

## فصل ۳

پودمان طبقه‌بندی عملکردی مواد خودگیر

## طبقه‌بندی عملکردی مواد خودگیر

صفحه ۶۶: مبحث مواد خودگیر با اشاره به نمونه عینی و قابل لمس ژله در شکل ۱ آغاز شده است و به سفت شدن آن پس از مخلوط شدن با آب طی زمان مشخص تأکید شده است تا ذهن هنرجو درک کلی و ساده‌ای از این مواد خودگیر داشته باشد.



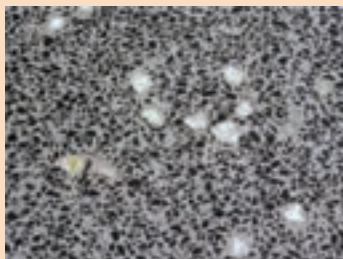
صفحه ۶۷ تصاویر شکل ۴: با توجه به اشاره شدن به انواع مواد خودگیر شامل سیمان، گچ و آهک هنرجو کاربردی از این مواد را در تصاویر شکل ۴ مشاهده می‌کند و متوجه می‌شود که سیمان ماده غالب در ساخت سازه‌های نشان داده شده در تصویر است.



فکر کنید



صفحه ۶۹: با توجه به شکل ۷، در مورد نقش سیمان در ساخت محصولات ساختمانی و بتنی، هنرجو با دقت در تصاویر و توضیحات قبلی داده شده، لازم است متوجه شود که سیمان به عنوان چسب و زمینه‌ای برای نگهداری مواد پرکننده عمل می‌کند.



تحقیق کنید



**صفحه ۷۱:** احتمال تخریب بتن در حضور مواد دیگری به غیر از ترکیبات سولفاتی وجود دارد.

هنرجویان می‌توانند در نتیجه گزارش خود به موارد زیر اشاره کنند: اسیدهای قوی، مواد شیمیایی قلیایی، آمونیاک، کربن دی‌اکسید و سولفات همگی موجب تخریب بتن می‌شوند.

**اسیدهای قوی:** مانند سولفوریک، هیدروکلریک، نیتریک و فسفریک اسید و اسیدهای آلی بتن را به شدت تخریب می‌کنند.

**مواد شیمیایی قلیایی:** بتن تحت تأثیر مواد شیمیایی قلیایی قوی مثل سود سوزآور، پتاسیم هیدروکسید و آمونیاک نیز تخریب و خورده می‌شود. زیرا اکسیدهای آلومینیوم سیمان، وقتی در تماس با آب با pH زیاد قرار می‌گیرند، حل می‌شوند و مواد شیمیایی قلیایی با مولکول‌های سدیم در ساختار مولکولی واکنش می‌دهند. فازهای موجود در سیمان مقاومت متفاوتی در برابر خوردگی دارند. به عنوان مثال فاز C<sub>۳</sub>A مقاومت به خوردگی کمی دارد.

**کربن دی‌اکسید:** کربن دی‌اکسید کمترین اثر را دارد، زیرا به دلیل احتمال حضور آهک آزاد کربن‌دی‌اکسید به کلسیم‌کربنات تبدیل می‌شود. ولی اگر سطح بتن به‌طور پیوسته در معرض آب با CO<sub>۲</sub> بیش از ۱۵ mg/l قرار گیرد، سطح آن شروع به خورده شدن می‌کند. در نزدیک شهرهای بزرگ خوردگی بتن در نتیجه گازهای خروجی کارخانه‌ها و خودروها، مشکلی جدی محسوب می‌شود.

دانش‌افزایی

**آمونیاک در بتن:** جایگزین شدن کلسیم بتن با آمونیاک سبب تخریب آن می‌شود. از دست دادن کلسیم بتن موجب تخریب سریع بتن می‌شود. در سال‌های اخیر بسیاری از تصفیه‌خانه‌های آب از آمونیاک (به اضافه کلر) در فرایند تصفیه آب استفاده می‌کنند. اسید هیدروکلریکی که از آمونیاک و کلر تولید می‌شود، قادر به تخریب بتن است. همچنین در برخی از مناطق از منابع آبی استفاده می‌کنند که مقدار سولفات آن زیاد است.

از آنجا که سولفات‌ها قادر به واکنش با آلومینات‌ها (غالباً C<sub>۳</sub>A) ذرات سیمان) هستند و سبب متورم شدن بتن می‌شوند، علت اصلی تخریب بتن در سازه‌های تصفیه‌خانه آب در این مناطق هستند. بنابراین تأکید می‌شود در این نقاط از بتن‌های غلیظ و مقاوم با سیمان تیپ ۵ استفاده کنند.

در قسمت‌های زیادی در دنیا، ساختارهای بتنی تحت تأثیر یون کلرید  $\text{Cl}^-$  تخریب شده و خسارات جدی بر جای می‌گذارند. این آسیب در موقعیت‌های در معرض محیط زیست دریایی، آب‌های زیر زمینی آلوده و محیط‌هایی که مواد شیمیایی کلردار وجود دارند، بسیار چشمگیر بوده است. برخی مواد شیمیایی مانند ضدیخ‌ها، غنی از یون کلرید هستند و محیط را نسبت به حمله کلرید مستعد می‌کنند. آب‌های شور و آب دریاها بسیار بر حمله کلرید تأثیرگذار هستند و علاوه بر این، ترکیبات مخلوط بتن می‌توانند منابع تأمین‌کننده یون کلرید باشند. در واقع سولفات با محتوای خود بتن، فعل و انفعالات انجام می‌دهد ولی در حمله کلرید بیشتر تأثیر آن بر روی میل‌گرد استفاده شده در بتن است.

فولاد با ایجاد یک لایه در سطح خود از خود محافظت می‌کند. این لایه که خود فولاد، بلافاصله بعد از هیدراتاسیون سیمان شروع به تولید آن می‌کند، شامل  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  است که به شکل منسجم به سطح فولاد چسبیده و تا زمانی که این اکسید حضور دارد، فولاد را دست نخورده نگه می‌دارد. یون کلرید این لایه را تخریب می‌کند و در حضور اکسیژن و آب موجب خوردگی می‌شود. سری واکنش‌هایی که در حملات کلریدی به بتن انجام می‌شود، واکنش‌های الکتروشیمیایی است. در واکنش‌های الکتروشیمیایی، اختلاف پتانسیل الکتریکی موجود، نقش اصلی را ایفا کرده و در واقع واکنش‌هایی هستند که یک گونه، با از دست‌دادن الکترون اکسید شده و گونه دیگر با گرفتن همان الکترون احیا می‌شود. زمانی که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاطی از فولاد در بتن ایجاد شود واکنش‌های خوردگی رخ می‌دهد و یک پیل الکتروشیمیایی تشکیل می‌گردد.

بنابراین برای جلوگیری از حملات کلریدی، باید از بتن‌هایی با نفوذپذیری پایین استفاده شود یا از میل‌گرد با پوشش ضد خوردگی استفاده شود. نفوذناپذیر شدن بتن به محتوای آن و پارامتر  $C/A$  بستگی دارد. با کاهش  $C/A$ ، علی‌رغم مقاومت بیشتر نسبت به حملات سولفاتی و تشکیل کم‌تر کریستال‌های تخریب‌کننده اترینگایت یا اترینجیت، بتن نفوذپذیرتر شده و نسبت به حملات کلریدی مستعدتر می‌شود.

کنجکاوی



**صفحه ۷۱:** در بتن‌ریزی‌های حجیم از سیمان تیپ ۴ استفاده می‌شود زیرا این نوع سیمان هنگام گیرش حرارت بسیار کمی تولید می‌کند. بنابراین در مواقعی که شدت و مقدار حرارت تولید شده اهمیت دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. بتن ساخته شده با این نوع سیمان افزایش مقاومت آهسته‌ای دارد و دیرتر می‌گیرد. کاربرد اصلی این نوع سیمان در ساختمان‌های عظیم بتنی است. زیرا در این سازه‌های حجیم مانند سدها، به دلیل حجم زیاد بتن افزایش درجه حرارت ناشی از گرفتن بتن بسیار خطرناک است. لذا از سیمان نوع ۴ که همان سیمان دیرگیر است استفاده می‌شود.

کنجکاوی



**صفحه ۸۱:** در مرحله آسیاب کلینکر، گچ به آن افزوده می‌شود که عمده‌ترین دلیل افزودن گچ خام به کلینکر سیمان، کنترل گیرش سیمان یا کنترل سرعت هیدراته شدن آلومینات موجود در سیمان است. گچ خام نقش به تأخیر انداختن گیرش را دارد. زیرا فاز آلومینات دارای میل ترکیبی با گچ خام است و در حضور گچ خام واکنش هیدراته به‌صورت زیر است:



کریستال حاصله در رابطه بالا سه سولفات یا اترینجیت است. این کریستال بیشتر از آلومینات اولیه حجم دارد. کریستال‌های آن در مقایسه با کریستال‌های آلومینات بسیار ریزتر و پراکنده است. این کریستال به‌صورت قشر نازکی روی سایر ذرات موجود در سیمان را می‌پوشاند و برای چند ساعت اولیه عمل هیدراتاسیون مانع از رسیدن سریع آب به سایر ذرات موجود در سیمان شده و از سفت شدن سیمان جلوگیری می‌کند. نقش دیگر لایه نازک کریستال افزایش شکل‌پذیری و خاصیت پلاستیکی در سیمان است. نقش دیگر سنگ گچ به تأخیر انداختن زمان گیرش سیمان می‌باشد.



صفحه ۸۲: در این فعالیت هنجوین مواد اولیه زیر را باید انتخاب کنند.

اکسید مورد نیاز	مواد اولیه پیشنهادی
CaO	سنگ آهک - سرباره
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	خاک رس - شیل - سرباره و سنگ آهن
SiO <sub>2</sub>	خاک رس - شیل - سرباره و سنگ آهن
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	خاک رس - شیل و سنگ آهن



### صفحه ۸۳ آزمون بلین:

- هدف از این آزمایش تعیین سطح مخصوص سیمان موردنظر و تعیین ریزی و درشتی دانه‌های پودر سیمان می‌باشد. هرچه سیمان ریزتر باشد گیرش سریع‌تر انجام گرفته و مقاومت سیمان افزایش می‌یابد.

- روش آزمایش استاندارد برای تعیین نرمی سیمان پرتلند با استفاده از دستگاه نفوذپذیری هوا است. نرمی سیمان بر حسب سطح مخصوص بیان می‌شود و سطح مخصوص مساحت کل ذرات بر حسب سانتی‌متر مربع در یک گرم یا بر حسب متر مربع در یک کیلوگرم سیمان است. این روش آزمایش می‌تواند برای تعیین مقادیر نرمی انواع مصالح دیگر نیز به کار برود. دستگاه بلین شامل با کشش یک مقدار معینی از هوا کار می‌کند که از میان یک بستر سیمان که با تخلخل معینی عبور می‌کند.

اندازه حفره‌ها در بستر سیمان با تخلخل معین با اندازه دانه‌های سیمان رابطه دارد و بیانگر میزان جریان هوا در داخل بستر است. این دستگاه که در شکل مقابل نشان داده شده است دارای قسمت‌های مختلف است:



- صفحه مشبک

- سمبه (پیستون)

- کاغذ صافی

- لوله فشار سنج (لوله مانومتریک)

- محلول فشارسنج

- زمان سنج

- استوانه تراوایی (سلول)

سطح مخصوص سیمان از روی زمان عبور حجم ثابتی از هوا تحت فشار معین و درجه حرارت معلوم از میان قشر فشرده شده سیمان در شرایط مشخص محاسبه می‌شود.

صفحه مشبک در داخل سلول (استوانه تراوایی) در محل خودش قرار می‌گیرد. ابتدا یک کاغذ صافی در داخل محفظه بگذارید و آن را روی صفحه مشبک فشار دهید، مقدار معین سیمان وزن شده که با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده است را در محفظه بریزید. آنگاه سطح سیمان را با ضربه‌های ملایمی که به محفظه می‌زنید صاف کنید. یک کاغذ صافی بر روی سطح سیمان قرار دهید و سنبه را داخل کنید تا آجایی که کلاهک آن به سطح استوانه برسد. بستر سیمان را کاملاً فشار دهید و سپس سنبه را به آرامی از بستر سیمان خارج کنید. محفظه تراوایی (سلول) را روی لوله U شکل قرار دهید و مطمئن شوید که محفظه روی لوله به خوبی آب‌بندی شده است (برای اطمینان از این موضوع سطح تماس لوله مانومتریک و جداره خارجی سلول را با روغن کمی چرب کنید. دقت کنید به کاغذ صافی و بستر سیمان اختلالی وارد نشود.

هوای موجود در یک بازوی لوله U شکل را به آهستگی تخلیه کنید به‌طوری که محلول به بالاترین نشانه لوله برسد، در این موقع شیر را ببندید و زمان سنج را حاضر کنید و همین که مایع به نشانه دوم لوله (از بالا) رسید آن را به کار اندازید و زمانی که به نشانه سوم لوله U شکل رسید آن را متوقف سازید و فاصله زمانی بین این دو نشانه را با دقت ۰/۵ ثانیه یا کمتر به دست آورید. درجه حرارت محیط آزمایشگاه را با دماسنج بر حسب درجه سلسیوس یادداشت کنید.

سطح مخصوص سیمان از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$S = \frac{S_s \rho_s (1 - e_s) \sqrt{n_s} \sqrt{e_s} \sqrt{T}}{\rho (1 - e) \sqrt{e_s} \sqrt{T_s} \sqrt{n}}$$

S	سطح مخصوص بر حسب سانتی متر مربع بر گرم برای نمونه مورد آزمایش
S <sub>s</sub>	سطح مخصوص بر حسب سانتی متر مربع بر گرم از نمونه استاندارد برای میزان کردن دستگاه
T	فاصله زمانی اندازه گیری شده در لوله مانومتریک بر حسب ثانیه برای نمونه آزمایشی
T <sub>s</sub>	فاصله زمانی اندازه گیری شده در لوله مانومتریک بر حسب ثانیه برای نمونه استاندارد برای میزان کردن دستگاه
e	تخلخل بستر نمونه مورد آزمایش که در اینجا برابر $0.05 \pm 0.05$ می باشد.
e <sub>s</sub>	تخلخل بستر نمونه سیمان استاندارد برای میزان کردن دستگاه
r	تکائف نسبی (وزن مخصوص نسبی) نمونه مورد آزمایش
r <sub>s</sub>	وزن مخصوص نسبی (تکائف) نمونه سیمان استاندارد برای میزان کردن دستگاه
n	ناروایی (لزجت دینامیکی) هوا بر حسب پواز برای نمونه مورد آزمایش
n <sub>s</sub>	ناروایی (لزجت دینامیکی) هوا بر حسب پواز در دمای آزمایش نمونه استاندارد برای میزان کردن دستگاه

**وزن نمونه:** مقدار سیمان استاندارد که برای میزان کردن دستگاه به کار می رود مقداری است که یک بستر سیمان با تخلخل  $0.05 \pm 0.05$  تشکیل دهد. نمونه سیمان مورد آزمایش را در یک شیشه دردار کوچک به حجم  $100$  سانتی متر مکعب بریزید و برای مدت دو دقیقه آن را به شدت بهم بزنید تا ذرات بهم چسبیده آن از یکدیگر باز شود.

عوامل مؤثر بر طراحی و انتخاب یک خنک کن می تواند موارد زیر باشد: هزینه کم؛ نرخ خنک کردن بهینه برای کیفیت خوب کلینکر؛ کاهش کم دمای کلینکر؛ کمترین فضای اشغال شده در محیط؛ بازایی بالای گرما؛ مصرف انرژی کم؛ هزینه پایین فرسایش و نگهداری و اعتماد به فرایند و عملکرد آنکه نتیجه اش در حداقل شدن مدت از کار افتادگی سیستم نشان داده می شود و کنترل ساده که جریانی پایدار از هوای احتراق در یک

دانش افزایی

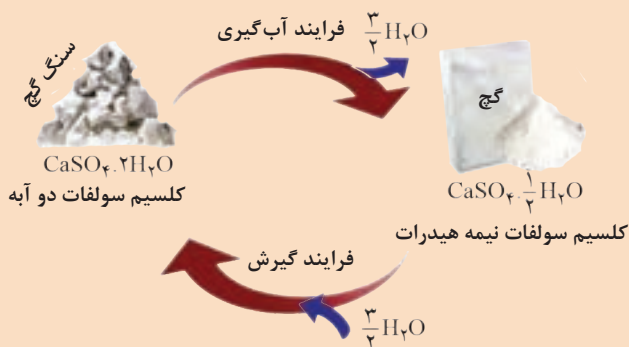


دمای نامتغیر به کوره و خشک کن می‌دهد. این موارد معیارهایی از توجهات ضروری یک تولیدکننده سیمان است که خنک‌کن برای فرایند تولید کلینکر خریداری می‌کند. طراح خنک‌کن کلینکر به این معیارها توجه کرده و سعی می‌کند که طرح را بهینه کند.

فعالیت کلاسی



صفحه ۸۷: در هنگام ترکیب شدن و واکنش گچ با آب چه اتفاقی می‌افتد؟ فرایند ساخت سولفات کلسیم نیمه هیدرات که با خروج آب همراه است که گرماگیر است، ولی فرایند گیرش آن در ترکیب با آب گرماده است.



پرسش



صفحه ۸۷: کاربردهای گچ



در این سؤال اطلاعات هنرجو در زمینه گچ و کاربردهای آن در مواردی مانند گچ‌کاری دیوارهای ساختمان، تزئینات ساختمان، گچ گرفتن در هنگام شکستگی اعضای بدن، تخته‌های گچی پیش ساخته به چالش کشیده می‌شود. اینکه هنرجو بداند شکل‌پذیری گچ، سفت شدن سریع آن و مقاومت مکانیکی آن عواملی است که می‌تواند در کاربرد آن مورد توجه

قرار گیرد مد نظر است.

#### تخته‌های گچی پیش ساخته:

در ساختمان‌هایی که اسکلت آن فلزی یا بتنی است برای تیغه‌بندی جهت جداکردن فضاهای داخلی آپارتمان احتیاج به مصالحی بسیار سبک داریم که سازه وزن زیادی را تحمل نکند برای این کار معمولاً از بلوک سفالی تو خالی استفاده می‌شود که این قطعات به شکل کام و زبانه روی هم قرار می‌گیرند. ملات بین آنها چسب مخصوصی است که مخلوط گچ داشته و پس از مصرف کاملاً هم رنگ سایر قسمت‌های تخته‌های گچی می‌شود.

#### دانش‌افزایی

ملات گچ اگر در مجاورت آهن، روی، سرب قرار بگیرد با آن ترکیب شده و تولید سولفات می‌کند و در نتیجه موجب ضعیف‌شدن قطعه به کار رفته می‌شود. در ساختمان‌هایی که اسکلت آنها فلزی است باید حتماً روی تمام قطعات فلزی را قبل از مصرف هرگونه گچ با یک لایه از رنگ روغن مخصوص که به آن ضد زنگ می‌گویند پوشانیده شود تا بدین وسیله از خوردگی آهن جلوگیری شود.

#### فعالیت کلاسی



**صفحه ۸۹:** گچ در دو نوع صنعتی و ساختمانی عرضه می‌شود. هنرجویان باید به این نکته پی ببرند که بین درصد تخلخل و میزان جذب آب رابطه مستقیم و بین درصد تخلخل و استحکام رابطه عکس وجود دارد. با توجه به نوع فاز موجود در این دو نوع گچ و درصد تخلخل طبق جدول ۷ استحکام گچ ساختمانی کمتر و جذب آن بیشتر و استحکام گچ صنعتی بیشتر و جذب آب آن کمتر است.

#### پرسش



**صفحه ۸۹:** در ساخت قالب مورد استفاده برای ساخت بدنه‌های سرامیکی به روش ریخته‌گری دوغابی، به دلیل حمل قالب‌ها و نیاز به استحکام بالا، از گچ‌های غنی از فاز آلفا استفاده می‌شود، ولی مقداری گچ ساختمانی به آن اضافه می‌کنند. زیرا گچ غنی از فاز  $\alpha$  تخلخل و جذب آب کمی دارد.



### صفحه ۹۰: اتوکلا و نحوه عملکرد آن

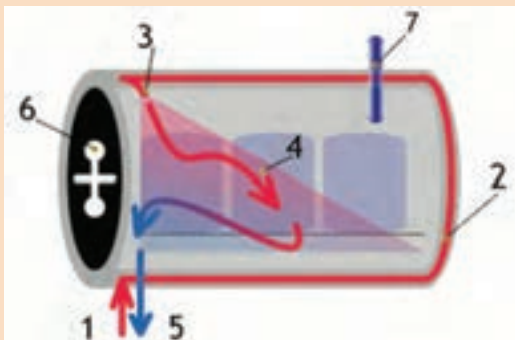
واژه اتوکلاو از ترکیب دو کلمه Auto به معنای خودکار و Clave به معنای کلید ایجاد شده است که به معنای دستگاه خود قفل شونده است. دستگاه اتوکلاو یک دستگاه فولادی بزرگ است که به عنوان یک محفظه فشار برای فرایندهای صنعتی که به دما و فشار بالا نیاز دارند استفاده می‌شود در واقع فشار بالایی که درون محفظه ایجاد می‌شود باعث بسته شدن خودکار (sealing-Self) اتوکلاو می‌گردد اما برای ایمنی بیشتر، دستگاه به صورت دستی از سمت خارج هم قفل می‌شود. وجود یک شیر کنترل کننده (valve Safety) از افزایش بیش از حد فشار بخار درون محفظه جلوگیری می‌کند.

### تاریخچه ابداع دستگاه اتوکلاو:

این دستگاه توسط چارلز چمبرلند در سال ۱۸۷۹ اختراع شد. معمولاً محفظه این دستگاه‌ها به صورت استوانه‌ای است به دلیل آنکه این نوع محفظه‌ها نسبت به محفظه‌های جعبه‌ای در برابر فشار بالا مقاومت بهتری از خود نشان می‌دهند. اتوکلاوها بیشتر برای استریل کردن مواد و تجهیزاتی همچون ظروف شیشه‌ای، ظروف آزمایشگاهی، محیط‌های کشت به کار گرفته می‌شوند. فرایند استریل کردن با بخار اشباع فشار بالا در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه انجام می‌شود. این دما برای بسیاری از فرایندهای استریلیزاسیون بسیار بالاست برای مثال از اتوکلاو برای استریل کردن شیر استفاده نمی‌شود چون ویژگی‌های تغذیه‌ای و طعمی آن را تغییر می‌دهد.

### عملکرد اتوکلاو:

(۱) بخار از قسمت پایین اتوکلاو درون یک لوله به سمت بالا و در اطراف محفظه دستگاه (۲) حرکت می‌کند. بخار پس از وارد شدن در محفظه اتوکلاو (۳) تمام تجهیزات موجود در آن را استریل می‌کند (۴) و سپس از طریق لوله خروج (Exhaust pipe) از قسمت پایین دستگاه خارج می‌شود (۵). یک قفل محکم از خروج بخار درون محفظه جلوگیری می‌کند (۶). یک شیر کنترل کننده (۷) فشار درون محفظه را کنترل می‌کند.



به طور جزئی زمانی که دستگاه اتوکلاو بسته می شود تمام هوای موجود در محفظه آن توسط یک پمپ خلا خارج می شود یا بخاری که وارد محفظه شده است می تواند هوا را با نیروی خود خارج کند و جایگزین آن شود. فشار بخاری که وارد دستگاه شده است بالاتر از فشار نرمال اتمسفری است بنابراین دمای آن تقریباً ۱۴۰-۱۲۰ درجه سلسیوس است. زمانی که دمای دستگاه به دمای مورد نیاز رسید بخش تایمر ترموستات شروع به کار می کند. زمان مورد نیاز برای فرایند استریلیزاسیون و از بین بردن بیشتر میکروارگانیسم ها حداقل ۳ دقیقه و حداکثر ۲۰-۱۵ دقیقه است. زمان دقیق استریل کردن وابسته به اندازه تجهیزات و میزان آلودگی آنها و همچنین جریان بخار موجود در اتوکلاو است. پس از گذشت زمان مورد نیاز، بخار و فشار درون دستگاه خارج می شود و با باز شدن دستگاه تجهیزات موجود در آن خشک و خنک می شوند. در به کارگیری دستگاه اتوکلاو به دلیل آنکه از بخار با فشار و دمای بالا استفاده می شود امکان انفجار بخار با آزاد شدن ناگهانی فشار وجود دارد بنابراین باید تمام نکات ایمنی را رعایت کرد. فرایند استریل کردن توسط دستگاه اتوکلاو به دلیل دمای بالایی که دارد با سرعت و کارایی بالا انجام می شود. در اتوکلاوهای صنعتی که برای فرایندهای صنعتی و آزمایش های علمی مورد استفاده قرار می گیرند می توانند از گازهای دیگر به جای بخار برای انجام واکنش های شیمیایی خود استفاده کنند.

گفتگو کنید



**صفحه ۹۳:** علت استفاده از گچ برای پوشاندن و اندود کردن دیوارهای ساختمان: ملات گچ در هنگام سخت شدن در حدود یک درصد به حجمش اضافه می شود و پس از خشک شدن کاهش حجم پیدا نمی کند. با استفاده از این خاصیت می توان سطوح وسیعی را با آن پوشاند. با این کار به علت ازدیاد

حجم در هنگام سخت شدن، خلل و فرج خود را پر کرده و در آن ایجاد ترک و شکاف نمی‌شود و در نتیجه حشرات نمی‌توانند در آنجا لانه کنند بنابراین، این روش برای دیوارهای ساختمانی کاملاً بهداشتی است. یک نوع سیمان انبساطی نیز وجود دارد.

#### کنجکاوی



**صفحه ۹۳:** دلیل مقاومت گچ سخت شده در برابر آتش :

مکانیزم درگیر در این فرایند نیاز به بحث طولانی دارد ولی هنرجویان می‌توانند براساس آنچه که در مورد ساختار و فرمول گچ آموخته‌اند به صورت ساده به این سؤال پاسخ دهند.

با توجه به اینکه گچ سخت شده مانند سنگ دارای دو مولکول آب تبلور می‌باشد اگر لایه گچ در مقابل حرارت ناشی از آتش‌سوزی قرار بگیرد این آب تبلور در اثر حرارت دوباره از گچ جدا شده و به صورت یک لایه از آب در مقابل آتش قرار گرفته و برای مدت دو تا سه ساعت می‌تواند در مقابل سرایت آتش به فضاهای دیگری مقاومت نماید. از گچ صنعتی در ساختمان‌سازی استفاده نمی‌شود.

گچ ساختمانی غنی از فاز بتا و گچ صنعتی غنی از فاز آلفا است. فاز آلفا تخلخل کم و استحکام بالا دارد و فاز بتا تخلخل بالا و استحکام کم دارد. لذا گچ صنعتی تخلخل کمتری نسبت به گچ ساختمانی دارد و جذب آب آن کمتر است. همچنین استفاده از گچ صنعتی در ساختمان‌سازی صرفه اقتصادی ندارد.

#### فکر کنید



**صفحه ۹۳:** مقدار آب مورد استفاده برای تهیه ملات اهمیت دارد که به دو روش تئوری و عملی قابل محاسبه است که در متن به آنها اشاره شده است. با توجه به اینکه این کار نیاز به مهارت دارد و از هر نسبتی نمی‌توان استفاده کرد، بنابراین با طرح این سؤال هنرجو به اهمیت مقدار آب در ساخت ملات توجه می‌کند.

#### گفتگو کنید



**صفحه ۹۴:** مزیت استفاده از خاک رس در تهیه ملات گچ و خاک :

هنرجویان می‌توانند براساس آنچه که در مورد ویژگی‌های خاک رس و گچ آموخته‌اند به این سؤال پاسخ دهند و نظرات خود را ارائه کنند. خاک رس علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی در هزینه ملات، ابتدا آب ملات را جذب می‌کند و سپس پس می‌دهد و به این ترتیب باعث به تأخیر انداختن زمان گیرش گچ و همچنین افزایش خاصیت شکل‌پذیری آن می‌شود.



### صفحه ۹۴: در مورد تأثیر عوامل مؤثر بر زمان گیرش و سخت شدن گچ :

عوامل مؤثر در زمان گیرش و سخت شدن گچ به صورت موردی در متن کتاب آورده شده است و در این سؤال از هنرجویان خواسته شده است تا در مورد نحوه تأثیر این عوامل با هم گروهی‌های خود گفت‌وگو کنند. هنرآموزان می‌توانند در این گفت‌وگو هنرجویان را راهنمایی کنند. نوع و مقدار ناخالصی‌ها در داخل گچ، دمای محیط، سرعت هم‌زدن مخلوط گچ و آب، شرایط تهیۀ گچ مانند زمان و دمای پخت گچ و مقدار رطوبت محیط کوره عواملی است که در متن اشاره شده است..

**نوع گچ، نوع و مقدار ناخالصی‌ها در داخل گچ :** نوع گچ و نحوه پختن آن بر زمان گیرش گچ مؤثر است. با افزایش درجه خلوص گچ زمان گیرش بیشتر می‌شود.

هر چه دانه‌های گچ ریزتر باشد باعث زودگیری آن می‌شود. افزودنی‌هایی مانند زاج سفید، سدیم کلرید و بوراکس باعث کندگیر شدن گچ می‌شوند.

**– درصد آب مصرفی:** سخت شدن ملات گچ در مکان‌های نمناک تا چند ماه طول می‌کشد و در این صورت مدت مقاومت ملات گچ به تدریج افزایش می‌یابد. هر چه آب ملات گچ بیشتر باشد زمان گیرش آن افزایش یافته و مقاومت مکانیکی آن بسیار کم می‌شود، زیرا پس از تبخیر آب در توده گچی سوراخ‌ها و روزنه‌هایی اضافی ایجاد می‌شود.

زمان گیرش با مقدار خاک رس و مقدار آب نسبت عکس دارد. **مقدار رطوبت محیط:** در نقاط سردسیر و مرطوب باید از تولید گچ سوخته که دارای گیرش پایین است جلوگیری شود.

کنترل زمان و دمای پخت گچ ضروری است تا سنگ گچ‌های نرم سریع‌تر و سنگ گچ‌های درشت زمان بیشتری در کوره بمانند.

معمولاً لایه‌های گچی مجاور با لوله‌های بخاری و شومینه پس از مدتی ترک می‌خورد، زیرا در اثر گرمای محیط به طور مداوم منبسط و منقبض شده و آب خود را به شدت از دست می‌دهند.



### صفحه ۹۵: دلیل اهمیت نحوه انبار کردن گچ

نکات مربوط به انبارش گچ در پودمان ۴ کتاب تولید سرامیک به روش ریخته‌گری دوغابی اشاره شده است که به دلیل اهمیت توجه هنرجویان

به این نکات به صورت سؤالی در این پودمان آورده شده است. هنرجویان در پاسخ به سؤال می‌توانند موارد زیر را بیان کنند:

اگر گچ به صورت فله به کارگاه وارد شود باید بلافاصله مصرف گردد. زیرا گچ میل ترکیب شدیدی با آب دارد و رطوبت هوا را جذب کرده و پس از مدتی نه چندان طولانی فاسد می‌شود، به این صورت که در زمان مخلوط کردن آن با آب ازدیاد حجم پیدا نکرده و سخت نمی‌شود، ولی اگر گچ پاکتی به روش صحیح انبار شود و دور از رطوبت باشد، بعد از گذشت مدت زمان یکسال نیز قابل استفاده است.

برای انبار کردن گچ، پاکت‌ها روی پالت‌هایی که از زمین فاصله داشته باشد قرار داده می‌شوند، برای ایجاد فاصله تخته‌های زیرگچ از زمین می‌توان از قطعات آجر یا بلوک سفالی استفاده کرد. همچنین باید فاصله پاکت‌های گچ از دیواره‌های انبار حداقل ۲۰ سانتی‌متر باشد و نباید حداکثر بیش از ۱۰ پاکت گچ روی هم چیده شوند، زیرا ممکن است گچ داخل پاکت‌های پایین‌تر در اثر وزن پاکت‌های بالایی به همدیگر چسبیده و کلوخه شوند.

به طور کلی گچ باید طوری انبار شود که هوا به راحتی در اطراف آن بتواند جریان پیدا کند و فشار زیادی به آن وارد نشود.

#### تحقیق کنید



#### صفحه ۹۶:

پس از گیرش آهک و سفت شدن آن نمی‌تواند تراکم و سفتی آهک اولیه را داشته باشد.

#### اطلاعات تکمیلی:

درجه سختی آهک بین ۳ تا ۴ متغیر است.

کانی‌های کربناتی دیگر در زیر آمده است:

- کلسیت در حالت خالص بی‌رنگ و با درجه سختی ۳

- آرگونیت در حالت خالص سفید رنگ با درجه سختی ۴ - ۳/۵

- دولومیت معمولاً بی‌رنگ با ته رنگ صورتی یا خرمایی با درجه سختی ۴ - ۳/۵

- منیزیت سفید رنگ خرمایی یا قهوه‌ای با درجه سختی ۴/۵

#### دانش‌افزایی

#### آهک شکفته (آهک آب‌دیده، مرده، هیدراته):

آهک زنده میل ترکیبی زیادی با آب داشته و در تماس با آن می‌شکند یا هیدراته می‌شود و به کلسیم هیدروکسید یا آهک شکفته تبدیل می‌شود. در این واکنش مقدار زیادی گرما تولید می‌شود.

## روش های شکفتن آهک

برای تهیه آهک شکفته روش های دستی و صنعتی به شرح زیر است:

- **لایه ای:** معمول ترین نوع هیدراته کردن آهک است.

در این روش سطح زمین را تمیز می کنند. یک لایه ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری از آهک زنده بر روی این سطح پهن می کنند. روی قشر آهک زنده آب پاشیده کلوخه ها را زیر رو می کنند. پس از شکفتن قشر اول یک لایه دیگر آهک زنده بر روی آن می ریزند و عمل را تا ارتفاع قریب به یک متر ادامه می دهند. یک لایه کاه گل بر روی پشته فراهم شده می کشند. این عمل باعث می شود که گرمای تولید شده محفوظ بماند. با تبخیر آب اضافی در زیر پوسته کاه گل، فشار بالا می رود و گرمای محبوس شده تا حدود ۴۰۰۰ درجه سلسیوس می رسد، پس از یک هفته آهک به طور کامل شکفته و به صورت پودر در می آید. سپس پودر حاصل را الک کرده و استفاده می کنند.

- **روش تر یا آهک شویی:** در این روش کلوخه های سنگ آهک پخته را در حوضچه ریخته و به آن آب اضافه می کنند و بهم می زنند تا شکفته شده و به صورت شیر آهک در آید. حوضچه دارای دریچه هایی با توری سیمی است که با کشویی چوبی مسدود شده است. پس از آنکه آهک شکفته به شکل خمیر سفت در آمد و در سطح آن ترک هایی ایجاد شد پس از چند هفته برای مصرف در ملات و شفته آماده می شود.

- **روش مخازن دوار:** ساختمان آن شامل چند استوانه است که بر روی یکدیگر قرار گرفته اند.

- **روش فشار بخار:** در این روش پس از چند ساعت تماس بخار آب با آهک، آهک شکفته از مخزن خارج می شود.

- **روش خشک:** در این روش روی توده آهک شکفته را با کاه گل اندود می کنند تا بشکفتد.

- **استفاده از هیدراتور:** استوانه ای است که به صورت افقی یا قائم کار گذاشته شده و درون آن هم زن نصب شده است.

- **شکفتن آهک تحت فشار بخار آب:** این روش در دستگاهی به نام اتوکلاو با دمیدن بخار آب با فشار ۳-۴ اتمسفر انجام می شود. این روش بیشتر برای تسریع در شکفتن آهک و هیدراته کردن آهک هایی که ناخالصی بیشتری دارند، به کار برده می شود.



نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	پودمان
۳	تحلیل و بررسی نقش مواد خودگیر در صنعت سرامیک	بالاتر از حد انتظار	تحلیل نقش و بررسی فرایند تولید مواد خودگیر بر اساس استاندارد ملی ایران	۱- تحلیل عملکرد نقش و کاربرد مواد خودگیر ۲- تحلیل و بررسی فرایند تولید مواد خودگیر	طبقه‌بندی عملکردی مواد خودگیر
۲	تعیین نوع ماده خودگیر مصرفی بر اساس شرایط و کاربرد، تعیین نسبت ماده خودگیر و آب در تهیه ملات، تعیین عوامل مؤثر بر ذخیره‌سازی بهینه مواد خودگیر	در حد انتظار			
۱	دسته‌بندی مواد اولیه تشکیل‌دهنده مواد خودگیر	پایین‌تر از حد انتظار			
	نمره مستمر از ۵				
	نمره واحد یادگیری از ۳				
	نمره واحد یادگیری از ۲۰				