

خلاصه و نکات مهم

دانش فنی تخصصی

رشته سرامیک پایه دوازدهم

کد ۲۱۲۵۰۸

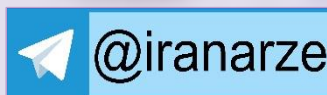
توضیحات:

- حیطه عمومی
- خلاصه + نکات مهم
- با قابلیت پرینت

برای دانلود رایگان جدیدترین سوالات استخدامی هنرآموز سرامیک ، اینجا بزنید

همچنین جهت مشاهده آخرین اخبار استخدامی آموزش و پرورش، اینجا بزنید

« انتشار یا استفاده غیر تجاری از این فایل، بدون حذف لوگوی ایران عرضه، [مجاز](#) می باشد »



## فهرست مطالب (برای مراجعه به هر بخش، روی آن بزنید)

- ❖ فصل اول: خلاصه دانش فنی تخصصی رشته سرامیک پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۰۸ - صفحه ۳
- ❖ فصل دوم: نکات مهم دانش فنی تخصصی رشته سرامیک پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۰۸ - صفحه ۴۲



## ❖ فصل اول: خلاصه دانش فنی تخصصی رشته سرامیک پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۰۸

دانش فنی تخصصی

پودمان ۱

### تحلیل روشهای طراحی بدنه های سرامیکی

طراحی اولین گام در تولید هر محصولی از جمله محصولات سرامیکی است. طراحی موفق یک محصول، نیاز به شناخت دقیق سلیقه و نیاز مخاطب آن دارد. مهارت در طراحی سبب میشود تا قطعه علاوه بر عملکرد مناسب جلوه های جدید و جذاب تری داشته باشد.

در طراحی هر قطعه، اصولی در نظر گرفته میشود که باعث عملکرد مناسب و مقبولیت آن محصول میشود. طراحی صحیح قطعه تعیین کننده عملکرد، ویژگیهای فنی و زیبایی است.

در طراحی یک قطعه عوامل فنی نیز در نظر گرفته میشود. به عنوان مثال طراح باید تغییر شکل بدنه در مرحله پخت را در نظر گیرد. بدنه های چینی بهداشتی در مرحله پخت بر اثر عواملی مانند وزن قطعه، نوع فرم بدنه یا انقباض پخت تغییر شکل میدهند.

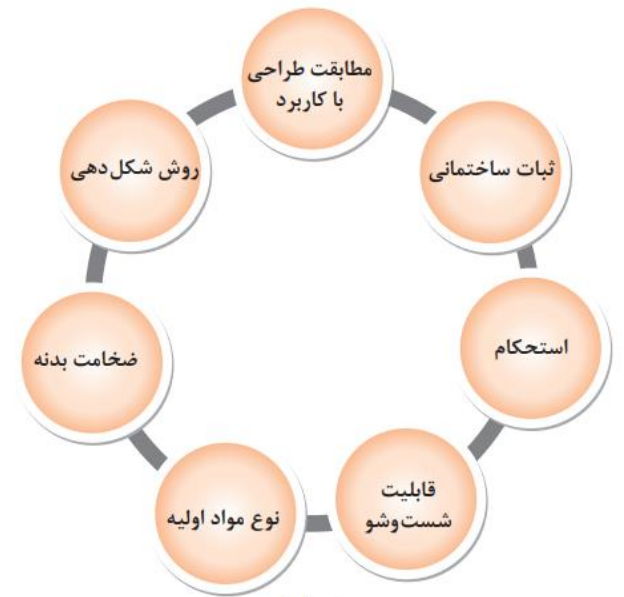
### اصول طراحی بدنه های سرامیک

برای طراحی بدنه سرامیکی به عوامل زیر باید توجه کرد:

الف) عوامل فنی - ب) جلوه و زیبایی

### عوامل فنی

مهمترین عوامل فنی که برای طراحی یک بدنه سرامیکی باید در نظر گرفته شود، شامل موارد زیر است:



۱ هماهنگی و مطابقت طراحی با کاربرد: هر قطعه براساس نوع کاربرد و عملکرد آن طراحی میشود.

۲ ثبات ساختمانی: منظور از ثبات ساختمانی این است که قطعه سرامیکی در محل مورد نظر ایستایی مناسبی داشته باشد و با لرزش و تکان، به سمت زمین سقوط نکند.

در طراحی یک قطعه شاخص های بسیاری توسط طراحان در نظر گرفته میشود تا ثبات ساختمانی ایجاد شود. از جمله آنها توجه به تناسب و تقارن طرح است که این عوامل بر زیبایی قطعه نیز تأثیرگذار است.

#### تناسب طولی:

تناسب صحیح اجزای طرح یکی از مهمترین ویژگیهای طرح است. ایجاد تناسب در قسمت های دهانه، گلوگاه و قسمت پایین بدنه از اهمیت بالایی برخوردار است و تعیین کننده شکل نهایی است. برای تعیین تناسب روشهای مختلفی وجود دارد که از جمله آنها تناسب طولی است. برای تعیین تناسب طولی از این روش استفاده میشود که شکل مورد نظر درون یک مربع یا مستطیل مماس بر آن در نظر گرفته میشود و نسبت ارتفاع به عرض بدنه مشخص میشود.

**نکته:** اجزایی که به بدنه اصلی مونتاژ میشوند در نسبت طولی در نظر گرفته نمیشوند.

یکی دیگر از ویژگیهای مهم یک طرح سازگاری و تناسب بین اجزای مختلف طرح است. چشم انسان سازگاری اجزای اغلب بدنه ها را به طور ناخودآگاه تشخیص میدهد. همچنین در بسیاری از بدنه ها ناسازگاری اجزای طرح بر روی عملکرد قطعه اثرگذار خواهد بود.

**تقارن:** بعضی از بدنه های سرامیکی دارای تقارن هستند. تقارن علاوه بر جنبه های زیبایی بر تعادل قطعه از لحاظ ایستایی تأثیرگذار است. ظروف سفالی که روی چرخ سفالگری ساخته میشوند از تقارن بالایی برخوردار هستند. همانطور که در شکل ۲۰ نشان داده شده برای تعیین تقارن قطعه، محور تقارن رسم میشود.



شکل ۲۰

۳ استحکام: یک قطعهٔ سرامیکی، باید دارای استحکام کافی در تمامی قسمت‌های طرح باشد. در بسیاری از بدنه‌ها لبه و برجستگی‌هایی روی بدنه در نظر گرفته می‌شود که بر استحکام قطعه تأثیرگذار هستند.

۴ قابلیت شستشو: در اغلب کاربردها نیاز است که قطعهٔ سرامیکی قابلیت شستشو داشته باشد. قطعاتی که طرح زاویه دار با تزیین پیچیده دارند، به آسانی شستشو نمی‌شوند.

نکته: در بسیاری از بدنه‌ها طراحی و برجستگیها در قسمت بیرونی قطعه ایجاد می‌شود تا مواد خوراکی درون آنها رسوب نکند.

۵ طراحی براساس نوع مواد اولیه: همانطور که قبلاً آموخته اید مواد اولیهٔ صنعت سرامیک به دو دسته پلاستیک و غیرپلاستیک دسته بندی می‌شوند. در صورتیکه در بدنهای از مواد غیرپلاستیک استفاده شود برای طراحی بدنه محدودیت بیشتری وجود دارد زیرا این مواد شکل پذیری مناسبی ندارند.

۶ ضخامت بدنه: ضخامت بدنه باید به اندازه‌های باشد که علاوه بر تأمین استحکام، وزن قطعه نیز مناسب باشد.

۷ روش شکل دهی:



سفالگری



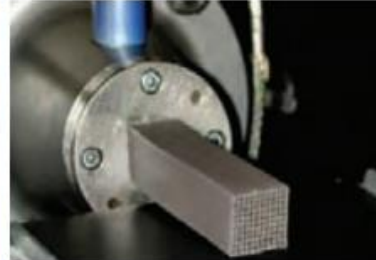
شکل دادن با دست



چیگر و جولی



ریخته‌گری دوغابی



اکستروژن

شکل ۲۹- روش‌های مختلف شکل‌دهی بدنهٔ سرامیکی

## جلوه و زیبایی

برای جذابتر شدن هر محصولی علاوه بر شکل ظاهری، رنگ، نقش و تزیین مناسب نیز در نظر گرفته میشود.

**نقش:** از تکرار یک طرح مشخص نقش به وجود می‌آید. نقش انواع مختلفی دارند که دو دسته از آنها نقش سنتی و هندسی است.

نقوش سنتی در هنرهای ایرانی مانند کتاب آرابی، کاشیکاری، گچبری، فرش و سفالگری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مهمترین ویژگیهای نقوش سنتی عبارتند از:

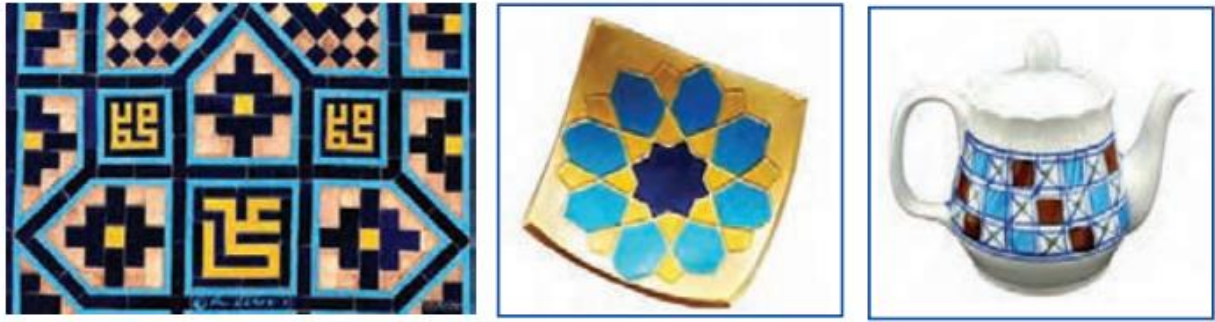
- نقطه شروع و پایان هر طرح مشخص است.

- گلها و برگها دارای جهت هستند.

- نظام طراحی با توجه به محل به کارگیری آن نظم مشخصی دارد. به عنوان مثال نظم به کارگیری نقش در کاشی با فرش متفاوت است.

نقوش هندسی مجموعه ای از نقوش هستند که برای ایجاد و ترکیب آنها از قواعد و روابط هندسی استفاده میشود. این نقوش در کاربردهایی مانند آینه کاری، گچبری، سفال، منبت و معرق مشاهده میشوند.





شکل ۳۵

در نقوش ساده هندسی شبکه هایی از اشکال هندسی مانند مربع، لوزی و مثلث با زوایای، ۳۰ یا ۶۰ درجه ترسیم میشوند. رنگ: یکی از جنبه هایی که در تزیین بدنه های سرامیکی مورد توجه قرار دارد استفاده از رنگ است. اگرچه برخی از بدنه ها بدون رنگ به بازار عرضه میشوند اما به کارگیری رنگ در بدنه هایی مانند ظروف مورد توجه قرار دارد. قرمز، زرد و آبی سه رنگ اصلی هستند و رنگهای دیگر، با ترکیب این سه رنگ اصلی ساخته میشوند.



شکل ۳۸- دایره رنگ

**نکته:** رنگهای سیاه، سفید و خاکستری با نام رنگهای آکروماتیک یا رنگهای بدون رنگدانه در نظر گرفته میشوند و به همین دلیل این سه رنگ در دایره رنگ قرار ندارند.

**هماهنگی رنگها:** منظور از هماهنگی رنگها آن است که رنگهایی که در یک خانواده یا طیف هستند در کنار هم به کار روند و هارمونی ایجاد کنند.

رنگ نارنجی از ترکیب دو رنگ اصلی زرد و قرمز به دست میآید. بنابراین سه رنگ زرد، قرمز و نارنجی در یک خانواده یا طیف قرار میگیرند. در فصل پاییز رنگهای زرد و نارنجی برگها هم طیف هستند. در شکل ۴۰ ظروف با رنگهای هم طیف آمده است.

**تضاد رنگها:** رنگها را میتوان در دو دسته سرد و گرم طبقه بندی کرد که در شکل زیر نشان داده شده است. به استفاده همزمان رنگهای سرد و گرم تضاد رنگها گفته میشود. در شکل زیر رنگ متضاد هر رنگ مقابل آن آمده است. قرار گرفتن رنگهای متضاد

در کنار همدیگر باعث ایجاد جذابیت میشود. قرمز و سبز، زرد و بنفش از جمله رنگهای متضاد هم هستند. قرار گرفتن یک رنگ گرم مانند زرد در کنار طیف رنگهای متضادش یعنی بنفش تمرکز و توجه را به سوی خود جلب میکند.



### طبقه بندی ظروف سرامیکی براساس طرح

یکی از روشهایی که برای طبقه بندی قطعات سرامیکی به کار میرود بر اساس طرح است. طرحهای مختلف انواع قطعات سرامیکی نشان داده شده است. تقریباً تمام ظروف سرامیکی را میتوان در یکی از دسته های زیر قرار داد:

۱- **ظروف دهانه تنگ و بطری ها:** این ظروف دارای دهانه ای باریک هستند که میتوان با استفاده از چوب پنبه یا درپوش دهانه آنها را محکم بست. ظروف دهانه تنگ یا بطری های گلی، ارتنوری و استونوری از گذشته های دور برای ذخیره کردن مایعات کاربرد داشته اند.

۲- **ظروف دهانه گشاد و خمره ها:** این نوع ظروف دهانه ای گشاد دارند که گاهی به در نیز مجهزند. از این ظروف برای ذخیره کردن موادی مانند حبوبات و ترشی استفاده میشود.

۳- **انواع پارچ و قوری:** شکال مختلفی از این نوع ظروف وجود دارند که همگی از یک ویژگی مشترک برخوردارند و آن این است که میتوان مایع داخل آن را بهصورت جریانی باریک و یکنواخت به بیرون هدایت کرد.

۴ **انواع کاسه و فنجان:** این ظروف معمولاً دهانه بازی دارند که برای مصرف مایعات و جامدات کاربرد دارند.

۵ **انواع بشقاب و سینی:** بشقابها و سینی ها ظروف کاملاً تخت هستند. این نوع ظروف را میتوان به شکلهای مختلف ساخت و از آنها برای مصرف غذا و یا فقط یک شیء تزئینی استفاده کرد.

### رسم طرح

در نمودار زیر مراحل رسم طرح آورده شده است. اولین مرحله برای طراحی یک قطعه ترسیم آن روی کاغذ است. برای رسم طرح باید اجزای مختلف آن را با دقت در نظر گرفت.



۱ رسم طرح روی کاغذ با در نظر گرفتن اصول طراحی

۲ تبدیل طرح به نقشه

۳ ساخت نمونه اولیه طرح

۴ بررسی طرح و اصلاح آن در صورت لزوم

معمولا طراحی بدنه‌ها با استفاده از نرم افزارها انجام میشود. به عنوان مثال طراحی بدنه توربین‌ها با نرم افزار انجام میگردد که از جمله این نرم افزارها CAD، CAM و اتوکد است. در این نرم افزارها طراحی قطعه از یک طرح دو بعدی شروع میشود و سپس با بعد بخشیدن به آن طراحی کامل میشود.



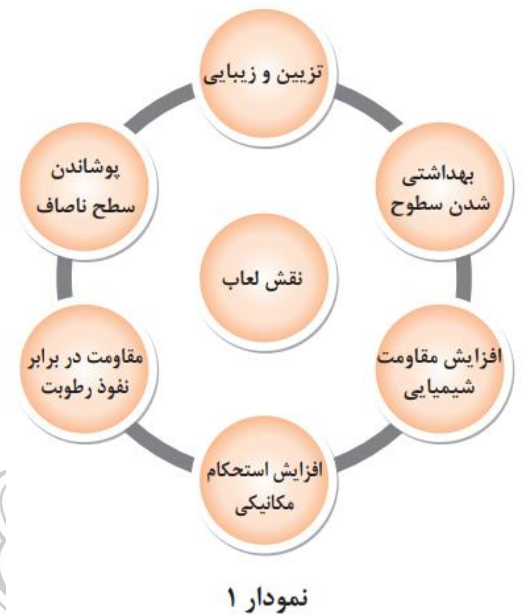
## پودمان ۲

### 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.

### لعاب

لعاب آمیزی از مواد اولیه سرامیکی است که به صورت لایه ای نازک روی قطعه اعمال میشود. این لایه در مرحله پخت ذوب میشود و حالت شیشه ای پیدا میکند. لعاب باعث ایجاد و تقویت ویژگیهای بیان شده در نمودار ۱ میشود.

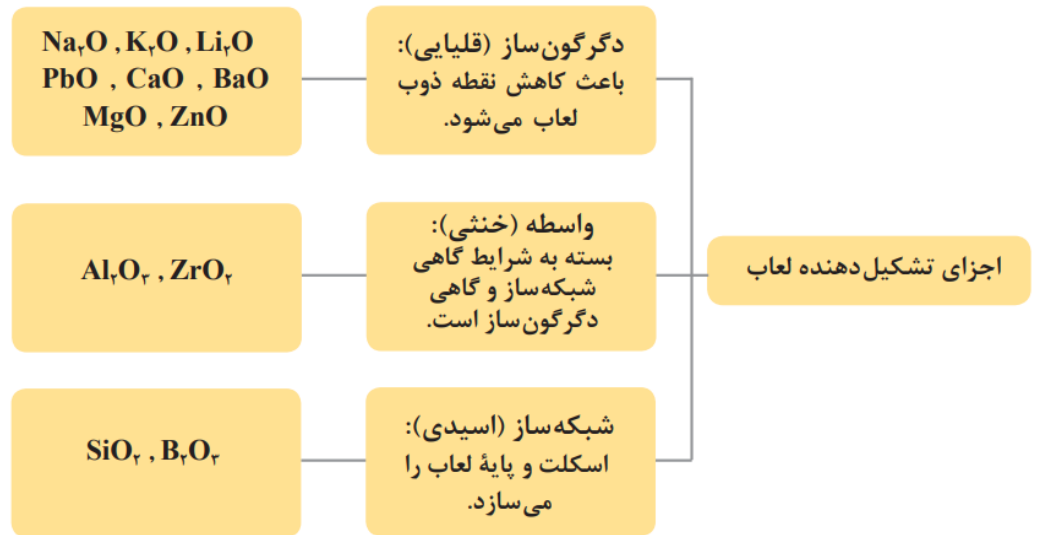


## تاریخچه لعاب

پیشینه لعاب به حدود ۵۰۰۰ سال قبل و در ایران به دوره هخامنشیان بازمیگردد. همچنین در میان جاذبه های تاریخی و آثار دوران اسلامی، مسجدها از جمله مکانهایی هستند که از کاشی های متنوع لعابدار در ساخت آنها استفاده شده است. در سده های گذشته در ایران برای تهیه لعاب از سه ماده قلیا، سنگ چخماق و خرده شیشه استفاده میکردند. قلیا را از خاکستر گیاه کویری اِشنون به دست می آوردند. این گیاه حاوی سدیم، کلسیم و پتاسیم است. در کشور ما، منطقه چغازنبیل (استان خوزستان، شهرستان شوش) یکی از مراکز استفاده از لعاب به شیوه سنتی بوده است.

## اجزای تشکیل دهنده لعاب

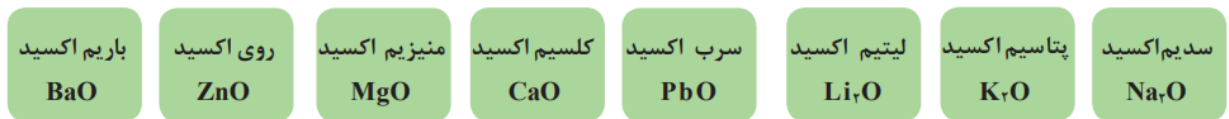
آمیز لعاب از سه گروه ماده اولیه تشکیل شده است که این مواد شامل اکسیدهای دگرگون ساز، واسطه و شبکه ساز است که در نمودار زیر نشان داده شده است:



دسته بندی اجزای تشکیل دهنده لعاب

### دگرگون سازها

مواد دگرگون ساز در لعاب باعث کاهش نقطه ذوب آمیز میشوند. معمولا برای تأمین این مواد، از اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی جدول تناوبی استفاده میشود. برخی از این اکسیدها در نمودار زیر نشان داده شده است:



اکسیدهای قلیایی

### سدیم اکسید و پتاسیم اکسید ( $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{K}_2\text{O}$ )

این اکسیدها کمک ذوب های قوی هستند و نقش مؤثری در کاهش دمای ذوب دارند. سدیم اکسید تأثیر بیشتری نسبت به پتاسیم اکسید در کاهش دمای ذوب لعاب دارد. در بیشتر لعابها برای تأمین گدازآور از ترکیبات معدنی حاوی سدیم اکسید و پتاسیم اکسید استفاده میشود. تأثیر سدیم اکسید و پتاسیم اکسید در لعاب در نمودار زیر نشان داده شده است.



تأثیر سدیم اکسید و پتاسیم اکسید در لعاب

### لیتیم اکسید ( $\text{Li}_2\text{O}$ ):

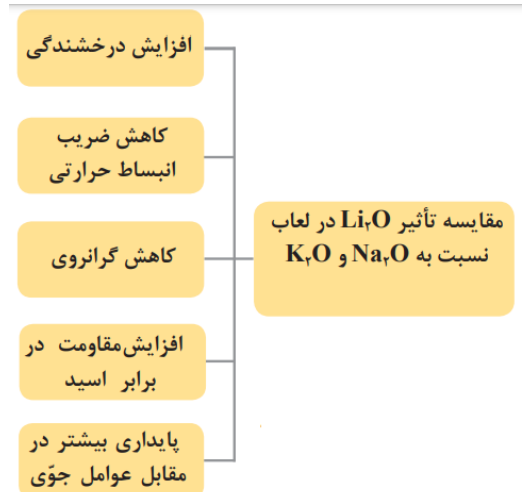
بعد از سدیم اکسید و پتاسیم اکسید، یکی از اکسیدهای قلیایی که به عنوان گدازآور در لعاب به کار میرود، لیتیم اکسید است. این اکسید نسبت به اکسیدهای قلیایی دیگر از قیمت بالاتری برخوردار است.

در نمودار زیر برخی از ویژگیهای لیتیم اکسید مانند ضریب انبساط، درخشندگی و پایداری جوی با اکسیدهای  $\text{Na}_2\text{O}$  و  $\text{K}_2\text{O}$  مقایسه شده است.

منابع تأمین کننده لیتیم اکسید

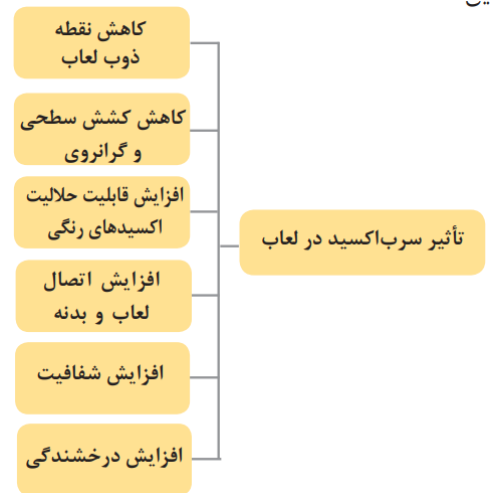
$\text{Li}_2\text{CO}_3$	لیتیم کربنات
$\text{Li}_2\text{SiO}_3$	لیتیم سیلیکات
$\text{LiAlO}_2$	لیتیم آلومینات
$\text{LiF}$	لیتیم فلورید

مقایسه تأثیر لیتیم اکسید در لعاب نسبت به سدیم اکسید و پتاسیم اکسید



سرب اکسید  $\text{PbO}$ :

این اکسید از گدازآور ای قوی است که بیشتر در لعابهای هنری کاربرد دارد. تأثیر سرب اکسید در لعاب در نمودار زیر آورده شده است.



### تأثیر سرب اکسید در لعاب

کلسیم اکسید و منیزیم اکسید ( $\text{CaO}$  و  $\text{MgO}$ ):

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

مهمترین منابع تأمین کننده اکسیدهای کلسیم و منیزیم- تأثیر اکسیدهای کلسیم و منیزیم در لعاب



$\text{CaCO}_3$	کلسیم کربنات
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	دولومیت
$3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	تالک

### روی اکسید و باریم اکسید $\text{ZnO}$ و $\text{BaO}$

اکسیدهای روی و باریم بعد از سرباکسید 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 شبکه سازها میشوند.

زیرکونیوم اکسید ( $ZrO_2$ )

آلومینیوم اکسید ( $Al_2O_3$ )

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 می سازد تا دمای الزم را تحمل کند. مقدار زیاد آلومینیوم اکسید سختی لعاب را افزایش میدهد و آن را در مقابل سایش و عوامل شیمیایی مقاوم می کند.

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

منبع تأمین این اکسید معمولاً کائولن و فلدسپاتها است.

### زیرکونیوم اکسید ( $ZrO_2$ ):

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

نکته: در عیب پوست تخم مرغی، سطح لعاب پس از پخت همانند سطح پوسته تخم مرغ ناصاف است و در صورت پیشرفت، اندازه حفره ها ۱ بزرگتر میشود که به آن عیب پوست پرتقالی گفته میشود.

### شبكة سازها

شبكة سازها استخوان بندی و پایه لعاب را تشکیل میدهند. در صنعت لعابسازی به نام اکسیدهای اسیدی معروف هستند. از مهمترین اکسیدهای شبكة ساز میتوان سیلیسیم اکسید و بوراکسید را نام برد.

بوراکسید  $B_2O_3$

سیلیسیم اکسید  $SiO_2$

مهمترین اکسیدهای شبکه ساز

### سیلیسیم اکسید ( $SiO_2$ )



از مهمترین شبکه سازها در لعاب است که در تمام ترکیبهای لعاب از آن استفاده میشود. سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) عمده ترین تأمین کننده سیلیسیم اکسید است، نقطه ذوب بالایی (حدود  $1700^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس) دارد، ولی در حضور اکسیدهای گدازآور (قلیایی) نقطه ذوب آن کاهش مییابد.

### بوراکسید ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ):

یکی دیگر از اکسیدهای شبکه ساز است که در کنار سیلیس در بسیاری از لعاب ها استفاده میشود. بوراکسید، اکسیدهای فلزی مختلفی را در خود حل میکند و به لعاب، ظاهری براق و درخشنده میدهد.

افزایش چسبندگی لعاب به بدنه	تأثیر بوراکسید در لعاب	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	بوراکس آبدار
تولید شیشه براق و درخشنده		$\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	بوریک اسید
		$2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	کلمانیت

مهمترین منابع تأمین کننده بوراکسید:

### نمایش آمیز لعاب

برای نشان دادن آمیز لعاب، روشهای مختلفی وجود دارد:

۱ نسبت مولی اکسیدها - فرمول زگر

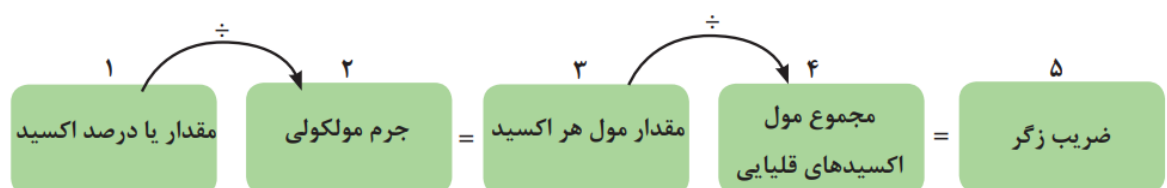
۲ درصد وزنی مواد اولیه - فرمول آمیز

۳ درصد وزنی اکسیدها - فرمول شیمیایی.

### فرمول زگر

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

مراحل محاسبه فرمول زگر عبارت است از:



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

جدول ۸- درصد وزنی اکسیدهای آمیز یک لعاب

نوع اکسید	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO
درصد وزنی	۵۰/۲۰	۱۸/۵۰	۱۴/۳۶	۱۰/۲۰	۶/۴۰	۰/۴۰

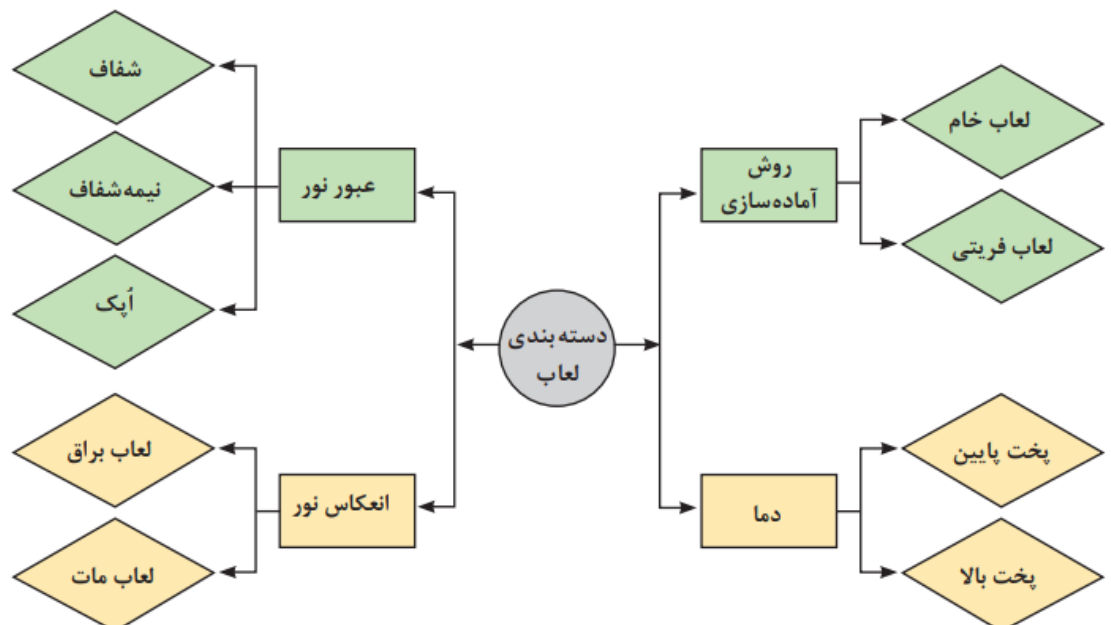
حل:

جدول ۹- محاسبه فرمول زگر یک لعاب

ضریب زگر	مجموع مول اکسیدهای قلیایی	مقدار مول اکسید	جرم مولکولی	مقدار (درصد)	نام اکسید
۲/۹۰۹	۰/۲۸۷	۰/۸۳۵	۶۰/۱	۵۰/۲۰	SiO <sub>2</sub>
۰/۹۲۳	۰/۲۸۷	۰/۲۶۵	۶۹/۶	۱۸/۵۰	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
۰/۴۸۸	۰/۲۸۷	۰/۱۴۰	۱۰۲	۱۴/۳۶	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
۰/۵۷۱	۰/۲۸۷	۰/۱۶۴	۶۲	۱۰/۲۰	Na <sub>2</sub> O
۰/۳۹۷	۰/۲۸۷	۰/۱۱۴	۵۶/۱	۶/۴۰	CaO
۰/۰۳۱	۰/۲۸۷	۰/۰۰۹	۴۰/۳	۰/۴۰	MgO

## انواع لعاب

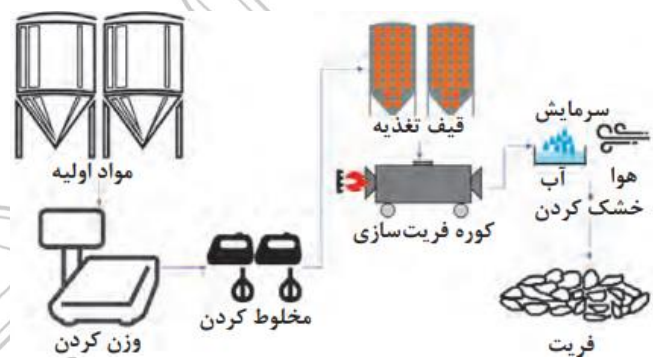
تقسیم بندی لعاب ها بر اساس معیارهای مختلفی صورت میگیرد و معیار تقسیم بندی مشخصی وجود ندارد.



### ۱- دسته بندی لعاب ها از نظر روش آماده سازی

**لعاب فریتی:** برخی از مواد اولیه لعاب سمی و برخی نیز در آب محلول هستند. مواد سمی 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 راه حل 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 سمی از آن خارج شود.

**فریت سازی:** در این فرایند، مواد اولیه 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. خرده شیشه های ایجاد شده را خشک کرده، بسته بندی یا آسیاب میکنند تا برای مرحله بعدی آماده شوند.



فرایند فریت سازی

کارگاه ها، لعاب فریت را خریداری کرده و با افزودن موادی مانند کائولن و افزودنی های دیگر، لعاب مورد نظر خود را میسازند. در این حالت از فریت به عنوان پایه لعاب استفاده میشود.

دلایل دیگر فریت سازی خروج مواد فرار 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.



دسته بندی لعاب های فریتی

در لعابهای فریتی از بوراکسید و یا سرباکسید استفاده میشود. این اکسیدها در محدوده دمایی ۱۰۵۰-۱۱۵۰ درجه سلسیوس بخار میشوند، بنابراین لعاب های فریتی در دماهای زیر ۱۲۰۰ درجه سلسیوس کاربرد دارند.

**لعاب خام:** در مواردی که ترکیب لعاب حاوی مواد محلول در آب و سمی نباشد و محدودیت دمایی پخت نیز وجود نداشته باشد، مواد اولیه به صورت خام (طبیعی) مخلوط و آماده سازی میشود.

این گروه از لعابها دارای نقطه ذوب بالایی است و مقدار زیادی سیلیس و مقدار کمی مواد قلیایی دارد. لعاب های خام دمایی پخت بالای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس دارند و معمولا برای لعاب کاری چینی ها و قطعات با دمایی پخت بالا استفاده میشوند. مهمترین بدنه هایی که لعاب خام برای آنها به کار میرود عبارتند از:

۱- رسی (سنتی)

۲- چینیهای نرم

۳- چینیهای سخت

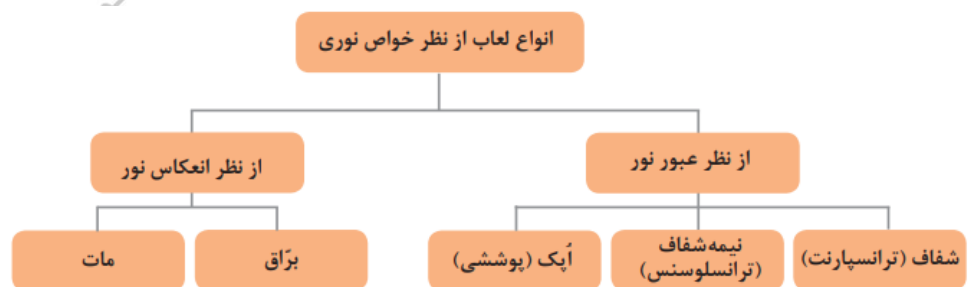
۴- چینیهای آزمایشگاهی

۵- آهکی

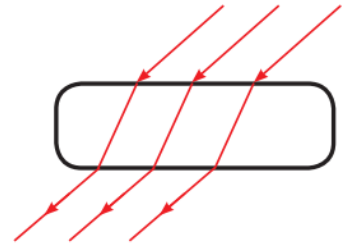
۶- دولومیتی

## ۲- دسته بندی لعاب ها از نظر خواص نوری

یکی از متداولترین تقسیم بندیهای لعابها، تقسیم بندی بر مبنای عکس العمل لعاب در برابر نور است.



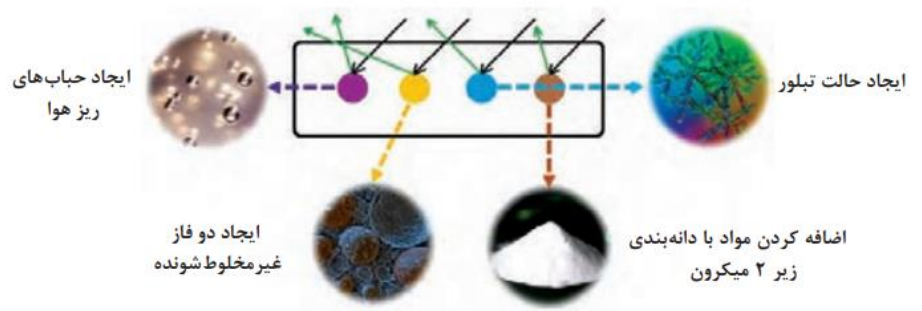
**لعاب شفاف:** لعاب شفاف لایه ای شیشه ای است که نور را به خوبی از خود عبور میدهد، بنابراین رنگ بدنه دیده میشود؛ به عبارتی، رنگ نهایی محصول ناشی از رنگ بدنه است. این نوع لعاب در صورت رنگی بودن نیز مانند شیشه های رنگی عمل میکند.



**لعاب نیمه شفاف:** لعاب نیمه شفاف 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 اپک سطح بدنه را طوری میپوشاند که رنگ بدنه قابل مشاهده نیست (نور را از خود عبور نمی دهد). در حالتی که رنگ بدنه مطلوب نباشد، از این نوع لعاب استفاده می شود.

حالت اپک در لعاب در اثر تابش و سپس پراکنش نور در نتیجه برخورد آن با ذرات بسیار ریز و پراکنده موجود در لعاب به وجود می آید.



برخی از روشهای ایجاد حالت اپک در لعاب

مواد اپک کننده لعاب

ZrO <sub>۲</sub>	زیرکونیوم اکسید	TiO <sub>۲</sub>	تیتانیوم اکسید	SnO <sub>۲</sub>	قلع اکسید
CaF <sub>۲</sub>	فلورین	Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	آلمینیوم اکسید	ZrSiO <sub>۴</sub>	زیرکونیوم سیلیکات
BaO	باریم اکسید	ZnO	روی اکسید	Sb <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	آنتیموان اکسید

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

دسته بندی لعاب از نظر انعکاس نور

لعاب های براق و مات:

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

لعاب براق، لعابی است که تمام یا بخش عمده از نور تابیده شده به سطح لعاب را منعکس می کند. درخشندگی و جالی لعاب براساس نوع و میزان تابش نور، متفاوت است. لعاب مات بخش عمده نور تابیده شده به سطح لعاب را جذب میکند و مقدار ناچیزی را منعکس میکند؛ در نتیجه سطح لعاب دارای درخشندگی نخواهد بود.

### دسته بندی لعاب از نظر دمای پخت

لعابها از نظر دمای پخت به دو دسته دماپخت پایین و دماپخت بالا تقسیم میشوند. درجه پخت لعاب های دماپخت پایین زیر ۱۱۵۰ درجه سلسیوس است و درجه پخت لعاب های دماپخت بالا ، بالای ۱۱۵۰ درجه سلسیوس است. راکو و ماجولیکا مثالهایی از محصولات سرامیکی دارای لعاب دماپخت پایین و چینی بهداشتی و پرسیالان دارای لعاب دماپخت بالا هستند.

### لعاب های خاص

لعاب های خاص لعاب هایی هستند که بیشتر کاربرد تزئینی، هنری یا خاص دارند و در بسیاری موارد از نظر مقاومت مکانیکی و شیمیایی و ظاهر با لعاب های معمولی متفاوت هستند. لعابه ای تبخیری، احیایی، لوستر، زرین فام، سالدون و آنتی باکتریال جزء لعابهای خاص به شمار می آیند.

### ۱- لعاب تبخیری:

برای ایجاد این لعابها از نمک استفاده میشود. برای تولید لعاب تبخیری (نمکی) مقداری پودر نمک طعام یا آبنمک در کوره ای که در حدود دمای پخت کار میکند، پاشیده میشود. پودر یا آب نمک پاشیده شده در کوره تبخیر میشود و بخار سدیم تولیدشده بر روی سطح قطعه مینشیند و بهدلیل اینکه سدیم یک کمک ذوب قوی است، باعث تشکیل یک لایه لعاب میشود.

### ۲ لعابهای احیایی:

لعابهای احیایی اغلب لعاب های رنگی هستند که در شرایط اتمسفر به شدت احیایی کوره ایجاد میشوند. لعابهای لوستر و زرین فام، سالدون و قرمز چینی لعاب های احیایی به شمار میروند.

### ۳ لعاب لوستر:

لعابهای لوستر لعاب های تزئینی هستند که در سطح آنها بر اثر انجام واکنشهای احیا، لایه بسیار نازک فلزی با جالی فلزی رنگین کمانی تشکیل میشود که بسیار چشم نواز است.

۴ لعاب زرین فام: تولید این لعاب از افتخارات بزرگ هنر سرامیک ایران است و یکی از ریشه های علم نانو به شمار میرود. لعاب زرینفام، با تشکیل لایه بسیار نازکی از نانو ذرات مس یا نقره با جالی فلزی در طیفهای رنگی گوناگون به وجود می آید.



فرایند تولید لعاب زرین فام 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.

**لعاب سلادون:** رنگ سبز روشن در لعاب را که از احیای اکسیدهای فلزی به دست می آید، 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.

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

**لعاب های دوده:** ابتدا قطعه سرامیکی را با یک لعاب معمولی لعاب کاری میکنند. سپس بر روی آن با لعابی که در هنگام ذوب دارای گرانیروی پایینی است، لعاب کاری یا نقاشی میکنند. در فرایند پخت، این لعاب به خاطر داشتن گرانیروی کم بر روی لعاب زیرین جریان یافته، شره کرده و حتی در آن نفوذ میکند که این امر باعث میشود نقوش زیبایی تصادفی به وجود آید. برای جلوه گری بیشتر میتوان لعابهای دوده (نفوذی) را با چندین رنگ مختلف به کار گرفت که در اثر مخلوط شدن آنها در هنگام پخت رنگهای جالبی ایجاد میشود.

**لعاب ترک دار:** لعاب ترک دار (کراکوله) نوعی لعاب است که پس از پخت، در سطح آن ترک ایجاد میشود. برای ایجاد این ترک ها در لعاب باید ضریب انبساط حرارتی لعاب به گونه ای 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 ترک خوردن لعاب میشود.

برای افزایش ضریب انبساط حرارتی لعاب میتوان درصد اکسیدهای قلیایی را افزایش و در مقابل درصد  $SiO_2$  و  $Al_2O_3$  را کاهش داد.

در بعضی از موارد بعد از پخت لعاب ترک دار با لعاب دیگری داخل ترک ها را پر می کنند و دوباره این لعاب را پخت میکنند.



## لعاب پوست ماری

این نوع لعاب در هنگام ذوب شدن بر روی بدنه سرامیکی به شدت جمع میشود؛ به طوری که در اثر این انقباض شکل هایی مشابه پوست مار یا شبکه رگهرگه حاصل میشود. حالت جمع شدگی 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  $NiO$ ،  $V_2O_5$ ،  $Cr_2O_3$  استفاده می شود.



شکل ۲۸- لعاب پوست ماری

## لعاب بلوری

برای تزئین لعاب شرایطی فراهم میآورند تا در فاز آمورف لعاب، مقداری فازهای بلوری به وجود آید. وجود دانه ها و رگه های بلوری در زمینه شیشه ای جلوه زیبایی به لعاب میدهد. برای ایجاد فاز بلوری در لعاب سه روش را میتوان به کار برد:

۱- آمیز لعاب به گونه ای تعیین شود تا در هنگام ذوب گرانیروی 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.

**لعاب مینا:** به پوشش های شیشه ای اعمال شده بر روی بدنه های فلزی، مینا گفته میشود. این پوششها برای ایجاد رنگ و جلوه ای 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 لایه انگوب آورده میشود. انگوب باعث تطبیق ضریب انبساط حرارتی و چسبندگی لعاب اصلی و بدنه میشود.

**اکسید فلزهای واسطه:** اکسید فلزات گروه عناصر واسطه به عنوان رنگدانه طبیعی یا مصنوعی در لعاب استفاده میشوند. رنگ ایجاد شده به لعاب پایه و نوع اکسیدها بستگی دارد. تولید رنگ یا رنگ زایی این اکسیدها (رنگدانه ها) وابسته به شرایط زیر است:



**جوهر:** 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.

### آماده سازی لعاب رنگی

برای رنگی کردن لعاب میتوان رنگدانه را به طور مستقیم به فرمول آمیز لعاب اضافه کرد. پس از فرایند سایش و گرانول سازی، لعاب رنگی به دست میآید. پس از آماده شدن دوغاب لعاب رنگی میتوان آن را با قلم مو یا پیستوله بر روی بدنه بیسکویت یا روی لعاب پخت نشده اعمال کرد.

### آماده سازی لعاب

فرایند آماده سازی لعاب سه مرحله دارد:



برای ساخت لعاب در کارگاه، با استفاده از فرمول ساخت لعاب، تجهیزاتی مانند ترازو، هاون شیشه ای یا چینی و دسته آن، استوانه مدرج آزمایشگاهی و الک مش ۱۰۰ یا بالتر نیاز است.

### کنترل کیفی لعاب

برای بررسی کیفیت قطعات سرامیکی لعاب کاریشده و بهبود کیفیت آن باید دوغاب لعاب و مذاب آن و قطعات لعاب کاری شده 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

## گرانروی

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

مدت زمان ماندن در  
دمای مشخص

دما

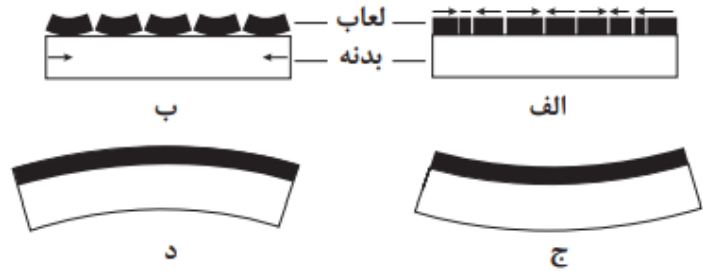
ترکیب شیمیایی

## کشش سطحی

جاری شدن و شره 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 به وجودآمده جلوگیری میکند؛ با کاهش کشش سطحی خروج گازها راحتتر است.

## انبساط حرارتی

مقدار ضریب انبساط حرارتی لعابها معمولا در حدود  $\frac{1}{10^7} \times \text{عدد}$  °C است. اگرچه این مقدار بسیار کوچک به نظر میرسد، ولی در صنعت لعاب سازی تأثیرات زیادی به وجود می آورد. ضریب انبساط حرارتی لعابها باید معمولا 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، پدیدگی ظاهر میشود (شکل ب و د).



اگر یک بدنه 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 قطعه نازک به شکل مقعر یا محدب خمیده میشود.

### سختی لعاب

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

**سختی سنجی 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 اندازه گیری میشود.

**سختی سنجی عمقی:** در این روش توسط رأس الماس مخروطی شکل، به سطح لعاب با نیروی مشخصی فشار وارد میشود و عمق فرورفتگی حاصل از نیروی وارد شده اندازه گیری میشود. در این روش سختی در یک محدوده از سطح اندازه گیری میشود، بنابراین مقدار سختی به دست آمده تعیین کننده سختی لعاب در کل سطح نیست.

**سختی سنجی سایشی (استحکام سایشی):** در این روش مقدار افت وزن لعاب بر اثر سایش به وسیله مواد سختتر اندازه گیری میشود که نشان دهنده میزان سختی لعاب است. ماسه سیلیسی و سیلیسیم کارباید به عنوان مواد ساینده استفاده میشوند **سختی سنجی ضربه ای:** در این روش استحکام ضربه ای لعاب اندازه گیری میشود.

### مقاومت به خوردگی شیمیایی

مقاومت و پایداری لعاب در مقابل عواملی مانند رطوبت، گازها و بخارات، اسیدها و قلیایی ها را مقاومت به خوردگی شیمیایی لعاب گویند. لعاب با ترکیب شیمیایی معین در مقابل عواملی مانند آب، اسید، قلیایی ها و گازها به طور مختلف پایداری و عکس العمل نشان میدهد.

### پودمان ۳

### طبقه بندی عملکردی مواد خودگیر

در صنایع سرامیک سیمان، گچ و آهک به عنوان مواد خودگیر شناخته میشوند.

## سیمان

سیمان در ترکیب با سنگدانه های ماسه و آب، بتن را ایجاد میکند. سیمان مانند یک چسب سنگدانه ها به یکدیگر میچسباند.



سیمان پودری نرم و جاذب آب است. در ترکیب با آب واکنش میدهد و ماده حاصل از این واکنش مانند چسب عمل میکند و پس از گیرش در تماس با آب پایدار است.



ملات ماده خمیری است که از ترکیب ماده چسباننده (مانند سیمان) و ماده پرکننده (مانند ماسه) همراه با افزودنیها به دست میآید.

**نکته:** میل ترکیبی سیمان با آب و ایجاد اتصال و سفت شدن آن به دلیل خاصیت هیدرولیکی سیمان است.

اکسیدهای اصلی که در سیمان وجود دارند شامل موارد زیر است:

آهن اکسید

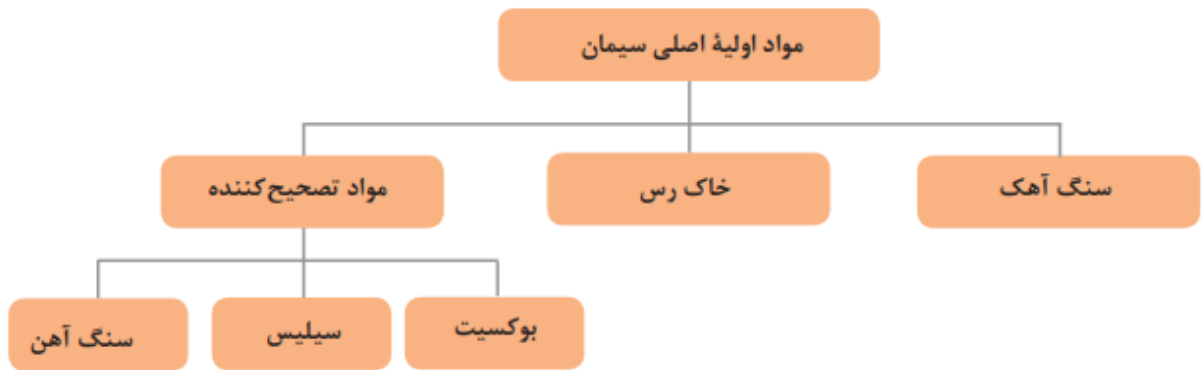
آلومینیوم اکسید

سیلیسیم اکسید

کلسیم اکسید

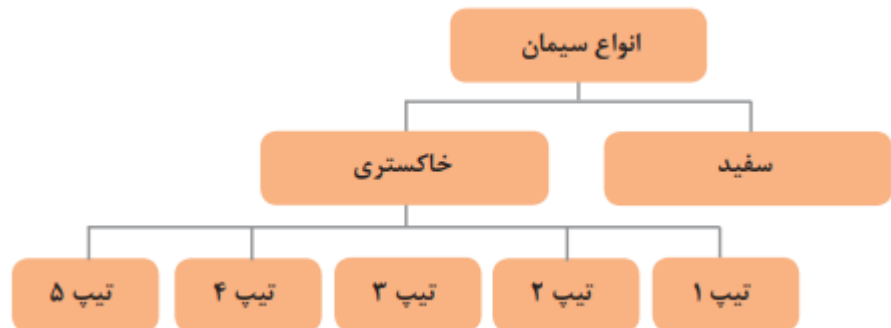
علاوه بر اکسیدهای اشاره شده در نمودار بالا اکسیدهای دیگری مانند منیزیم اکسید و سایر اکسیدهای قلیایی نیز از طریق مواد اولیه به ترکیب سیمان وارد میشوند.





## انواع سیمان

بر اساس رنگ ظاهری، سیمان پرتلند یا ساختمانی در دو رنگ سفید و خاکستری به بازار عرضه میشود.



**نکته:** گاهی وجود یونهای سولفات در محیط باعث تخریب بتن میشود. در اثر واکنش شیمیایی بین سولفات ها و یکی از اجزای سیمان کریستال های سوزنی تشکیل میشود که حجم زیادی دارند و باعث ایجاد ترک در بتن میشوند. یون سولفات در زمینهای سولفات دار و آب دریا وجود دارد.

سیمان تیپ ۱	- این سیمان، سیمان پرتلند معمولی است. برای مصارف عمومی مانند ساخت جاده، پل، ملات بنایی و ساخت مخازن کاربرد دارد. - در مواردی که بتن در معرض سولفات‌ها نباشد، به کار می‌رود.
سیمان تیپ ۲	- در محیط دارای سولفات‌های متوسط، به کار می‌رود. - از لحاظ گیرش، سیمان نوع ۲ کندتر از سیمان نوع ۱ است و حرارت کمتری آزاد می‌کند. در ساختمان‌هایی که سازه‌های حجیم دارند، به کار می‌رود.
سیمان تیپ ۳	- این سیمان حرارت بیشتری نسبت به نوع ۱ آزاد می‌کند. - به این نوع سیمان، سیمان زودگیر نیز می‌گویند. - سیمان تیپ ۳ در مناطق با هوای سرد و مناطقی که نیاز به بهره‌برداری سریع سازه است، استفاده می‌شود.
سیمان تیپ ۴	- این نوع سیمان دیرگیر است و حرارت کمتری تولید می‌کند. - در موارد بتن‌ریزی‌های حجیم، مانند سدسازی به کار می‌رود.
سیمان تیپ ۵	- سیمان ضد سولفات است و در محیط‌های در معرض سولفات به کار می‌رود.

## عامل تفاوت رنگ انواع سیمان چیست؟

رنگ خاکستری سیمان به دلیل وجود درصد اکسید آهن بالا در آن است و سیمان سفید اکسید آهن بسیار کمتری نسبت به سیمان خاکستری دارد. مصارف سیمان سفید بسیار محدودتر از سیمان خاکستری است.

درصد وزنی اکسیدهای اصلی در سیمان پرتلند سفید و خاکستری

سیمان پرتلند سیاه	سیمان پرتلند سفید	اکسید
۲۱	۲۲	SiO <sub>۲</sub>
۶۳	۶۶	CaO
۴	۶	Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>
۳	۰/۳	Fe <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>
۳	۱	MgO
۶	۴/۷	اکسیدهای دیگر
۱۰۰	۱۰۰	جمع

## تولید سیمان

به طور کلی برای تولید سیمان از چهار روش شامل تر، نیمه‌تر، نیمه خشک و خشک استفاده می‌شود. از میان این روشها، روش خشک آخرین فناوری تولید سیمان است که امروزه مرسوم بوده و در بسیاری از واحدهای تولیدی در کشور ما به کار می‌رود. در روش تر مواد اولیه تبدیل به دوغاب می‌شود و در روشهای نیمه تر و نیمه خشک این دوغاب پیش از ورود به کوره به کیک (تکه های گل یا آماج) تبدیل می‌شود.

روش تر : مواد اولیه به صورت دوغاب وارد کوره می‌شود.

روش نیمه تر : از دوغاب آگیری شده مواد اولیه (کیک با رطوبت بالا) استفاده می‌شود.

روش نیمه خشک: از دوغاب آگیری شده مواد اولیه (کیک با رطوبت کم) استفاده می‌شود.

روش خشک: مواد اولیه به صورت خشک استفاده می‌شود.

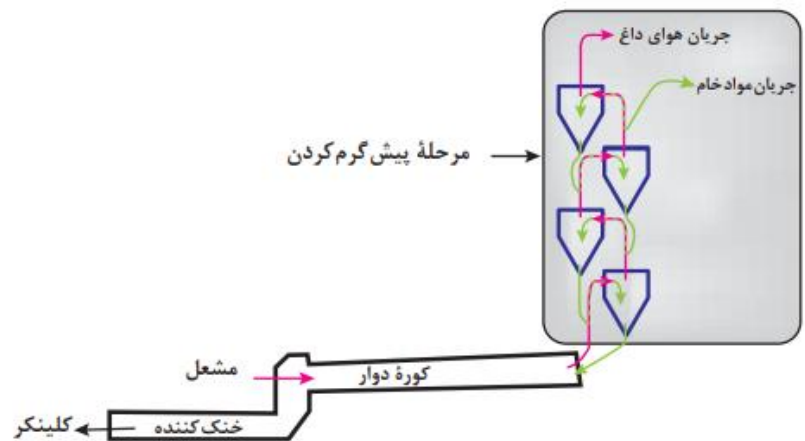
در تولید سیمان به روش خشک، ابتدا سنگ آهک خرد میشود. پس از خردایش سنگ آهک، با رس و مواد افزودنی (مانند سیلیس، آهن اکسید) در یک سالن با یکدیگر مخلوط میشوند یا در دو سالن جداگانه ریخته میشوند و قبل از ورود به آسیاب با یکدیگر مخلوط میشوند.

برای ریختن مواد در سالن تنظیم مواد از ریزنده و برای برداشت آنها از بردارنده استفاده میشود.

سپس مواد آسیاب میشوند تا ضمن پودر شدن، بهصورت یکنواخت با یکدیگر مخلوط شوند. در آسیاب، مواد اولیه خرد شده به نسبت‌های لازم وارد آسیاب میشوند.

ترکیب مواد اولیه که همان خوراک کوره نام دارد، غبارگیری میشود و وارد سیلوهای ذخیرهسازی میشوند. پس از نمونه‌گیری و اطمینان از تنظیم بودن ترکیب مواد خام، مواد به سیلوهای ذخیره خوراک فرستاده میشوند. در این قسمت مواد آماده پیشگرم و مصرف در کوره هستند.

مواد خام آسیاب شده، وارد مرحله پیشگرم میشوند تا قسمتی از فرایند پخت انجام شود. مرحله پیشگرم شامل تعدادی سیکلون است که مواد پودری در خالف جریان هوای داغ جاری میشوند. پیشگرم برای گرم کردن مواد اولیه و کلسینه کردن بخش عمده آن است که قبل از ورود مواد به کوره انجام میشود. این فرایند در سیکلونهایی که جهت جریان مواد بر خلاف جهت جریان هوای داغ است، انجام میگردد. دمای مواد اولیه در مرحله پیشگرم تا محدوده تقریبی ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سلسیوس افزایش مییابد و سپس مواد اولیه کلسینه شده وارد مرحله پخت در کوره میشوند.



مسیر جریان هوای داغ و مواد در سیکلونهای پیشگرم سیمان

**نکته:** معمولاً جریان هوای گرم در سیکلونهای پیشگرم از حرارت کوره تأمین میشود.

مواد اولیه پس از طی کردن مرحله پیشگرم وارد کوره میشوند. واحدهای پیشگرم و کوره به عنوان قلب کارخانه نقش اصلی را در تولید سیمان ایفا میکنند.

برای حفظ ترکیب و نوع فازهای سیمان، پس از خروج سیمان از کوره باید خنک کردن کلینکر سریع انجام شود. انواع رایج خنک کن های مورد استفاده در سیمان شامل موارد زیر است:

### خنک کن دوار

این خنک کن ها به شکل استوانه هستند و با سرعت مشخصی میچرخند که مواد پس از خروج از کوره در آن خنک میشوند.

### خنک کن سیارهای (گوشواره ای)

در خنک کن سیارهای در انتهای کوره، تعدادی لوله خنک کننده در اطراف محیط دایره ای کوره قرار داده شده اند که به دور کوره میچرخند.

### خنک کن شبکه ای (گریتی)

خنک کن های شبکه ای (گریتی) از رایج ترین و جدیدترین خنک کن ها هستند که در آنها جریان هوا از طریق صفحات مشبک مواد را خنک میکنند. در خنک کن های سیارهای و دوار، هوا و مواد در جهت معکوس هم حرکت میکنند، ولی در خنک کن های شبکه ای جریان حرکت هوای خنک کن به صورت متقاطع و در جهت حرکت مواد است.

در این خنک کن ها هوای گرم حاصل از سرمایش مواد خروجی از کوره دوار، برای پیشگرم در سیکلون استفاده میشود.

### استفاده از مواد خودگیر در ساخت سنگرها و تجهیز سازه های مورد نیاز دفاع مقدس

در دوران دفاع مقدس جهادگران این سنگسازان بیسنگر با استفاده از قطعات (رینگ) بتنی دارای مواد خودگیر به شکل مربع، مستطیل یا هلالی با عرض تا یک متر و با کنار هم قرار دادن آنها تونل هایی عریض ایجاد میکردند که بعد از آبیندی روی آنها را می پوشاندند از این نوع سازه برای ایجاد مقرهای فرماندهی، بیمارستانهای صحرائی و سنگرهای اجتماعی استفاده میشد. امروزه از این نوع سازه ها در ساخت پلها، اتاقک های انشعابات اصلی مخابرات زیر خیابانها و در تونل قنات ها استفاده میشود.

### گچ

گچ، پودری سفیدرنگ است که در مجاورت آب با آن واکنش میدهد و عامل اتصال بین اجزای خود یا مواد دیگر میشود. این پودر از آسیاب کردن و حرارت دادن سنگ گچ یا کانی ژپس به دست می آید.

وجود مواد ناخالصی مانند کربن، آهن اکسید و مواد دیگر باعث تغییر رنگ آن میشود.

### انواع سنگ گچ

کانی ژپس همان کلسیم سولفات همراه با دو مولکول آب است که فرمول شیمیایی آن به صورت  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  است. کانی ژپس را در سنگهای زیر میتوان یافت:



سنگ گچ مرمری: نرم است و تراشیدن آن راحت است که کاربرد تزئینی دارد.



سنگ گچ غیربلورین: غیربلوری است و مصرف گچ پزی دارد.



سنگ گچ بلورین: به صورت لایه لایه است.

شکل ۳۳

برای تهیه گچ از سنگ گچ، لازم است سنگ گچ علاوه بر آسیاب شدن، تا دمای معینی حرارت داده شود تا مقداری از آب آن خارج شود.



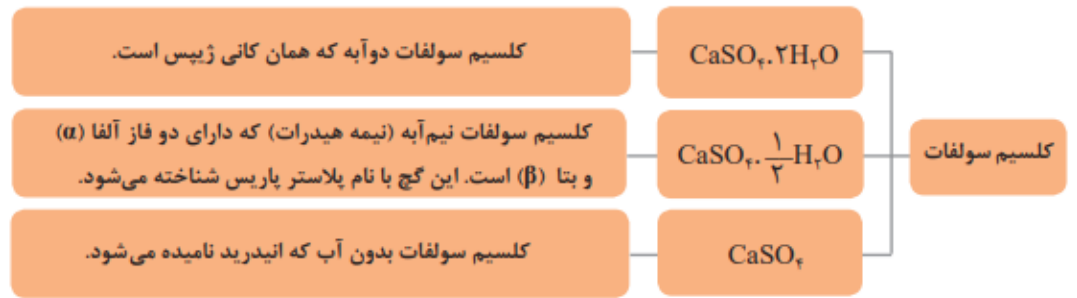
ص ۹۲

سنگ گچ از معدن با کامیون به کارخانه حمل میشود. در مرحله بعد سنگ گچها خرد میشوند. سنگ گچهای خرد شده توسط یک نقاله به سرند هدایت میشود که در آنجا بر اساس اندازه جداسازی شده و به دو بخش کلوخه و نرم تقسیم میکنند و سپس به سمت کوره هدایت میشوند.

کانی ژپس با گرفتن گرما، آب خود را از دست میدهد و گچ به دست میآید. با افزودن آب به پودر گچ، دوباره گچ مولکول آب را میگیرد و به صورت بلورهای سنگ گچ متبلور میشود و مقداری گرما نیز آزاد میکند.

## انواع گچ

کلسیم سولفات به عنوان ترکیب اصلی گچ، بر اساس مقدار آب به انواع دوآبه، نیمه هیدرات و انیدرید تقسیم میشود:



نکته:

دو فاز اصلی کلسیم سولفات نیمه هیدرات که تأثیر بسیاری بر خواص نهایی و کاربرد آن می‌گذارد، شامل فاز آلفا و بتا است. کریستال های این دو فاز شبیه یکدیگر هستند، ولی نوع آلفا دارای بلورهای منظم و نوع بتا دارای بلورهای نامنظم است. حرارت دادن سنگ گچ در شرایط اتوکلو (فشار و بخار آب) باعث کاهش سرعت خروج آب میشود که این امر به نظم بیشتر کریستالها منجر میشود.



در جدول زیر انواع گچ و دمای مورد نیاز برای تهیه و کاربرد آنها به صورت خلاصه بیان شده است:

دمای تهیه و کاربرد انواع گچ



انواع	دمای حرارت‌دهی (درجه سلسیوس)	کاربرد
گچ صنعتی یا مدل‌سازی (غنی از فاز آلفا)	۱۰۷-۱۵۰ درجه سلسیوس تحت شرایط اتوکلاو یا بخار آب	در کاربردهای پزشکی و صنعتی به کار می‌رود. کلسیم سولفات نیم‌آبه یا نیمه‌هیدرات است.
گچ ساختمانی (غنی از فاز بتا)	۱۲۰-۱۶۰ درجه سلسیوس در کوره معمولی	به عنوان مصالح ساختمانی به کار می‌رود. کلسیم سولفات نیم‌آبه یا نیمه‌هیدرات است.
گچ اندود	تا دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس	کنندگی است و برای سفیدکاری به کار می‌رود. ترکیب آن کلسیم سولفات نیم‌آبه یا نیمه‌هیدرات است.
انیدرید	بیشتر از ۲۰۰ درجه سلسیوس تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس	کلسیم سولفات بدون آب یا گچ سوخته و مرده است که در ساخت مرمر مصنوعی به کار می‌رود.

گچ در دو نوع صنعتی و ساختمانی عرضه می‌شود.

انواع گچ	کاربرد	فاز کلسیم سولفات نیمه‌هیدرات	درصد حجمی تخلخل
صنعتی	پزشکی، مدل‌سازی و قالب‌سازی	غنی از فاز آلفا	۲۵-۳۰
ساختمانی	مصالح ساختمانی	غنی از فاز بتا	۵۰-۵۵

### کوره‌های گچ پزی

برای تهیه گچ از سنگ گچ، ابتدا باید گچ حرارت داده شود تا آب آن گرفته شود که به آن گچ‌پزی گفته می‌شود. این عمل در کوره‌های گچ‌پزی انجام می‌شود که این کوره‌ها در انواع زیر وجود دارند:



### ویژگی‌های گچ

گچ دارای دو خاصیت اصلی شامل زودگیر بودن و افزایش حجم به هنگام سخت شدن است. خواص دیگر گچ در نمودار زیر خلاصه شده است.

زودگیر بودن	- ملات گچ از ملات‌های بسیار زودگیر است و در مدت زمان حدود ۱۰ دقیقه سفت می‌شود.
انبساط حجمی	- گچ تنها ملاتی است که موقع سخت شدن حدود یک درصد به حجمش اضافه می‌شود.
مقاومت در برابر آتش	- گچ سخت شده می‌تواند تا حدود ۳ ساعت از گسترش آتش جلوگیری کند.
عایق صوتی و حرارتی	- به دلیل ساختار متخلخل، گچ دارای ویژگی عایق حرارتی و صوتی است.
قابلیت رنگ شدن	- گچ را می‌توان با انواع رنگ‌ها، رنگی کرد.
پلاستیسیته (شکل پذیری)	- به دلیل ویژگی شکل‌پذیری گچ می‌توان نقوش مختلف را بر روی آن ایجاد کرد.
مقاومت مکانیکی کم	- گچ دارای مقاومت مکانیکی کمی است و مقاومت مکانیکی آن به کیفیت گچ بستگی دارد.

## ملات گچ

ملات به دو صورت ملات گچ یا ملات گچ و خاک تهیه می‌شود.

**ملات گچ و خاک:** از مخلوط کردن پودر گچ و خاک رس در آب، ملات گچ و خاک به دست می‌آید.

**ملات گچ:** از پاشیدن گچ در آب به دست می‌آید.

نسبت آب و گچ را میتوان به دو روش تئوری و عملی تعیین کرد:

### روش تئوری برای تعیین نسبت آب و گچ

مقدار آبی که یک کیلوگرم پودر گچ احتیاج دارد تا ملات ساخته شود از لحاظ تئوری در حدود ۰.۲/۰ تا ۱۸/۰ لیتر، تقریباً ۱۸ تا ۲۰ درصد وزن گچ خشک است ولی در عمل برای آنکه شکل پذیری بهتری در مالت گچ ایجاد شود و کارگران فرصت کافی برای کارکردن با آن را داشته باشند باید به مالت گچ در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد از وزنش آب اضافه کرد. مقدار آب اضافی در طول عمل گیرش و پس از خشک شدن گچ تبخیر می‌شود و جای قسمتی از آب تبخیر شده در اثر ازدیاد حجمی که گچ در موقع سخت شدن پیدا میکند پر می‌شود. با توجه به اینکه مالت گچ پس از سخت شدن خشک می‌شود و پس از سخت شدن دیگر افزایش حجم در آن به وجود نمی‌آید بنابراین همیشه جای قسمتی از آبهای تبخیر شده به صورت تخلخل در آن باقی میماند.

### روش عملی برای تعیین نسبت آب و گچ

در این روش بدون وزن کردن گچ و آب می توان به طور چشمی این نسبت را مشخص کرد. برای این کار در ظرف حاوی مقدار مشخصی آب، به صورت یکنواخت آنقدر گچ پاشیده میشود تا مقداری از گچ از سطح آب بالاتر بیاید و جزایری در سطح آب تشکیل شود، در این حالت نسبت آب و گچ به مقدار مناسب رسیده است.

## آهک

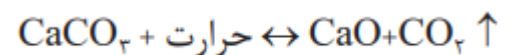
آهک CaO به صورت طبیعی یافت نمیشود ولی در طبیعت سنگ آهک (کلسیم کربنات) وجود دارد. آهک از کلسینه کردن سنگ آهک به دست میآید.

آهک به صورتهای مختلفی وجود دارد.

انواع آهک		
آهک دولومیتی یا منیزیمی MgO (آهک دولومیتی حاوی MgO است)	آهک هیدرولیک یا خاکستری	آهک کلسیمی یا سفید (آهک کلسیمی دارای درصد بالای آهک است)

**گیرش آهک:** آهک CaO میل ترکیبی زیادی با آب دارد و در تماس با آب به توده خمیری شکل با فرمول  $Ca(OH)_2$  تبدیل میشود که به این عمل شکفته شدن آهک گفته میشود.

**تولید آهک:** برای تولید آهک باید گاز کربن دی اکسید از سنگ آهک خارج شود که این عمل به آهک پزی معروف است. حرارت دهی سنگ آهک در کوره (کلسینه کردن) تحت واکنش زیر انجام میشود:



## انواع کوره های آهک پزی

برای کلسینه کردن آهک از کوره های آهک پزی استفاده میشود که امروزه متداولترین آنها کوره ایستاده و کوره گردنده است. در گذشته استفاده از کوره سنتی (چاهی و تنوری) رایج بود.

**کوره ایستاده:** کار کوره های ایستاده (قائم) به صورت پیوسته است و به دلیل قابلیت کنترل حرارت، آهک به دست آمده همگن است. سوخت این کوره میتواند کک، زغال سنگ یا سوخت های مایع و گازی باشد.

**کوره گردنده:** کوره های گردنده یا دوار رایج ترین نوع کوره آهک پزی هستند و کار آنها مشابه کوره های تهیه سیمان است. سنگ آهک مورد استفاده در این نوع کوره نسبت به نوع ایستاده باید ریزتر باشد.

**کوره سنتی:** در کوره های سنتی، محل منبع حرارت و سنگ آهک ثابت است، بنابراین درجه حرارت در تمام قسمتهای کوره یکسان نیست و آهک تولیدی در این نوع کوره نامرغوب و ناهمگن است. کار این نوع کوره ها به صورت ناپیوسته است.

**کوره هافمن:** در کوره های هافمن، بر خلاف کوره های سنتی، منبع حرارتی متحرک است و آهک پخته شده در این نوع کوره در مقایسه با آهک کوره سنتی، مرغوبتر است.

**کاربرد آهک:** آهک در صنایع مختلف مانند کارهای ساختمانی، تولید برخی از مواد شیمیایی، صنایع آهن و فولادسازی و شیشه سازی قابل استفاده است.

## پودمان ۴

### کاربرد دیرگدازها و جرم نسوز

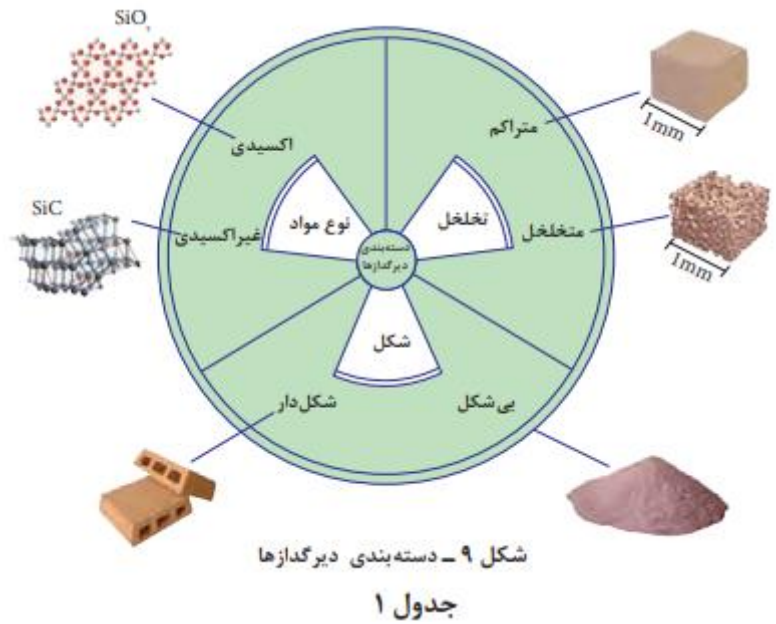
بسیاری از محصولات صنعتی برای تکمیل فرایند تولید به کوره نیاز دارند. دستیابی به دمای بالا در کوره ها بدون استفاده از دیرگدازها امکانپذیر نیست. دیرگدازهای متنوعی براساس ویژگی و کاربرد توسعه یافته اند. در ساخت انواع کوره های صنعتی، انتخاب صحیح دیرگدازها نقش مهمی در کارایی کوره ایفا میکند.

### وظایف دیرگدازها



شکل ۶ - وظایف اصلی دیرگدازها

دیرگدازها را میتوان با توجه به خواص فیزیکی و شیمیایی مانند شکل، تراکم و نوع مواد دسته بندی کرد.



دیرگدازها براساس میزان تخلخل به دو دسته متخلخل و متراکم تقسیم میشوند. دیرگدازهای متخلخل بیش از ۴۵ درصد حجمی تخلخل دارند و سبکبودن و انتقال حرارت کم از جمله ویژگیهای بارز این نوع دیرگدازها است؛ بنابراین بیشتر به عنوان عایق حرارتی استفاده میشوند. هرچه تخلخل کمتر باشد، دیرگداز متراکمتر است و استحکام بیشتری خواهد داشت و در نتیجه مقاومت آن در برابر سایش، ضربه و فشار افزایش پیدا میکند.

دیرگدازها براساس شکل ظاهری نیز به دو دسته شکلدار و بی شکل تقسیم میشوند. دیرگدازهایی که در محل تولید با روشهای مختلف مانند پرس، اکستروژن یا ریخته گری دوغابی شکل داده میشوند و سپس به محل مصرف انتقال مییابند، دیرگدازهای شکلدار نامیده میشوند. بسته به نوع و محل کاربرد، دیرگدازهای شکلدار متنوعی وجود دارد.

دسته دیگری از مواد دیرگداز نیز به صورت پودر خشک یا ملات به محل مصرف منتقل میشود تا با روشهایی مانند پاشیدن یا کوبیدن استفاده شود. جرم ها یا همان دیرگدازهای بی شکل را مونولیت نیز مینامند که به معنی یکپارچه بودن و نداشتن درز است.

مواد مورد استفاده در ساخت دیرگداز را نیز میتوان به دو دسته اکسیدی و غیراکسیدی تقسیمبندی کرد. دیرگدازهای اکسیدی معمولترین نوع دیرگدازهای مورد استفاده در صنعت هستند و بیشتر دارای اکسیدهایی مانند آلومینیوم اکسید (آلومینا)، سیلیسیم اکسید (سیلیس) و منیزیم اکسید (منیزیت یا منیزیا) هستند. از دیگر ترکیبات مانند کرومیت، زیرکون و زیرکونیا نیز در برخی محصولات دیرگداز به منظور افزایش مقاومت به سایش استفاده میشود.

### تحمل دمایی دیرگدازها

آلومینا، سیلیس و منیزیت اکسیدهای اصلی مورد استفاده در ساخت محصولات دیرگداز هستند. از ترکیبات دیگری مانند کلسیم اکسید، زیرکون و زیرکونیا، سیلیسیم کارباید نیز در محصولات دیرگداز پیشرفته استفاده میشود.

اکسیدهای فلزی به صورت خالص عموماً دمای ذوب بسیار بالایی دارند ولی خالص سازی و استفاده از آنها به تنهایی برای ساخت قطعات دیرگداز صرفه اقتصادی ندارد. بنابراین از مواد معدنی یا ترکیبات حاصل از پخت و فراوری آنها استفاده میشود. این مواد با در نظر گرفتن نوع و درصد اکسیدهای اصلی و گدازآور موجود در آنها محدوده دمای ذوب گسترده ای دارند.

**نکته:** نسبت اکسیدهای اصلی در ترکیبات مواد معدنی و همچنین درصد و نوع ناخالصیهای موجود در آنها تعیین کننده دمای ذوب است.

### روش تولید دیرگداز ای شکل دار

دیرگداز ای شکل دار بر خلاف دیرگداز ای بی شکل، به شکلهی و پخت نیاز دارند. بنابراین روند تولید دیرگدازهای شکلدار شامل مراحل زیر است:

۱. آماده سازی مواد اولیه و آمیز

۲. شکل دهی

۳. خشک و پخت کردن

درحالی که دیرگداز ای بی شکل پس از آماده سازی مواد اولیه و آمیز، بسته بندی و به محل مصرف ارسال میشوند.

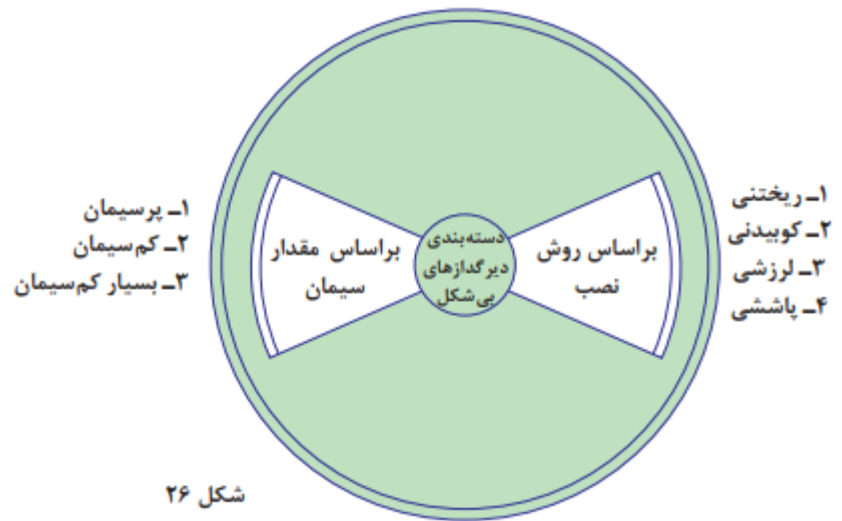
### روش تولید دیرگدازهای بی شکل

دیرگدازهای بی شکل که با عناوینی مانند جرم یا دیرگدازهای مونولیتیک (یکپارچه) نیز نام برده میشوند، مرحله شکل دهی ندارند و پس از آماده سازی مواد اولیه و ساخت آمیز، بسته بندی و به محل مصرف منتقل میشوند. نصب سریع و آسان و همچنین ارزان بودن این نوع دیرگدازها منجر به مصرف روزافزون آنها شده است.

### دسته بندی دیرگدازهای بی شکل

این نوع دیرگدازها براساس روش نصب و مقدار سیمان به دسته های مختلفی تقسیم بندی میشوند.



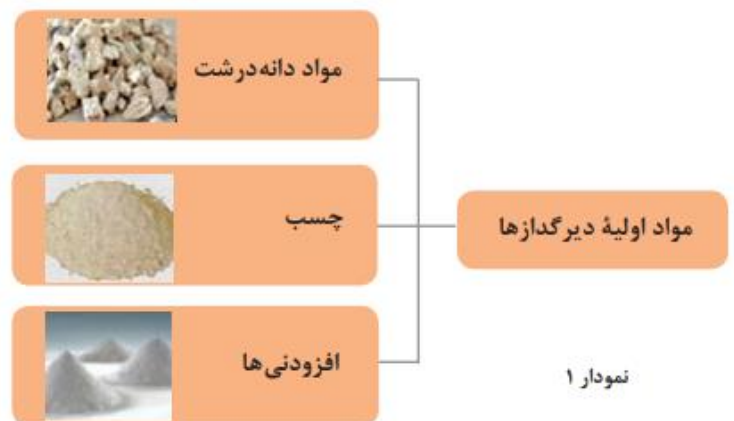


شکل ۲۶

روش های نصب دیرگدازهای بی شکل: بر اساس روش نصب نیز دیرگدازهای بی شکل را با روشهای ریختن، کوبیدن، لرزش و پاشش میتوان اجرا کرد. از روشهای دیگری مانند پرتاب، شکل دهی پلاستیکی و همچنین ماله کشی نیز میتوان برای نصب دیرگدازهای بی شکل استفاده کرد.

### آماده سازی مواد اولیه

اکثر مواد اولیه ای که در محصولات دیرگداز استفاده میشوند، معدنی و طبیعی هستند که بیشتر بدون ترکیبات گدازآور و کاهش دهنده دمای ذوب مانند آهن اکسید و سایر اکسیدهای قلیایی از جمله سدیم و پتاسیم است. مواد اولیه مورد استفاده در ساخت محصولات دیرگداز را میتوان در سه دسته مواد دانه درشت چسب و افزودنیها تقسیم بندی کرد.



### بافت دیرگدازها

بر خلاف اغلب محصولات سرامیکی، محصولات دیرگداز پس از تکمیل فرایند پخت بافت همگن و یکدستی ندارند. در آنها اغلب ساختمانی زمخت، ناهمگن و درشت دانه را میتوان تشخیص داد که حاوی سه جزء اصلی دانه های درشت، زمینه و تخلخلها است.

## نسوزچینی (نسوزکاری)

به فرایند نصب دیرگدازها نسوزچینی یا نسوزکاری گفته میشود. در نسوزچینی معمولاً به عنوان لایه آستر برای اطمینان از انتقال نیافتن حرارت به جداره استفاده میشود، ولی لایه ای که در معرض مواد داخل کوره است باید متراکم باشد تا مقاومت بیشتری در برابر ضربه و فشار داشته باشد.

### نکته:

جرم ها یا دیرگدازهای بی شکل، تراکم و مقاومت به سایش کمتری نسبت به آجرها دارند؛ بنابراین در صورت وجود سایش و فشار بر دیرگدازها، استفاده از آجرهای متراکم پیشنهاد میشود.

مزایا	۱- اجرای سریع تری دارد. ۲- بدون درز است.	جرم دیرگداز
معایب	۱- استحکام کمتری دارد. ۲- نیاز به انکر دارد.	
مزایا	۱- از نظر ابعادی دقیق تر است. ۲- دوام بیشتر در برابر فشار و سایش دارد.	آجر دیرگداز
معایب	۱- اجرای کندی دارد. ۲- نیاز به درزبندی دارد.	

## انکرها

انکرها در دو نوع سرامیکی و فلزی استفاده میشوند. برای دمای بیش از ۱۲۰۰ درجه سلسیوس یا شرایط با خوردگی بالا، استفاده از نوع سرامیکی پیشنهاد میشود. انتخاب و نصب نادرست انکرها میتواند منجر به ریزش دیرگدازها شده و در نتیجه خسارت سنگینی ایجاد شود.

انکرها پیش از اجرای لایه دیرگداز بی شکل مانند انواع جرم ها و الیاف سرامیکی به جداره اتصال داده میشوند تا سطح تماس دیرگداز با جداره افزایش یابد و از ریزش جرم جلوگیری شود.



نکات مهم درخصوص استفاده از انکرها:

محاسبه تعداد انکرهای مورد نیاز

رعایت الگوی چیدمان انکرها

رعایت فاصله بین مراکز انکرها

ارتفاع مناسب انکر نسبت به ضخامت جداره دیرگداز

ارتفاع انکر تا حداکثر سه چهارم ضخامت جداره دیرگداز پیشنهاد میشود و کل بدنه انکر باید داخل جرم دیرگداز قرار گیرد.



انکرهای سرامیکی برای دمای بیش از ۱۱۰۰ درجه سلسیوس و یا شرایط محیطی خورنده مناسب هستند. تحمل بار سنگین و امکان افزایش ضخامت الیه دیرگداز از دیگر مزایای انکرهای سرامیکی است.

برای آجرهای سرامیکی بین ۴ تا ۶ انکر در هر مترمربع پیشنهاد میشود. انکرهای سرامیکی بر خلاف انکرهای فلزی امکان جوشکاری و اتصال مستقیم به جداره را ندارند؛ بنابراین باید از یک نگهدارنده که میتواند به جداره جوش یا پیچ شود، استفاده کرد.

### پتوها و الیاف دیرگداز

امروزه الیاف دیرگداز به صورت پتو، برد، صفحه و آجر، پارچه و ریسمان کاربرد گسترده ای پیدا کرده است. این دسته از محصولات جزء دیرگدازهای عایق هستند که وزن سبک، انتقال حرارت بسیار ضعیف و نصب آسان از جمله ویژگیهای آنها است.

نصب پتوهای ساده ساخته شده از الیاف دیرگداز به انکرهای سرامیکی نیاز دارد. بدین منظور میله ای سرپیچدار به جداره جوش داده میشود و پتوی سرامیکی نصب میشود. سپس انکر سرامیکی به میله پیچ میشود.

## ❖ فصل دوم: نکات مهم دانش فنی تخصصی رشته سرامیک پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۰۸

- ۱- در طراحی یک قطعه شاخص های بسیاری توسط طراحان در نظر گرفته میشود تا ثبات ساختمانی ایجاد شود. از جمله آنها توجه به تناسب و تقارن طرح است که این عوامل بر زیبایی قطعه نیز تأثیرگذار است.
- ۲- تناسب صحیح اجزای طرح یکی از مهمترین ویژگیهای طرح است. ایجاد تناسب در قسمتهای دهانه، گلوگاه و قسمت پایین بدنه از اهمیت بالایی برخوردار است و تعیین کننده شکل نهایی است. اجزایی که به بدنه اصلی مونتاژ میشوند در نسبت طولی در نظر گرفته نمیشوند.
- ۳- برای جذابتر شدن هر محصولی علاوه بر شکل ظاهری، رنگ، نقش و تزیین مناسب نیز در نظر گرفته می شود.
- ۴- نقوش هندسی مجموعه ای از نقوش هستند که برای ایجاد و ترکیب آنها از قواعد و روابط هندسی استفاده می شود. این نقوش در کاربردهایی مانند آینه کاری، گچبری، سفال، منبت و معرق مشاهده می شوند.
- ۵- قرار گرفتن رنگ های متضاد در کنار همدیگر باعث ایجاد جذابیت میشود. قرمز و سبز، زرد و بنفش از جمله رنگ های متضاد هم هستند. قرار گرفتن یک رنگ گرم مانند زرد در کنار طیف رنگ های متضادش یعنی بنفش تمرکز و توجه را به سوی خود جلب می کند.
- ۶- آمیز لعاب از سه گروه ماده اولیه تشکیل شده است که این مواد شامل اکسیدهای دگرگون ساز، واسطه و شبکه ساز است.
- ۷- اکسیدهای واسطه باعث بهبود خواص لعاب و ایجاد توازن بین ویژگیهای دگرگونسازها و شبکه سازها میشوند.
- ۸- در عیب پوست تخم مرغی، سطح لعاب پس از پخت همانند سطح پوسته تخم مرغ ناصاف است و در صورت پیشرفت، اندازه حفره ها ۱ بزرگتر میشود که به آن عیب پوست پرتقالی گفته میشود.
- ۹- هدف از فریت کردن لعاب آن است که طی آن مواد محلول در آب به مواد غیرمحلول تبدیل شود و مواد سمی از آن خارج شود.
- ۱۰- یکی از متداولترین تقسیم بندیهای لعابها، تقسیم بندی بر مبنای عکس العمل لعاب در برابر نور است.
- ۱۱- لعابها از نظر دمای پخت به دو دسته دمای پخت پایین و دمای پخت بالا تقسیم میشوند. درجه پخت لعاب های دمای پخت پایین زیر ۱۱۵۰ درجه سلسیوس است و درجه پخت لعاب های دمای پخت بالا، بالای ۱۱۵۰ درجه سلسیوس است.
- ۱۲- گرانیروی لعاب بستگی به اصطکاک داخلی مذاب دارد و نقطه ذوب، تعیین کننده آن است. لعابها دارای نقطه ذوب مشخصی نیستند و در دماهای مختلف به مایع غلیظی تبدیل میشوند.

- ۱۳- ضریب انبساط حرارتی لعابها باید معمولا 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.
- ۱۴- سیمان در ترکیب با سنگدانه های ماسه و آب، بتن را ایجاد می کند. سیمان مانند یک چسب سنگدانه ها به یکدیگر می چسباند.
- ۱۵- دو فاز اصلی کلسیم سولفات نیمه هیدرات که تأثیر بسیاری بر خواص نهایی و کاربرد آن میگذارد، شامل فاز آلفا و بتا است.
- ۱۶- گچ دارای دو خاصیت اصلی شامل زودگیر بودن و افزایش حجم به هنگام سخت شدن است.
- ۱۷- برای تولید آهک باید گاز کربن دی اکسید از سنگ آهک خارج شود که این عمل به آهک پزی معروف است.
- ۱۸- آهک در صنایع مختلف مانند کارهای ساختمانی، تولید برخی از مواد شیمیایی، صنایع آهن و فولادسازی و شیشه سازی قابل استفاده است.
- ۱۹- جرم ها یا همان دیرگدازهای بی شکل را مونولیت نیز مینامند که به معنی یکپارچه بودن و نداشتن درز است.
- ۲۰- اکثر مواد اولیه ای که در محصولات دیرگداز استفاده میشوند، معدنی و طبیعی هستند که بیشتر بدون ترکیبات گدازآور و کاهش دهنده دمای ذوب مانند آهن اکسید و سایر اکسیدهای قلیایی از جمله سدیم و پتاسیم است.
- ۲۱- جرم ها یا دیرگدازهای بی شکل، تراکم و مقاومت به سایش کمتری نسبت به آجرها دارند؛ بنابراین در صورت وجود سایش و فشار بر دیرگدازها، استفاده از آجرهای متراکم پیشنهاد میشود.
- ۲۲- بر خلاف اغلب محصولات سرامیکی، محصولات دیرگداز پس از تکمیل فرایند پخت بافت همگن و یکدستی ندارند. در آنها اغلب ساختمانی زمخت، ناهمگن و درشت دانه را میتوان تشخیص داد که حاوی سه جزء اصلی دانه های درشت، زمینه و تخلخل ها است.
- ۲۳- دیرگدازهایی که در محل تولید با روشهای مختلف مانند پرس، اکستروژن یا ریختهگری دوغابی شکل داده میشوند و سپس به محل مصرف انتقال مییابند، دیرگدازهای شکلدار نامیده میشوند. بسته به نوع و محل کاربرد، دیرگدازهای شکلدار متنوعی وجود دارد.
- ۲۴- دستیابی به دمای بالا در کوره ها بدون استفاده از دیرگدازها امکان پذیر نیست.
- ۲۵- در کوره های هافمن، بر خلاف کوره های سنتی، منبع حرارتی متحرک است و آهک پخته شده در این نوع کوره در مقایسه با آهک کوره سنتی، مرغوبتر است.

۲۶- کوره های گردنده یا دوار رایج ترین نوع کوره آهک پزی هستند و کار آنها مشابه کوره های تهیه سیمان است.

۲۷- آهک از کلسینه کردن سنگ آهک به دست می آید.

۲۸- با توجه به اینکه ملات گچ پس از سخت شدن خشک میشود و پس از سخت شدن دیگر افزایش حجم در آن به وجود نمی آید بنابراین همیشه جای قسمتی از آب های تبخیر شده به صورت تخلخل در آن باقی می ماند.

۲۹- حرارت دادن سنگ گچ در شرایط اتوکلو (فشار و بخار آب) باعث کاهش سرعت خروج آب می شود که این امر به نظم بیشتر کریستال ها منجر می شود.

۳۰- سنگ گچ های خرد شده توسط یک نقاله به سرند هدایت می شود که در آنجا بر اساس اندازه جداسازی شده و به دو بخش کلوخه و نرم تقسیم می کنند و سپس به سمت کوره هدایت می شوند.

۳۱- گچ، پودری سفید رنگ است که در مجاورت آب با آن واکنش می دهد و عامل اتصال بین اجزای خود یا مواد دیگر می شود.

۳۲- خنک کن های شبکه ای (گریتی) از رایجترین و جدیدترین خنک کن ها هستند که در آنها جریان هوا از طریق صفحات مشبک مواد را خنک می کنند.

