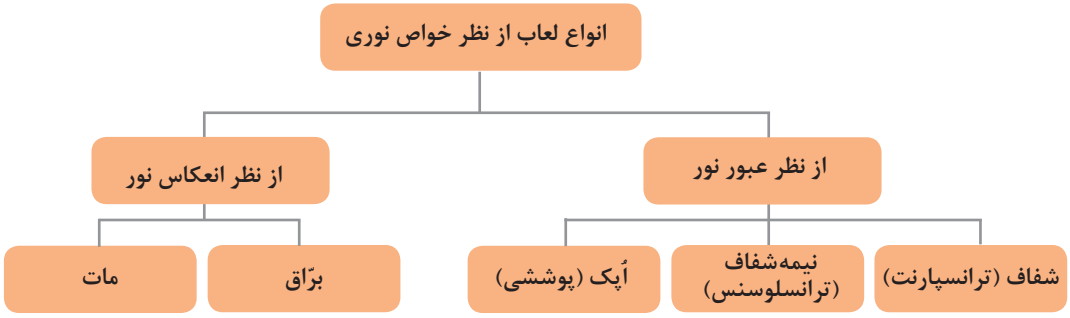
شکل ۱۲ـ دوغاب لعاب

این گروه از لعاب‌ها دارای نقطهٔ ذوب بالایی است و مقدار زیادی سیلیس و مقدار کمی مواد قلیایی دارد. لعاب‌های خام دمای پخت بالای ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس دارند و معمولاً برای لعاب‌کاری چینی‌ها و قطعات با دمای پخت بالا استفاده می‌شوند. مهم‌ترین بدنه‌هایی که لعاب خام برای آنها به کار می‌رود عبارت‌اند از:

۱ رسی (سنتی)
۲ چینی‌های نرم
۳ چینی‌های سخت
۴ چینی‌های آزمایشگاهی
۵ آهکی
۶ دولومیتی

۲ دسته‌بندی لعاب‌ها از نظر خواص نوری

یکی از متداول‌ترین تقسیم‌بندی‌های لعاب‌ها، تقسیم‌بندی بر مبنای عکس‌العمل لعاب در برابر نور است که در نمودار ۱۵ آورده شده است.



نمودار ۱۵

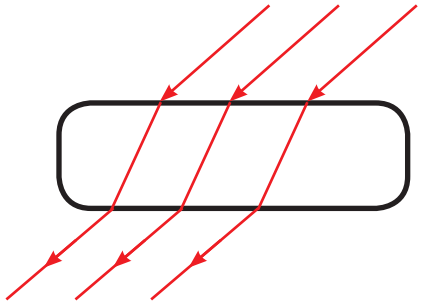
فعالیت کلاسی

عبارت‌های اُپک، شفاف و نیمه‌شفاف را زیر تصویر مربوط به آن در شکل ۱۳ بنویسید.

....

شکل ۱۳

لعاب شفاف: لعاب شفاف لایه‌ای شیشه‌ای است که نور را به خوبی از خود عبور می‌دهد، بنابراین رنگ بدنه دیده می‌شود؛ به عبارتی، رنگ نهایی محصول ناشی از رنگ بدنه است. این نوع لعاب در صورت رنگی بودن نیز مانند شیشه‌های رنگی عمل می‌کند.



شکل ۱۴ـ لعاب شفاف

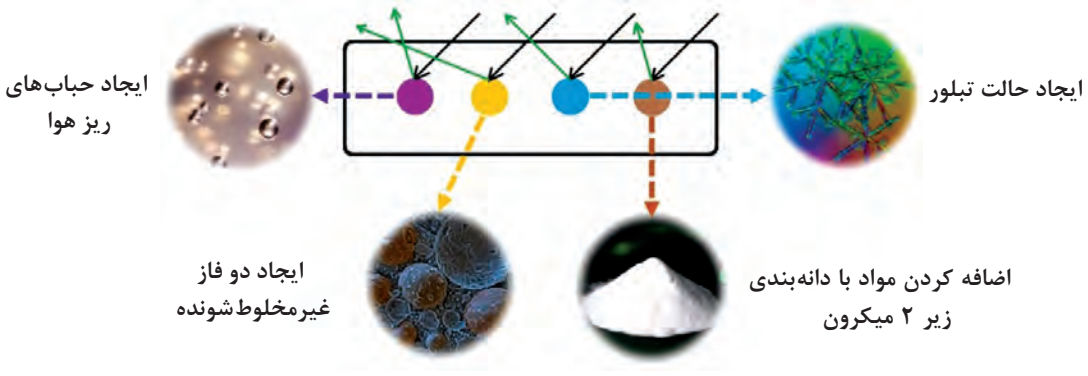
لعاب نیمه‌شفاف: لعاب نیمه‌شفاف لعابی است که بخشی از نور رسیده به سطح را عبور می‌دهد؛ در نتیجه، تصویر پشت لعاب به صورت واضح دیده نمی‌شود.

لعاب اپک: لعاب اُپک سطح بدنه را طوری می‌پوشاند که رنگ بدنه قابل مشاهده نیست (نور را از خود عبور نمی‌دهد). در حالتی که رنگ بدنه مطلوب نباشد، از این نوع لعاب استفاده می‌شود.

فعالیت کلاسی

با کمک هنرآموز، قطعات لعاب‌دار موجود در هنرستان خود را بررسی کنید و قطعات دارای لعاب شفاف و اپک را مشخص کنید.

حالت اپک در لعاب در اثر تابش و سپس پراکنش نور در نتیجهٔ برخورد آن با ذرات بسیار ریز و پراکندهٔ موجود در لعاب به وجود می‌آید. در شکل ۱۵ برخی از روش‌های ایجاد لعاب اپک آمده است.



شکل ۱۵ـ برخی از روش‌های ایجاد حالت اپک در لعاب

برای ایجاد حالت اپک در لعاب می‌توان از ترکیبی از روش‌های شکل ۱۵ استفاده کرد.برخی از مواد اولیه که در لعاب خاصیت اپک ایجاد می‌کنند، در جدول ۱۳ آمده است.

جدول ۱۳ــ مواد اپک‌کننده لعاب

قلع اکسید	SnO_2	تیتانیم اکسید	TiO_2	زیرکونیوم اکسید	ZrO_2
زیرکونیوم سیلیکات	$ZrSiO_4$	آلومینیوم اکسید	Al_2O_3	فلورین	CaF_2
آنتیموان اکسید	Sb_2O_3	روی اکسید	ZnO	باریم اکسید	BaO

اُپک کردن لعاب‌ها با افزودن قلع، یک نوآوری از صنعتگران اسلامی بوده است.

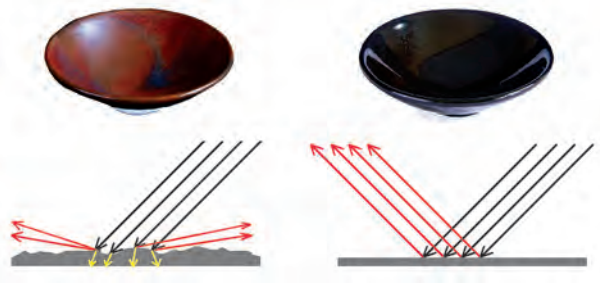
دسته‌بندی لعاب از نظر انعکاس نور

لعاب‌های برّاق و مات:

به نظر شما لعاب کدام‌یک از بدنه‌های نشان داده شده در شکل ۱۶ مات است؟

شکل ۱۶

برّاق و مات بودن از رفتار سطح لعاب در برابر تابش نور و انعکاس آن ایجاد شود.



لعاب مات **لعاب برّاق**

شکل ۱۷ــ بازتاب نور در لعاب‌های برّاق و مات

تحقیق کنید

با استفاده از یک فرهنگ لغت یا جست‌وجو در اینترنت، معادل انگلیسی شفاف، نیمه‌شفاف، اپک، براق و مات را از بین لغات داده شده انتخاب کرده و جدول ۱۴ را کامل کنید.

Matt, Opaque, Transparent, Glossy, Translucence

جدول ۱۴

شفاف	نیمه‌شفاف	اپک	مات	براق

لعاب براق، لعابی است که تمام یا بخش عمده از نور تابیده‌شده به سطح لعاب را منعکس می‌کند. درخشندگی و جلای لعاب براساس نوع و میزان تابش نور، متفاوت است.

لعاب مات بخش عمدهٔ نور تابیده‌شده به سطح لعاب را جذب می‌کند و مقدار ناچیزی را منعکس می‌کند؛ در نتیجه سطح لعاب دارای درخشندگی نخواهد بود.

فعالیت کلاسی

در هر یک از محصولات سرامیکی جدول ۱۵ لعاب‌هایی که از نظر خواص نوری به کار می‌روند را با علامت ضربدر مشخص کنید.

جدول ۱۵

نام محصول	شفاف	نیمه‌شفاف	اپک	مات	براق
چینی بهداشتی					
ظروف چینی غذاخوری					
مقرّه					
کاشی کف					

فعالیت کلاسی

دیوار کلاس، تخته سفید، رنگ درِ کلاس و رنگ پنجره‌ها را از نظر خواص نوری بررسی کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

۳ دسته‌بندی لعاب از نظر دمای پخت

لعاب‌ها از نظر دمای پخت به دو دستهٔ دماپخت پایین و دماپخت بالا تقسیم می‌شوند. درجهٔ پخت لعاب‌های دماپخت پایین زیر ۱۱۵۰ درجهٔ سلسیوس است و درجهٔ پخت لعاب‌های دماپخت بالا، بالای ۱۱۵۰ درجهٔ سلسیوس است. راکو و ماجولیکا مثال‌هایی از محصولات سرامیکی دارای لعاب دماپخت پایین و چینی بهداشتی و پرسلان دارای لعاب دماپخت بالا هستند.

لعاب‌های خاص

لعاب‌های خاص لعاب‌هایی هستند که بیشتر کاربرد تزیینی، هنری یا خاص دارند و در بسیاری موارد از نظر مقاومت مکانیکی و شیمیایی و ظاهر با لعاب‌های معمولی متفاوت هستند. لعاب‌های تبخیری، احیایی، لوستر، زرین‌فام، سِلادون، نفوذی، تَرَک‌دار، بلوری، مینا و آنتی‌باکتریال جزء لعاب‌های خاص به شمار می‌آیند. در ادامه برخی از این لعاب‌ها معرفی می‌شوند.

۱ **لعاب تبخیری**[۱]: برای ایجاد این لعاب‌ها از نمک استفاده می‌شود. برای تولید لعاب تبخیری (نمکی) مقداری پودر نمک طعام یا آب‌نمک در کوره‌ای که در حدود دمای پخت کار می‌کند، پاشیده می‌شود. پودر یا آب‌نمک پاشیده‌شده در کوره تبخیر می‌شود و بخار سدیم تولیدشده بر روی سطح قطعه می‌نشیند و به‌دلیل اینکه سدیم یک کمک‌ذوب قوی است، باعث تشکیل یک لایه لعاب می‌شود. دمای پخت این نوع لعاب‌ها در محدودهٔ ۱۰۶۰ تا ۱۱۸۰ درجهٔ سلسیوس است. ناخالصی‌های موجود در بدنه مانند آهن اکسید، تعیین‌کنندهٔ رنگ این لعاب است.

شکل ۱۸ــ ظرف سفالی دارای لعاب نمکی

شکل ۱۹ــ لوله‌های سرامیکی فاضلاب با لعاب نمکی

تحقیق کنید

دربارهٔ دلیل اعمال لعاب‌های نمکی روی لوله‌های سرامیکی آب و فاضلاب تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

نکته

در لعاب‌کاری تبخیری، بخارات سمی مانند بخار کلر و سدیم ایجاد می‌شود که برای سلامتی و محیط‌زیست خطرآفرین است؛ همچنین این گازها به اجزای کوره مانند آجرها و المنت‌ها آسیب می‌زنند. در نتیجه این لعاب‌ها هرگز در کورهٔ الکتریکی اعمال نمی‌شوند.

۲ **لعاب‌های احیایی**[۲]: لعاب‌های احیایی اغلب لعاب‌های رنگی هستند که در شرایط اتمسفر به شدت احیایی کوره ایجاد می‌شوند. لعاب‌های لوستر و زرین‌فام، سلادون و قرمز چینی لعاب‌های احیایی به‌شمار می‌روند.

ایمنی و بهداشت

لازم به ذکر است که برای ایجاد اتمسفر به شدت احیایی در کوره از خاک ارّه یا روغن سوخته استفاده می‌شود که این عمل باعث آلودگی هوا شده و یک خطر زیست‌محیطی محسوب می‌شود.

۱ـ Salt Glaze

۲ـ Reduction Glazes

۳ لعاب لوستر[۱]: لعاب‌های لوستر لعاب‌های تزیینی هستند که در سطح آنها بر اثر انجام واکنش‌های احیا، لایهٔ بسیار نازک فلزی با جلای فلزی رنگین‌کمانی تشکیل می‌شود که بسیار چشم نواز است.
در لعاب لوستر ابتدا قطعهٔ سرامیکی را با لعاب معمولی لعاب‌کاری می‌کنند، سپس روی آن را با محلول‌های حاوی ترکیب‌هایی مانند نقره کلرید ($AgCl_2$)، نقره نیترات ($AgNO_3$) و بیسموت نیترات ($BiNO_3$) پوشش می‌دهند و در شرایط احیایی پخت می‌کنند.

شکل ۲۰ـ لعاب لوستر ایرانی، دوران اسلامی

شکل ۲۱ـ لعاب لوستر

۴ لعاب زرین فام: تولید این لعاب از افتخارات بزرگ هنر سرامیک ایران است و یکی از ریشه‌های علم نانو به شمار می‌رود. لعاب زرین‌فام، با تشکیل لایهٔ بسیار نازکی از نانوذرات مس یا نقره با جلای فلزی در طیف‌های رنگی گوناگون به وجود می‌آید. فرایند تولید لعاب زرین‌فام مانند روشی است که در لعاب لوستر به کار می‌رود. نقره سولفید، منگنزاکسید، مس سولفات و گوگرد سفید برای ایجاد این نوع لعاب استفاده می‌شود.

شکل ۲۲ـ لعاب زرین‌فام

بیشتر بدانید

کتاب «جواهرنامهٔ نظامی» نوشتهٔ محمدبن ابی‌البرکات جوهری نیشابوری، اولین کتاب به زبان فارسی در مباحث مربوط به جواهر و سنگ‌ها، فلزات، آلیاژها و انواع مینا است. در فصل چهارم کتاب، فرمول‌های مینای زرین‌فام ارائه شده است که تعداد آنها ۲۶ ترکیب است. تعداد مواد به کار رفته در ترکیبات «جواهرنامه» در حدود ۴۵ نوع است. همین امر موجب شده است تا «جواهرنامهٔ نظامی» نه تنها قدیمی‌ترین بلکه مفصل‌ترین اثر تاریخی در زمینه لعاب زرین‌فام باشد.

۱ـ Luster Glaze

تحقیق کنید

دربارهٔ قدمت لعاب زرین‌فام و شهرهایی که در آنها این نوع لعاب برای تزئین کاربرد داشته است، تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

شکل ۲۳ـ قوری دارای لعاب سلادون

۵ **لعاب سِلادون**[۱]: رنگ سبز روشن در لعاب را که از احیای اکسیدهای فلزی به دست می‌آید، سلادون می‌نامند.

این رنگ با اضافه کردن اکسیدهای آهن، کروم، نیکل، قلع و ترکیبات تیتان به لعاب و سپس پخت در شرایط احیا ایجاد می‌شود.

هنگام پخت این لعاب در کوره، خاکستر چوب نیز اضافه می‌کنند تا رنگ سلادون بین سبز خاکستری تا سبز مایل به زرد تغییر کند.

شکل ۲۴ـ لعاب قرمز چینی

۶ **لعاب قرمز چینی**: این نوع لعاب احیایی قرمزرنگ، دارای مس‌اکسید است. برای تشکیل این رنگ قرمز به لعاب‌ها تا ۲ درصد مس‌اکسید و در حد ۱ تا ۲ درصد قلع اکسید اضافه می‌شود. سپس اتمسفر کوره را در محدودهٔ دمای نهایی پخت احیا می‌کنند که باعث تولید رنگ قرمز درخشنده‌ای مانند فلز مس می‌شود.

۷ **لعاب‌های دونده**[۲]: ابتدا قطعهٔ سرامیکی را با یک لعاب معمولی لعاب‌کاری می‌کنند. سپس بر روی آن با لعابی که در هنگام ذوب دارای گرانروی پایینی است، لعاب‌کاری یا نقاشی می‌کنند. در فرایند پخت، این لعاب به خاطر داشتن گرانروی کم بر روی لعاب زیرین جریان یافته، شره کرده و حتی در آن نفوذ می‌کند که این امر باعث می‌شود نقوش زیبای تصادفی به وجود آید.

۱ـ Celadon Glaze

۲ـ Running Glaze

برای جلوه‌گری بیشتر می‌توان لعاب‌های دونده (نفوذی) را با چندین رنگ مختلف به کار گرفت که در اثر مخلوط شدن آنها در هنگام پخت رنگ‌های جالبی ایجاد می‌شود.

شکل ۲۵ـ لعاب دونده

۸ لعاب تَرَک‌دار[۱]

آیا وجود تَرَک در لعاب همیشه عیب محسوب می‌شود؟

شکل ۲۶ـ ظروف دارای لعاب تَرَک

لعاب تَرَک‌دار (کراکوله) نوعی لعاب است که پس از پخت، در سطح آن تَرَک ایجاد می‌شود. برای ایجاد این تَرَک‌ها در لعاب باید ضریب انبساط حرارتی لعاب به گونه‌ای تنظیم شود که از ضریب انبساط حرارتی بدنه بالاتر باشد تا در هنگام سرد کردن در لعاب تنش کششی به وجود آید؛ این تنش منجر به تَرَک خوردن لعاب می‌شود.

برای افزایش ضریب انبساط حرارتی لعاب می‌توان درصد اکسیدهای قلیایی را افزایش و در مقابل درصد

۱ـ Crackle Glaze

Al_2O_3 و SiO_2 را کاهش داد.
در بعضی از موارد بعد از پخت لعاب تَرَک‌دار، با لعاب دیگری داخل تَرَک‌ها را پُر می‌کنند و دوباره این لعاب را پخت می‌کنند.

شکل ۲۷ـ مجسمه‌های دارای لعاب تَرَک

پرسش

آیا برای تَرَک‌دار کردن لعاب روش‌های دیگری وجود دارد؟

۹ لعاب پوست‌ماری[۱]: این نوع لعاب در هنگام ذوب شدن بر روی بدنهٔ سرامیکی به شدت جمع می‌شود؛ به‌طوری که در اثر این انقباض شکل‌هایی مشابه پوست مار یا شبکهٔ رگه‌رگه حاصل می‌شود.
حالت جمع‌شدگی بر اثر کشش سطحی لعاب هنگام ذوب شدن ایجاد می‌شود که به ترکیب شیمیایی لعاب بستگی دارد. برای افزایش کشش سطحی لعاب می‌توان اکسیدهایی که دارای کشش سطحی بالایی هستند، مانند ZnO، MgO و Al_2O_3 به آمیز لعاب اضافه کرد. برای ایجاد لعاب رنگی از Cr_2O_3، V_2O_5 و NiO استفاده می‌شود.
برای تهیهٔ لعاب پوست‌ماری (انقباضی)، معمولاً بدنه را با دو نوع لعاب مختلف لعاب‌کاری می‌کنند؛ ابتدا لعاب معمولی سپس لعابی با کشش سطحی بالا بر روی لعاب اول اعمال می‌شود.

شکل ۳۲ـ لعاب پوست‌ماری

۱ـ Snake - skin Glaze

۱۰ **لعاب بلوری**[۱]: برای تزیین لعاب شرایطی فراهم می‌آورند تا در فاز آمورف لعاب، مقداری فازهای بلوری (کریستالی) به وجود آید. وجود دانه‌ها و رگه‌های بلوری در زمینهٔ شیشه‌ای جلوهٔ زیبایی به لعاب می‌دهد. برای ایجاد فاز بلوری در لعاب سه روش را می‌توان به‌کار برد:

۱ آمیز لعاب به گونه‌ای تعیین شود تا در هنگام ذوب گرانروی پایینی داشته باشد.

۲ به آمیز لعاب موادی مانند بوراکسید، روی اکسید، کربنات‌های باریم، استرانسیم و منیزیم و کلمانیت اضافه شود تا در هنگام سرمایش لعاب تمایل به تبلور داشته باشند.

۳ فرایند سردکردن لعاب آهسته انجام شود تا بلورها فرصت رشد داشته باشند.

شکل ۲۸ــ لعاب بلوری (کریستالی)

پرسش

چرا در پوشش برخی از کاشی‌ها از لعاب بلوری استفاده می‌شود؟

۱۱ **لعاب مینا**[۲]: در تصویرهای زیر لعاب‌کاری بر روی بدنه‌های فلزی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲۹ــ ظروف مسی میناکاری

شکل ۳۰ــ لعاب ظروف آهنی

شکل ۳۱ــ لعاب بدنهٔ بخاری

۱ـ Crystalline Glaze

۲ـ Enamel

به پوشش‌های شیشه‌ای اعمال‌شده بر روی بدنه‌های فلزی، مینا گفته می‌شود. این پوشش‌ها برای ایجاد رنگ و جلوه‌ای زیبا و همچنین محافظت از بدنه اعمال می‌شود. در این نوع لعاب ابتدا یک لایه انگوب بر روی فلز اعمال می‌شود و سپس لعاب اصلی بر روی لایهٔ انگوب آورده می‌شود. انگوب باعث تطبیق ضریب انبساط حرارتی و چسبندگی لعاب اصلی و بدنه می‌شود.

کنجکاوی

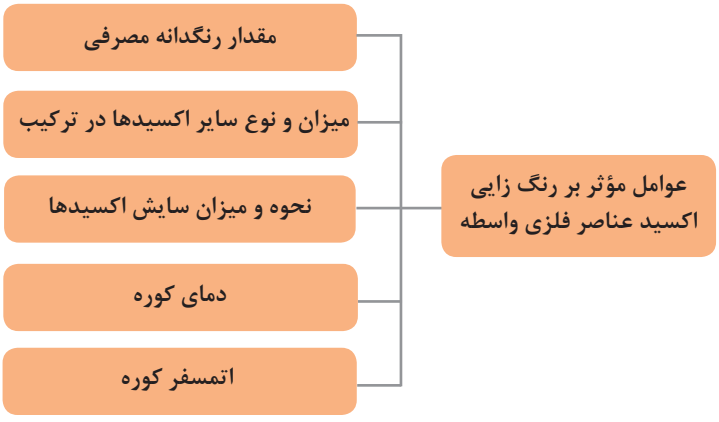
مهم‌ترین تفاوت لعاب‌کاری روی فلز و سرامیک چیست؟

رنگ

در صنعت سرامیک برای تولید محصولات رنگی و تزیین آنها از مواد رنگی‌کننده استفاده می‌شود. این رنگ‌ها برای تزیین در سطح زیر لعاب، روی لعاب یا با قرار گرفتن داخل لعاب باعث ایجاد رنگ می‌شوند.
مهم‌ترین روش‌های ایجاد رنگ، استفاده از اکسید فلزهای واسطه و جوهرهای رنگی (اِستین) است.

نمودار ۱۶ــ مهم‌ترین مواد ایجادکنندهٔ رنگ در لعاب

اکسید فلزهای واسطه: اکسید فلزات گروه عناصر واسطه به عنوان رنگدانهٔ[1] طبیعی یا مصنوعی در لعاب استفاده می‌شوند. رنگ ایجاد شده به لعاب پایه و نوع اکسیدها بستگی دارد. تولید رنگ یا رنگ‌زایی این اکسیدها (رنگدانه‌ها) وابسته به شرایط زیر است:



نمودار ۱۷

۱ـ Pigment

در جدول ۱۶، تعدادی از رنگدانه‌های طبیعی و منابع تأمین‌کنندهٔ آنها آمده است:

جدول ۱۶ــ انواع مختلف رنگدانه‌های طبیعی به صورت اکسید یا نمک‌های آنها

نوع رنگدانه	منبع تأمین‌کننده	رنگ ایجادشده
کبالت	اکسیدها (کبالت‌اکسید)، کربنات‌ها (کبالت‌کربنات)، نیترات (کبالت‌نیترات) و کلرید (کبالت‌کلرید)	آبی پررنگ لاجوردی
مس	اکسیدها (مس‌اکسید) و کربنات‌ها (مس‌کربنات)	سبز آبی فیروزه‌ای
کروم	کروم‌اکسید	سبز پررنگ
آهن	آهن‌اکسید	صورتی ـ زرد قرمز ـ قهوه‌ای
منگنز	منگنز دی‌اکسید و منگنزکربنات	بنفش ـ قهوه‌ای
قلع	قلع‌اکسید	سفید
آنتیموان	آنتیموان اکسید	سفید زرد

تحقیق کنید

دربارهٔ طیف رنگی که اکسیدهای نیکل و وانادیم در لعاب ایجاد می‌کنند، تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پرسش

برای تولید رنگ قرمز و قهوه‌ای سوخته در لعاب از چه اکسیدهایی استفاده می‌شود؟

جوهر[1]: اکسیدهای رنگی به علت محلول بودن در لعاب و تأثیر نامطلوب بعضی از گدازآورها و سایر عناصر لعاب کاربرد محدودتری دارند. به همین دلیل از نوع خاصی از رنگ به نام جوهر (استین) استفاده می‌شود که یک نوع کریستال رنگی است که در مقابل تأثیر گدازآورهای لعاب و دمای بالا مقاوم است. جوهرها طیف بسیار وسیعی از رنگ‌ها را ایجاد می‌کنند.

۱ـ Stain

نکته

امروزه از جوهرها با دانه‌بندی نانومتری در دستگاه‌های چاپ دیجیتال صنایع کاشی استفاده زیادی می‌شود.

آماده‌سازی لعاب رنگی

برای رنگی کردن لعاب می‌توان رنگدانه را به‌طور مستقیم به فرمول آمیز لعاب اضافه کرد. پس از فرایند سایش و گرانول‌سازی، لعاب رنگی به‌دست می‌آید. پس از آماده شدن دوغاب لعاب رنگی می‌توان آن را با قلم‌مو یا پیستوله بر روی بدنهٔ بیسکویت یا روی لعاب پخت نشده اعمال کرد.

آماده‌سازی لعاب

فرایند آماده‌سازی لعاب سه مرحله دارد:

نمودار ۱۸ــ مراحل آماده‌سازی لعاب

برای ساخت لعاب در کارگاه، با استفاده از فرمول ساخت لعاب، تجهیزاتی مانند ترازو، هاون شیشه‌ای یا چینی و دستهٔ آن، استوانهٔ مدرّج آزمایشگاهی و الک مش ۱۰۰ یا بالاتر نیاز است. در ادامه مراحل فرایند آماده‌سازی لعاب در کارگاه آمده است:

۱ مواد و وسایل لازم را روی میز کار قرار دهید. همهٔ ابزارها باید کاملاً تمیز باشد. تمام مواد اولیه برای تهیهٔ آمیز لعاب را با ترازو وزن و یادداشت کنید.

شکل ۳۲ــ وزن کردن آمیز لعاب

۲ پس از وزن کردن مواد، آنها را داخل هاون بریزید و با دستهٔ هاون بسایید. دستهٔ هاون را همیشه دایره‌وار در یک جهت حرکت دهید. اکسیدهای رنگ‌کنندهٔ لازم و یا جوهرهای رنگی را بر اساس درصد مورد نیاز به هاون اضافه کنید و عمل سایش را ادامه دهید تا مواد کاملاً با یکدیگر مخلوط شوند.

شکل ۳۳ـ ساییدن آمیز لعاب

۳ مقدار آب مورد نیاز را در استوانهٔ مدرّج اندازه‌گیری کنید. در بیشتر کاربردها ۴۰۰ تا ۵۰۰ گرم آب به ازای هر کیلو ماده خشک به لعاب اضافه می‌شود. آب را بیفزایید و مخلوط کردن را ادامه دهید تا کاملاً یکنواخت شود.

شکل ۳۴ـ افزودن آب به آمیز لعاب

کنترل کیفی لعاب

برای بررسی کیفیت قطعات سرامیکی لعاب‌کاری‌شده و بهبود کیفیت آن باید دوغاب لعاب و مذاب آن و قطعات لعاب‌کاری‌شده بررسی شوند.

دوغاب لعاب

کیفیت دوغاب لعاب طی مراحل زیر بررسی می‌شود:

۱ قبل از اعمال لعاب

۲ در هنگام فرایند لعاب‌کاری

۳ بعد از لعاب‌کاری بر روی بدنه

خواص دوغاب لعاب بر کیفیت قطعات مؤثر است. گاهی نامناسب بودن خواص دوغاب لعاب، تأثیرات نامطلوب خود را در زمان لعاب‌کاری نمایان می‌کند. در برخی موارد این آثار پس از پخت بر روی بدنه ظاهر می‌شود. از جملهٔ این موارد ته‌نشین شدن (رسوب کردن) لعاب و تشکیل حفرهٔ هوا در موقع لعاب‌کاری است که به دلیل کیفیت نامناسب دوغاب لعاب، ایجاد می‌شود.

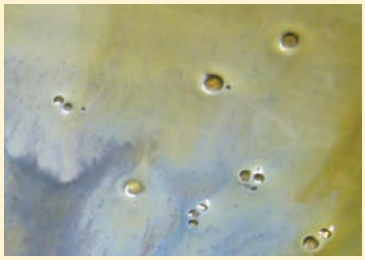
مذاب لعاب

کیفیت مذاب لعاب در حین فرایند پخت بسیار مهم است. به وجود آمدن حفره، جمع یا منقبض شدن لعاب و شره کردن لعاب، عیوبی هستند که به کیفیت نامناسب لعاب مربوط است.

فعالیت کلاسی

عیب قابل مشاهده در لعاب بدنه‌های نشان داده شده در تصاویر زیر را بنویسید.

.....



.....

.....

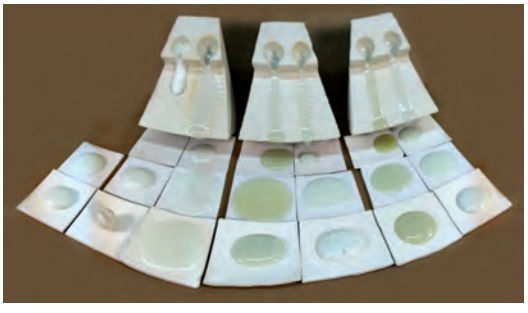
.....

نکته

ویژگی‌هایی مانند گرانروی، کشش سطحی، انبساط حرارتی، مقاومت به‌خوردگی و سمی بودن لعاب نیز برای کنترل کیفی لعاب لازم است مورد بررسی قرار بگیرند.

گرانروی[1]

گرانروی لعاب بستگی به اصطکاک داخلی مذاب دارد و نقطهٔ ذوب، تعیین‌کنندهٔ آن است. لعاب‌ها دارای نقطهٔ ذوب مشخصی نیستند و در دماهای مختلف به مایع غلیظی تبدیل می‌شوند.



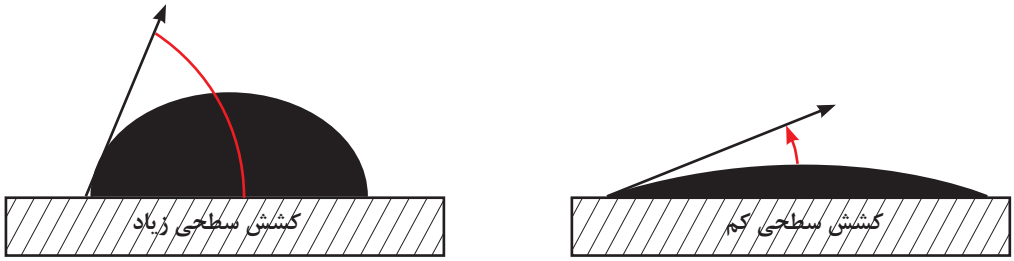
شکل ۳۵ــ گرانروی لعاب‌های مختلف

نمودار ۱۹ــ عوامل مؤثر بر گرانروی مذاب لعاب

۱ـ Viscosity

کشش سطحی[۱]

جاری شدن و شُره کردن لعاب در هنگام پخت بر روی بدنه فقط به گرانروی بستگی ندارد، بلکه کشش سطحی نیز روی آن اثر زیادی دارد. هر قدر کشش سطحی لعاب (تمایل به جمع شدن) بیشتر باشد، از خروج گازهای به‌وجودآمده جلوگیری می‌کند؛ با کاهش کشش سطحی خروج گازها راحت‌تر است.

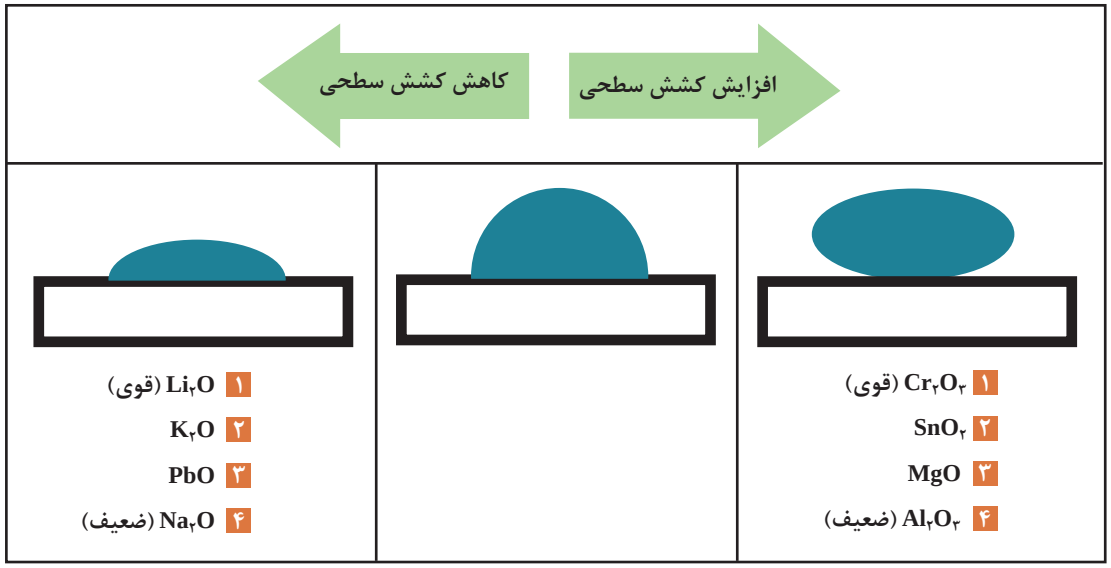


شکل ۳۶ـ تفاوت کشش سطحی کم و زیاد

تأثیر اکسیدها بر کشش سطحی لعاب

در جدول ۱۷ تأثیر برخی از اکسیدهای فلزی بر کشش سطحی لعاب بیان شده است.

جدول ۱۷



انبساط حرارتی[۲]

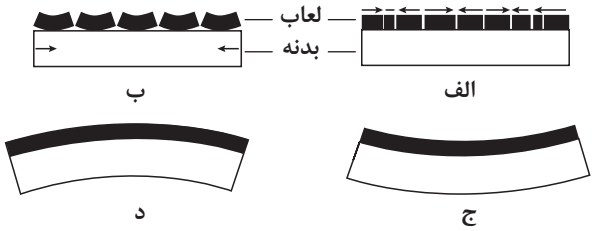
پرسش

وقتی درِ فلزی یک ظرف شیشه‌ای گیر کرده و باز نمی‌شود، با گرفتن آن زیر آب گرم راحت‌تر باز می‌شود. علت این پدیده چیست؟

۱ـ Surface Tension

۲ـ Thermal Expansion

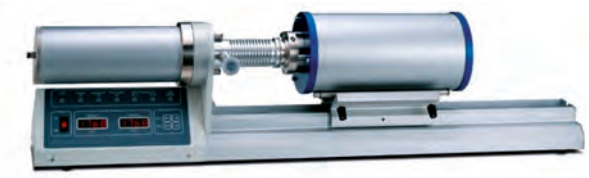
مقدار ضـریب انبساط حرارتی لعاب‌ها معمولاً در حدود $۱۰^{-۷} \frac{۱}{°C}$ × عدد است. اگـرچه این مقدار بسیار کوچک به‌نظر می‌رسد، ولی در صنعت لعاب‌سازی تأثیرات زیادی به وجود می‌آورد. ضریب انبساط حرارتی لعاب‌ها باید معمولاً تا حدودی برابر با ضریب انبساط حرارتی بدنه باشد تا نقصی به وجود نیاید.
اگر لعاب در هنگام انجماد، نسبت به بدنه بیشتر جمع شود، یعنی انقباض دارد؛ بنابراین لعاب تحت تنش کششی (ضریب انبساط بیشتر) است و ترک در آن به وجود خواهد آمد (شکل الف و ج). عکس این حالت در لعاب، پریدگی ظاهر می‌شود (شکل ب و د).



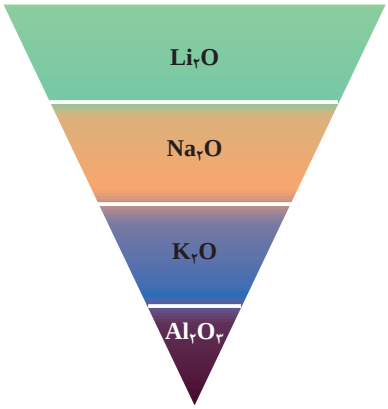
شکل ۳۷ـ تأثیر مقدار ضریب انبساط حرارتی لعاب در چسبندگی لعاب به بدنه

اگر یک بدنهٔ نازک و باریک (مانند کاشی) لعاب زده شود و سپس حرارت داده شود، بسته به مقدار اختلاف ضریب انبساط حرارتی بین لعاب و بدنه، این قطعهٔ نازک به شکل مقعر یا محدب خمیده می‌شود.

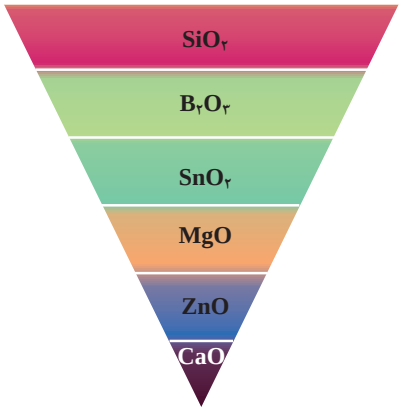
جدول ۱۸ـ روش‌های اندازه‌گیری ضریب انبساط حرارتی

اندازه‌گیری ضریب انبساط حرارتی با دستگاه دیلاتومتر	 **شکل ۳۸ـ دستگاه دیلاتومتر**
محاسبهٔ ضریب انبساط حرارتی بر اساس اطلاعات	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_{\circ} \times \Delta T}$ α : ضریب انبساط حرارتی ΔL : تغییر طول $L_{\circ}$: طول اولیه ΔT : تغییر دما

تأثیر اکسیدها بر انبساط حرارتی لعاب



نمودار ۲۰ـ اکسیدهای افزایش‌دهندهٔ انبساط حرارتی لعاب (Li_2O بیشترین افزایش)



نمودار ۲۱ـ اکسیدهای کاهش‌دهندهٔ انبساط حرارتی لعاب (SiO_2 بیشترین کاهش)

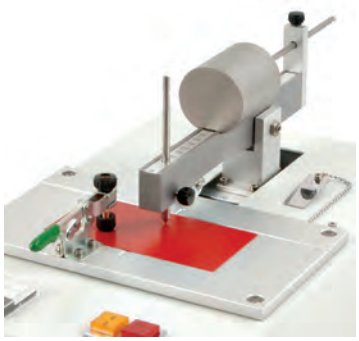
بیشتر بدانید

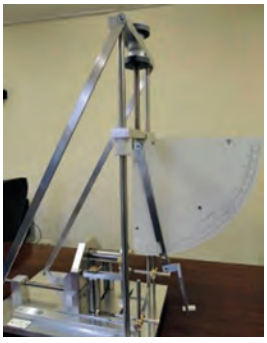
سختی لعاب

در مورد سختی لعاب تعریف‌های مختلفی وجود دارد و برای اندازه‌گیری آن روش‌های گوناگونی نیز استفاده می‌شود.

روش‌های سنجش سختی لعاب عبارت‌اند از:

جدول ۱۹ـ روش‌های سنجش سختی لعاب

سختی‌سنجی خراشی: در این روش لعاب را با الماس یا با مواد سخت دیگر که در جدول سختی موهس وجود دارد، خراش می‌دهند. با این روش میزان مقاومت لعاب در برابر خراش اندازه‌گیری می‌شود.	 سختی‌سنجی خراشی

سختی‌سنجی عمقی: در این روش توسط رأس الماس مخروطی شکل، به سطح لعاب با نیروی مشخصی فشار وارد می‌شود و عمق فرورفتگی حاصل از نیروی واردشده اندازه‌گیری می‌شود. در این روش سختی در یک محدوده از سطح اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین مقدار سختی به‌دست‌آمده تعیین‌کنندهٔ سختی لعاب در کل سطح نیست.	 سختی‌سنجی عمقی
سختی‌سنجی سایشی (استحکام سایشی): در این روش مقدار افت وزن لعاب بر اثر سایش به وسیلهٔ مواد سخت‌تر اندازه‌گیری می‌شود که نشان‌دهندهٔ میزان سختی لعاب است. ماسهٔ سیلیسی و سیلیسیم کارباید به عنوان مواد ساینده استفاده می‌شوند.	 سختی‌سنجی سایشی
سختی‌سنجی ضربه‌ای: در این روش استحکام ضربه‌ای لعاب اندازه‌گیری می‌شود.	 سختی‌سنجی ضربه‌ای

در جدول ۲۰ نوع سختی موردنیاز با توجه به کاربرد محصولات مختلف آمده است.

جدول ۲۰

	سختی خراشی	سختی عمقی	سختی سایشی	سختی ضربه‌ای
بشقاب و فنجان	✓		✓	✓
کاشی‌های دیوار	✓			✓
کاشی‌های کف	✓	✓	✓	✓
لوله‌های فاضلاب	✓		✓	✓

مقاومت به خوردگی شیمیایی[1]

مقاومت و پایداری لعاب در مقابل عواملی مانند رطوبت، گازها و بخارات، اسیدها و قلیایی‌ها را مقاومت به خوردگی شیمیایی لعاب گویند. لعاب با ترکیب شیمیایی معین در مقابل عواملی مانند آب، اسید، قلیایی‌ها و گازها به‌طور مختلف پایداری و عکس‌العمل نشان می‌دهد.

جدول ۲۱ـ تأثیر مواد مختلف بر مقاومت به خوردگی شیمیایی لعاب

ماده	تأثیر بر پایداری لعاب
اکسیدهای قلیایی	پایداری کم نسبت به مواد شیمیایی و حتی رطوبت
آلومینیوم‌اکسید	افزایش مقاومت به خوردگی شیمیایی
سرب‌اکسید و باریم‌اکسید	کاهش مقاومت به خوردگی شیمیایی
سیلیسیم‌اکسید	افزایش مقاومت به خوردگی شیمیایی

۱ـ Chemical Corrosion

پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
تحلیل کاربرد لعاب در سرامیک	۱ـ بررسی انواع لعاب‌های بدنه سرامیکی ۲ـ کاربرد لعاب در تولید بدنه سرامیکی	بررسی و تحلیل انواع لعاب با توجه به دسته‌بندی مواد اولیه، طبقه‌بندی لعاب براساس ویژگی‌های خاص با استفاده از استاندارد ملی ایران	بالاتر از حد انتظار	تحلیل، تعیین و طبقه‌بندی انواع لعاب و درصد اکسیدهای مورد استفاده در آنها	۳
			در حد انتظار	محاسبه درصد اکسیدهای مورد استفاده در لعاب براساس فرمول زگر، تعیین نقش هر یک از مواد سازنده لعاب، طبقه‌بندی لعاب‌ها براساس (مواد اولیه، دمای پخت، روش آماده‌سازی و رفتار نوری و ...)	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	دسته‌بندی انواع مواد اولیه ساخت لعاب، دسته‌بندی انواع لعاب	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره واحد یادگیری از ۳					
نمره واحد یادگیری از ۲۰					