



1



تاریخچه و مقدمه ای بر استفاده از گچ

- از قدیم الایام از گچ در ابنیه های مختلف استفاده می گردید.
 - قدمت استفاده بشر از گچ به ۵۰۰۰ سال پیش باز می گردد.
 - گچ از جمله مصالحی است که از ابتدا تا انتهای صنعت ساخت ساختمان مصرف می گردد.
- گچ یکی از مصالح پرکاربرد در ساختمان سازی است. علت این امر را می توان علاوه بر خواص ویژه گچ، ارزان و نیز در دسترس بودن آن دانست. گچ بر حسب روش تولید آن در صنایع مختلفی نظیر سرامیک سازی، شیشه سازی، کشاورزی، پزشکی و... کاربرد دارد. در ادامه به کاربرد گچ در صنایع مختلف اشاره خواهد شد:

2

2



هرمزگان

گچ

گچ یکی از مصالح پرکاربرد در ساختمان‌سازی است. علت این امر را می‌توان علاوه بر خواص ویژه گچ، ارزان و نیز در دسترس بودن آن دانست. گچ بر حسب روش تولید آن در صنایع مختلفی نظیر سرامیک‌سازی، شیشه‌سازی، کشاورزی، پزشکی و... کاربرد دارد. در ادامه به کاربرد گچ در صنایع مختلف اشاره خواهد شد:

- **صنعت ساختمان:** مهمترین استفاده گچ در این صنعت است. از نظر مقدار مصرف حدود ۷۵٪ استفاده از گچ در صنایع ساختمانی برای اندود گچ و خاک، سفیدکاری، تهیه ملات و گچ‌بری‌های تزئینی است. علت این امر را می‌توان عدم انقباض حجمی گچ، قابلیت استفاده در سطوح وسیع بدون ترک خوردگی، ایجاد سطح نهایی صاف و یکنواخت و سهولت شکل‌گیری گچ دانست. موارد دیگر مصرف گچ در ساختمان عبارتند از: صفحات پیش ساخته سقف و دیوار، پیاده کردن نقشه روی زمین، نگهداشتن مصالح به طور موقت در جای خود تا ریختن ملات در پشت آن‌ها و...



دانشگاه هرمزگان

منابع تهیه گچ

- گچ از پختن و آسیاب کردن سنگ گچ بدست می‌آید.
- سنگ گچ پنجمین منبع از فراوان‌ترین منابع طبیعی است.
- معادن سنگ گچ تقریباً در تمام ایران وجود دارد.





سنگاه هرمزگان

سنگ گچ

سنگ گچ، سنگی رسوبی از گروه مصالح ساختمانی کلسیم‌دار است که به وفور در طبیعت یافت می‌شود و از لحاظ فراوانی در رده پنجم قرار دارد. تبخیر دریاها و دریاچه‌های حاوی سولفات کلسیم در دوره‌های زمین‌شناسی مختلف منجر به تولید

سنگ گچ می‌شود. از نظر شیمیایی سنگ گچ یا سولفات کلسیم آب‌دار ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) است که به آن ژپس (گچ خام) می‌گویند و یا سولفات کلسیم بدون آب (CaSO_4) است که به آن انیدریت (گچین - Anhydrite) می‌گویند. سنگ گچ

بدون آب دارای ارزش تجاری نیست و باید در مجاورت آب و باران حدود ۲ واحد آب بگیرد تا به سنگ گچ آب‌دار تبدیل شود. سنگ گچی که در ساختمان سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سنگ گچ آب‌دار (اختصاراً سنگ گچ) است. سنگ گچ در واقع

ترکیبی از آهک (CaO)، انیدریت سولفوریک (SO_3) و آب است. وزن مخصوص آن حدود $\frac{2}{3}$ و سختی آن ۲ است. سنگ گچ (ژپس) خالص سفید و یا بی‌رنگ می‌باشد ولی به دلیل میل ترکیبی شدیدی که دارد، به ندرت به صورت خالص یافت می‌شود

و معمولاً دارای ناخالصی‌های زغال، رس، دولومیت و ترکیبات آهن است. وجود زغال در سنگ گچ به آن رنگ خاکستری، هیدروکسید آهن رنگ زرد روشن، FeO رنگ کبود و Fe_2O_3 رنگ سرخ می‌دهد.



دانشگاه هرمزگان

سنگ گچ

سنگ گچ (ژپس) از نظر شکل ظاهری به سه صورت در طبیعت یافت می‌شود:

۱. سنگ گچ معمولی (غیر بلوری) که فراوان‌ترین نوع سنگ گچ است و برای گچ‌پزی به کار می‌رود.

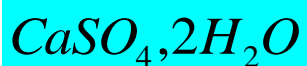
۲. سنگ گچ بلوری که یا از برگ‌های نازک به هم چسبیده هیدروسولفات کلسیم (سنگ گچ لایه لایه) و یا از تارهای بلوری به هم چسبیده هیدروسولفات کلسیم (سنگ گچ ابریشمی) تشکیل شده است. این نوع سنگ گچ سوگذران است و برای گچ‌پزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳. سنگ گچ مرمری (Alabaster) که جلاپذیر است و جزء سنگ‌های زیتنی محسوب می‌شود. به علت نرم بودن، تراشیدن و کارکردن با آن بسیار آسان است و برای فرش کف (کاخ مرمر) کف سازی معابر و آرامگاه ها (کاخ لاله‌زار در تهران)، پوشش دیوارهای داخلی، ستون، پایه چراغ و دیگر وسائل تزئینی مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی در گچ‌پزی به کار نمی‌رود.



فرمول شیمیایی سنگ گچ

فرمول شیمیایی سنگ گچ به صورت زیر بوده و با توجه به میل ترکیبی زیادی که دارد در طبیعت به صورت خالص یافت نمی شود.



سولفات کلسیم آبدار (ژپس)



سولفات کلسیم بدون آب (ایندریت)



انواع سولفات کلسیم آبدار

○ **سنگ گچ مرمری:** مصرف گچ پزی نداشته و جزو سنگهای تزینی است.

○ **سنگ گچ بلوری:** این سنگ لایه لایه یا خوشه ای بوده و مصرف گچ پزی ندارد.

○ **سنگ گچ معمولی:** این نوع سنگ غیر بلوری بوده و مصرف گچ پزی دارد.



تصویر شماره ۵.۱۰. سنگ گچ مرمری



تصویر شماره ۴.۱۰. سنگ گچ بلوری



تصویر شماره ۳.۱۰. سنگ گچ معمولی



مصارف گچ

- صنعت ساختمان سازی (عمده ترین مصرف)
- مجسمه سازی
- قالب سازی
- کارهای طبی
- صنایع سیمان
- صنایع دارویی
- صنایع شیشه گری و چینی سازی
- صنعت کاغذ سازی
- پتروشیمی
- و چرم سازی و دهها مورد دیگر...



- صنعت سیمان: جهت افزایش زمان گیرش سیمان (دیرگیر کردن).
- صنعت چینی سازی و سرامیک: تهیه قالب های گچی.
- صنعت شیشه سازی: تنظیم ویسکوزیته شیشه مذاب (از نظر میزان اکسیژن حل شده در آن)
- صنعت ریخته گری: تهیه قالب های صنعتی
- صنعت کشاورزی: تهیه کود شیمیایی و سم، بهینه سازی زمین های کشاورزی.
- صنعت پزشکی: باند پزشکی، قالب دندان و رشد مخمرها.
- صنعت کاغذ سازی: شفاف کردن کاغذ.



آماده سازی سنگ گچ برای خوراک کوره

- استخراج از معدن با کمک روشهای گوناگون.
- خرد کردن سنگ که در دو مرحله انجام می گیرد:
اول: با کمک سنگ شکن به کلوخه های ۴۰ سانتیمتری تبدیل می گردد.
دوم: با کمک سنگ شکن های فکی به به ابعاد چند میلی متری تبدیل می شود.
- الک کردن و بازگرداندن قطعات درشت به بخش سنگ شکن.
- ذخیره سازی در سیلوها (به اندازه خوراک حداقل یک هفته).

11

11



قیف ورودی سنگ شکن در کارخانجات گچ پزی

نمایی از تاسیسات سنگ شکن



نمایی از دستگاه سنگ شکن فکی

نمایی از دستگاه سنگ شکن چکشی

12

12

گچ پزی و تولید گچ ساختمانی از سنگ گچ

گچ پزی یعنی حرارت دادن به سنگ گچ برای تیخیر یک و نیم ملکول از آب تبلور آن به منظور تولید گچ ساختمانی، سنگ گچ را پس از استخراج ابتدا در سنگ شکن فکی

به ابعاد ۵۰-۷۵ میلیمتر و سپس در سنگ شکن چکشی به ابعاد ۱۰-۱۵ میلیمتر تبدیل می‌کنند. آن‌گاه در کوره به میزان ۱۷۰ درجه سانتیگراد حرارت داده تا مقداری از آب آن

گرفته شود و گچ ساختمانی تولید شود. این عمل در واقع جهت تبدیل سنگ گچ متبلور به گچ کم آب و مناسب برای مصرف می‌باشد. به طوری که پس از به کار بردن به سرعت تبلور خود را بازیابد و سخت شود.



اگر به سنگ گچ ۱۷۰ درجه سانتیگراد حرارت دهیم یک و نیم ملکول از آب خود را از دست داده و به گچ ساختمانی تبدیل می‌شود.

13

13

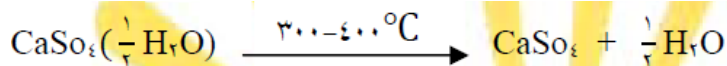
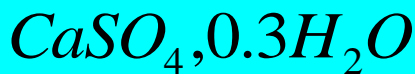


دانشگاه هرمزگان

تولید گچ تشنه

اگر به سنگ گچ حرارت ۳۰۰ درجه سانتیگراد داده شود سنگ گچ یک و هفت دهم ملکول از آب خود را از دست داده و به گچ تشنه تبدیل می‌شود.

این گچ میل ترکیبی زیادی با آب داشته و با جذب رطوبت مجدداً به گچ ساختمانی تبدیل می‌گردد.



14

14

تولید گچ سوخته

اگر سنگ گچ را تحت دمای ۷۰۰ درجه سانتیگراد قرار دهیم تمام آب تبلور خود را از دست داده و تبدیل به سولفات کلسیم بدون آب می گردد که با آن گچ سوخته می گویند.



این محصول میل ترکیبی با آب نداشته و قابل مصرف در ساخت و ساز نیست.

توان با اضافه نمودن ترکیباتی همچون زاج یا سولفات روی مجدداً گچ سوخته را احیاء نمود ولی این روش مقرون به صرفه نیست.

می 15
15



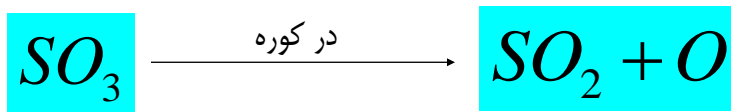
دانشگاه هرمزگان

گرما دهی زیاد به سنگ گچ

در صورتی که گرمای داده شده به سنگ گچ ۷۰۰ الی ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد باشد، سنگ گچ به اکسید کلسیم و گازهای مختلف تبدیل می گردد.



دمای ۷۰۰ الی ۱۴۰۰
سنگ گچ →



16
16



وجود اکسید کلسیم در گچ

- اگر اکسید کلسیم یا همان آهک زنده در گچ باقی بماند در زمان گیرایی گچ تغییر ایجاد می کند.
- در اثر مجاورت با آب شکفته شده (هیدرات کلسیم) و ازدیاد حجم می یابد و باعث تغییر شکل گچ و ایجاد ناصافی در آن خواهد شد.

17

17



گچ در مجاورت آب

همان‌طور که اشاره شد، گچ به هنگام مصرف و انحلال در آب، دوباره بلوری و سخت شده و به سنگ گچ تبدیل می‌شود. سخت شدن گچ حدود ۳ تا ۶ دقیقه پس از حل شدن در آب شروع شده و پس از ۳۰-۲۰ دقیقه تکمیل می‌گردد (گچ نباید زودتر از ۶-۳ دقیقه و دیرتر از ۳۰ دقیقه خود را بگیرد). بنابراین به علت زودگیر بودن گچ، در هر بار مصرف آن را به میزان کم (به اندازه یک استانبولی) درست می‌کنند. از این رو نمی‌توان سطوح زیادی را با آن سفید و کاملاً صاف کرد. چون قبل از آن‌که بتوان سطح گچ را با مالنه کاملاً صاف کرد، گچ سخت شده و حالت پلاستیک بودن خود را از دست می‌دهد (سخت شدن ملات گچ با خشک شدن آن اشتباه نشود. خشک شدن گچ وقتی پایان یافته که رنگ آن کاملاً سفید شود و با توجه به گرمی و سردی هوا ممکن است چند ساعت الی چند روز طول بکشد). جهت ایجاد سطوح یکدست پس از آن‌که



دانشگاه هرمزگان

گچ در مجاورت آب

روی سطح دیوار را گچ و خاک کرده و با ملات گچ اندود کردند، برای رسیدن به سطح کاملاً صاف روی آن را با گچ کشته^۱ (Hard Plaster) پراخت می‌کنند. جهت تهیه گچ کشته، ابتدا گچ زنده را با الک ریزدانه الگ می‌کنند (دانه‌بندی گچ در گیرش و کیفیت آن بسیار مؤثر است) سپس آن را در آب حل کرده و به مدت ۱۰-۱۲ دقیقه با دست هم‌زده و ورز می‌دهند. بدین ترتیب گیرش آن کند شده و فرصت کافی برای صاف کردن کل سطح با مالۀ فراهم می‌شود. گیرش گچ کشته پس از ۲۵ دقیقه شروع شده و در برخی مواقع پس از ۶۰ دقیقه خاتمه می‌یابد. توجه به این نکته ضروری است که ضخامت اندود گچ بیشتر از ۱ میلی‌متر نباشد زیرا در غیر این صورت پوسته شده و از سطح کار جدا می‌شود.

19



دانشگاه هرمزگان

انواع کوره های گچ پزی

- کوره های گچ پزی چاهی
- کوره های تاوه ای
- کوره های گردنده خفته

20

20



تصویر شماره ۱۰.۱۰. نمونه ای از کوره
تنوره ای در گچسر

کوره های گچ پزی چاهی

- قدیمی ترین نوع کوره های گچ پزی است.
- شکلی همچون تنور دارد.
- به دلیل عدم کنترل مناسب دما همه نوع گچ در آن تولید می شود.
- کیفیت گچ تولیدی به دلیل عدم کنترل دما مناسب نیست.
- سوخت این نوع کوره ها چوب، ذغال سنگ و یا... می باشد.

21



کوره های تاوه ای

- این نوع کوره از یک سینی به همراه همزن تشکیل شده است.
- به دلیل کنترل مناسب دما کیفیت گچ تولیدی مناسب است.
- تغذیه این نوع کوره ناپیوسته است.
- سوخت آن گازوئیل و یا ... می باشد.

پس از خروج گچ پخته شده با کمک هوا گچ را سرد می کنند و هوای مورد استفاده را که بین ۱۱۰ الی ۱۲۰ درجه گرما دارد را برای صرفه جویی در مصرف انرژی صرف پیش گرم کردن مواد خام ورودی جدید می کنند.

22

22



دانشگاه هرمزگان

کوره های گردنده خفته

این کوره ها از یک استوانه چرخان با زاویه ۴ درجه تشکیل شده است که طی چرخش خود سنگ گچ را به جلو برده و آن را گرم می نماید.



کیفیت گچ تولیدی در این کوره ها بالا و تغذیه آن پیوسته است

23

23



دانشگاه هرمزگان

خواص گچ

24

24

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



خواص گچ

- زودگیر بودن
- ازدیاد حجم به هنگام سخت شدن
- اکوستیک بودن گچ
- مقاومت در برابر حریق
- قیمت ارزان
- رنگ سفید خوش آیند

25



زود گیر بودن گچ

ملات تولیدی با گچ در مدت زمان ۱۰ دقیقه سفت می شود

به همین دلیل کاربردهای فراوانی برای آن ایجاد شده است

26

26



دانشگاه هرمزگان

خواص گچ

هنگامی که گچ در آب حل می‌شود ابتدا قدری متقبض شده سپس با پیشرفت واکنش، انقباض جای خود را به انبساط می‌دهد. این انبساط در ابتدا ۱٪ حجم است ولی به تدریج کم شده و پس از ۱-۲ روز قطع می‌شود. البته بخش عمده این انبساط قبل از اعمال گچ روی سطوح رخ می‌دهد و میزان انبساط گچ بر روی سطوح بسیار اندک است. همین انبساط اندک باعث می‌شود که تمام خلل و فرج گچ پر شده و محلی برای رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها وجود نداشته باشد. همچنین عدم انقباض گچ بر روی سطوح باعث می‌شود که در سطح آن ترک ایجاد نشود.

علاوه بر این گچ هنگام حل شدن در آب مقداری حرارت آزاد می‌کند به طوری که دمای آن ۲۰ درجه از دمای محیط بیشتر می‌شود ولی در عین حال نباید آن را در دماهای کمتر از ۵ درجه و بیشتر از ۴۵ درجه سانتیگراد مصرف کرد. عمده خواصی که از گچ انتظار می‌رود مربوط به زمانی است که سخت و خشک می‌شود. در ادامه برخی از این خواص بررسی خواهند شد.



دانشگاه هرمزگان

خاصیت ازدیاد حجم گچ

- گچ تنها ملاتی است که در موقع سخت شدن در حدود یک درصد به حجمش اضافه می‌شود.
- به دلیل ازدیاد حجم گچ پس از مصرف کلیه خلل و فرج را پر نموده و ایجاد ترک و شگاف نمی‌نماید.
- نوعی سیمان انبساطی نیز به تازگی تولید شده لیکن در بازار ایران وجود ندارد.
- به دلیل عدم ایجاد خلل و فرج مکانی برای زندگی حشرات ایجاد نمی‌کند که این امر منجر به بهداشتی بودن کاربرد گچ می‌گردد.



مقاومت گچ در برابر آتش سوزی

با توجه به اینکه گچ پس از سفت شدن مجدداً به سنگ گچ با دو ملکول آب تبلور تبدیل می گردد می تواند به مدت دو ساعت و تا زمان تبخیر کامل آب خود در برابر سرایت آتش به سایر اماکن مقاومت کند.

29

29

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



۱.۶.۱۰. خواص فیزیکی

- وزن مخصوص: وزن مخصوص گچ ساختمانی $\frac{2}{8}$ ، وزن کیسه نلرزیده آن $\frac{0.7}{85} - \frac{0.6}{7}$ و وزن کیسه لرزیده آن $\frac{gr}{cm^3} \frac{1}{4} - 1$ است.
- دانه بندی: اندازه دانه های گچ در زمان گیرش و کیفیت آن تأثیر زیادی دارد. بیشتر از ۷۰٪ دانه های گچ باید کوچکتر از $\frac{0.2}{2}$ میلیمتر بوده و زیر دست کاملاً نرم باشند.
- مقاومت گچ در مقابل آب و رطوبت: گچ در مقابل آب و رطوبت بسیار ضعیف است و طبله می کند. برای استفاده از گچ در نما و نیز محل های مرطوب داخل ساختمان می توان از گچ مرمری که در مقابل آب و رطوبت مقاوم است، استفاده کرد. (در مباحث بعد در مورد گچ مرمری توضیح داده خواهد شد.)

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



دانشگاه هرمزگان

- مقاومت در برابر آتش: با توجه به این که گچ سخت شده دو مولکول آب دارد بنابراین هنگام آتش سوزی تا زمانی که این میزان آب کاملاً از بین برود (۲-۳ ساعت) گچ در مقابل آتش مقاومت می کند.
- عایق حرارتی: ضریب هدایت حرارتی گچ، متوسط و در حدود $0.76 \frac{W}{M^{\circ}C}$ است که این میزان با افزایش تخلخل گچ (ایجاد گاز در دوغاب گچ و تولید گچ اسفنجی (Cellular Gypsum)) کاهش یافته و به $0.2 \frac{W}{M^{\circ}C}$ می رسد. البته افزایش تخلخل گچ با کاهش مقاومت آن همراه است.
- عایق صوتی: گچ از خاصیت آکوستیک بودن متوسطی برخوردار است و تقریباً مانع عبور ۶۰٪ از ارتعاشات صوتی می شود.

31



دانشگاه هرمزگان

خاصیت آکوستیک گچ

گچ می تواند ۶۰ الی ۷۵ درصد ارتعاشات را به خود جذب کرده و مانع پژواک صدا گردد. این میزان جذب برای اطاقها، کلاسهای درس و حتی سالن های کوچک کافی است لیکن در سالنهای بزرگ موسیقی باید از مواد مناسب تری استفاده گردد.

32

32



دانشگاه هرمزگان

۲.۶.۱۰. خواص شیمیایی

- خوردگی: گچ در تماس با فلزات به ویژه آهن، روی و سرب باعث ایجاد خوردگی در آنها و تولید سولفات می‌شود. لذا باید فلزات در تماس با گچ را به خوبی رنگ کرد.

33



دانشگاه هرمزگان

در فلزات در مجاورت گچ

۳.۶.۱۰. خواص مکانیکی

مقاومت گچ از میزان فقل و بست بلورهای گچ در خمیر آن ناشی می‌شود. پارامترهای تأثیرگذار بر مقاومت گچ عبارتند از: کیفیت گچ، مواد کندگیر کننده (این مواد عموماً باعث کاهش مقاومت گچ می‌شوند)، کاهش نسبت آب به گچ (میزان معمول برای این نسبت، ۰/۶ است) و شرایط نگهداری از گچ (محیط مرطوب و نیز گرمای بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد مقاومت گچ را کاهش می‌دهد).

- مقاومت فشاری: این مقاومت ۱/۵ ساعت از گیرش گچ، حدود $\frac{kg}{cm^2}$ ۳۵-۴۵ و بعد از ۲۸ روز، حداکثر $\frac{kg}{cm^2}$ ۶۰ است.
- مقاومت خمشی: پس از ۲۸ روز مقاومت خمشی گچ به $\frac{kg}{cm^2}$ ۲۵ می‌رسد.
- سختی: سختی گچ اندکی از ۱ بیشتر است ولی سختی گچ کشته از این میزان کمتر است.



دانشگاه هرمزگان

مواد افزودنی به گچ

با اضافه کردن مواد مختلف به گچ می‌توان زمان گرفتن آن را کندتر کرد. این مواد مانع تماس نزدیک مولکول‌های گچ به یکدیگر شده و تشکیل بلورها را به عقب می‌اندازند. برخی از این مواد عبارتند از:

- خاک رس به میزان حدود ۵۰-۱٪ وزن گچ.
- گرد آهک شکفته به میزان حدود ۱۰٪ وزن گچ.

35

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



دانشگاه هرمزگان

مواد افزودنی به گچ

- سریشم (نوعی چسب حیوانی - Animal Glue) نجاری به میزان حدود ۰/۵-۱٪ وزن گچ (میزان ۰/۵ از سریشم نجاری آغاز زمان گرفتن گچ را تا ۱۳۰ دقیقه بالا می‌برد).
- سریش (نوعی چسب گیاهی - Vegetable Glue) به میزان حدود ۱٪ وزن گچ.
- زاج سفید به میزان حدود ۱٪ وزن گچ (افزودن بیشتر از ۱٪ تا ۵٪ زاج سفید، ملات گچ را تندگیرتر می‌کند).
- نمک طعام به میزان ۲٪ و کمتر از آن ملات گچ را تندگیرتر می‌کند ولی بیشتر از ۲٪ تا ۱۰٪ نمک طعام باعث کندگیرتر شدن گچ می‌شود.
- مواد دیگری نظیر ژلاتین، پروتئین‌های هیدرولیزه و کراتین (ترکیب پروتئینی که از شاخ و سم حیوانات تولید می‌شود) نیز باعث کندگیر شدن ملات گچ می‌شوند.



تغییر خواص گچ با افزودن موادی به آن

- افزایش نیم درصد وزنی نمک طعام به گچ منجر به کاهش زمان گیرش گچ به ۵ دقیقه می شود.
- افزایش ۴ درصد وزنی نمک طعام به گچ زمان گیرش آن را به سه و نیم دقیقه کاهش می دهد.
- افزایش بیش از ۴ درصد وزنی نمک طعام به گچ منجر به تاثیر عکس خواهد شد بطوری که افزایش ۱۰ درصدی نمک به آن منجر به افزایش زمان گرفتن گچ به حدود دوازده و نیم دقیقه می گردد.
- افزودن زاج سفید گچ را کند گیر تر می نماید.
- افزودن سریش نیز گچ را دیر گیر تر می نماید.

37

37



ارزانی گچ

گچ به علت ارزانی و سهل الحصول بودن در همه جا به مقدار کافی وجود دارد و به همین دلیل کاربرد فراوانی یافته.

زاج یا آلوم، یک ترکیب شیمیایی خاص است که در کلاسی خاصی از ترکیبات شیمیایی قرار دارد. ترکیب خاصی با فرمول $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ است. طبقه وسیع تری از ترکیبات شناخته شده به عنوان آلومها با فرمول $AB(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ وجود دارد. مقدار $AB(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ زیادی از آن در یمن موجود می باشد و از رده سنگ های معدنی موجود در بعضی کوه های یمن است، این ماده در عطاری ها موجود بوده و برای اهداف پزشکی و به عنوان ماده ای ضد عرق و برای پاکسازی دندان شناخته می شود و این خواص آن به دلیل مواد سولفات آلومینیوم موجود در آن می باشد.

38



خاصیت الاستیسیته گچ

ملات گچ به دلیل خاصیت شکل پذیری زیاد دست مایه اصلی هنرمندان شده است



39

39



رنگ گچ

گچ پس از خشک شدن رنگ سفید ایجاد می کند که این امر جلوه خوبی به ساختمانها می دهد و در نتیجه یکی از بهترین اندوهای ساختمانی را تولید می نماید.

رنگ: رنگ گچ پس از خشک شدن سفید است. از طرفی گچ از نظر شیمیایی خنثی است از این رو پس از خشک شدن با رنگها سازگاری دارد و می توان روی آن را رنگ کرد. همچنین می توان به آب ملات گچ رنگ اضافه کرد و گچ رنگی تهیه نمود.

40



خاصیت رنگ پذیری گچ

اندود رنگ پس از خشک شدن تقریباً هر نوع رنگی را به خود می پذیرد

41

41

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



سخت شدن گچ

پودر گچ دارای نیم ملکول آب می باشد و در صورتی که در مجاورت آب قرار گیرد یک و نیم ملکول آب را جذب کرده و مجدداً به سنگ گچ تبدیل می گردد.

البته سختی آن به اندازه سنگ گچ اولیه نیست ولی به خوبی می تواند در برابر نیروهای وارده مقاومت کند.

42

42



مقاومت گچ در برابر آب

گچ در برابر رطوبت مقاومتی ندارد و از گچ در مکانهایی که با آب در تماس است نباید استفاده کرد.

43

43



مقاوم نمودن گچ در برابر آب

گچ بدون آب (سولفات کلسیم) را کاملاً پودر کرده و آنرا با زاج خمیر می نمایید. سپس آن را تا ۵۰۰ درجه حرارت می دهیم. پس از آسیاب مجدد گچ مقاوم به آب تولید می گردد.

44

44



تولید ملات گچ

از لحاظ تئوری هر کیلوگرم گچ با دو دهم لیتر آب یعنی تقریباً ۲۰ درصد وزنی آن مخلوط می شود.

به دلیل سهولت در کار با ملات در عمل از ۷۰ الی ۸۰ درصد آب برای تولید ملات استفاده می شود.

45

45



زمان سفت شدن ملات گچ

گچ مرغوب ساختمانی آن است که مابین ۸ الی ۲۵ دقیقه شروع به سفت شدن نماید و پایان سفت شدن آن نیز باید مابین ۲۰ الی ۶۰ دقیقه باشد.

46

46



اندازه گیری زمان شروع و پایان گرفتن گچ

شروع زمان سفت شدن گچ زمانی است که اگر میخی را روی ملات بکشیم، شیار ایجاد شده سریع شروع به پر شدن نکند.

پایان زمان سفت شدن هم زمانی است که اگر با انگشت بر روی ملات ضربه بزنیم روی ملات و در محلی که ضربه زده ایم آب ظاهر نشود.

47

47



زمان مصرف گچ از لحاظ دما

واکنش مخلوط شدن آب و گچ گرماده می باشد و در این هنگام دمای مخلوط آب و گچ ۱۵ تا ۲۰ درجه گرم تر از محیط اطراف خواهد بود.

به همین دلیل می توان از این ملات در دمای زیر صفر نیز استفاده نمود

48

48



گچ کشته

پس از الک کردن گچ و مخلوط نمودن آن با آب به کمک همزدن شدید ملات مانع ایجاد کریستالهای لازم جهت سخت شدن ملات می شویم.

این گچ تا زمان خشک شدن سفت نمی گردد.

49

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



تفاوت خشک شدن گچ و سخت شدن آن

سخت شدن گچ زمانی شروع می شود که در اثر تماس مجدد آب با آن به ملات تبدیل نشود.

خشک شدن گچ به از دست دادن آب اضافی آن گفته می شود. که با توجه به آب و هوا از چند ساعت تا چند روز ادامه می یابد.

50

50



دانشگاه هرمزگان

اندازه دانه های گچ

نود و نه و نیم درصد ذرات گچ باید ریزتر از دو دهم میلیمتر باشد.

جدول شماره ۱.۱.۱۰. الزامات فیزیکی گچ مرغوب

مقاومت خمشی (N/mm^2)	مقاومت فشاری (N/mm^2)	زمان گیرش به دقیقه		دانه بندی		نوع گچ
		نهایی	ابتدایی	مانده روی الک (درصد وزنی)	اندازه الک (mm)	
حدافل ۲/۵	حدافل ۶	۲۰-۳۰	۴-۶	صفر	۲,۳۸	گچ زیرکاری
				حداکثر ۵	۱,۴۱	
				حداکثر ۱۵	۰,۵	
حدافل ۲	حدافل ۵/۵	۲۵-۶۰	۴-۶	صفر	۲,۳۸	گچ پرداختی
				صفر	۱,۴۱	
				صفر	۰,۵	
				حداکثر ۲	۰,۲۵	



دانشگاه هرمزگان

علل ترک خوردن گچ کاری

- اگر گچ کافی برای تولید ملات اولیه به کار نرود انبساط کافی نیز رخ نخواهد داد.
- اگر کلفتی لایه گچ به کار گرفته شده بیش از ۷ الی ۸ سانتیمتر باشد به دلیل زودتر خشک شده سطح ترک ایجاد می گردد.
- اگر در دمای زیر صفر اقدام به گچ کاری نماییم و آب ملات یخ بزند واکنش های سخت شدن انجام نشده و ترک خوردگی ایجاد می شود.
- بعضی ترکها ناشی از نشست ساختمان هستند. این ترکها با زاویه ۴۵ درجه ایجاد می گردند.



دلیل استفاده از مخلوط گچ و خاک رس

- قیمت خاک رس ارزان تر از گچ است.
- ملات خاک و گچ دیر گیر تر بوده و کار با آن آسان تر است.
- ملات گچ و خاک خاصیت الاستیسیته بیشتری دارند.

53



دوغ آب گچ

برای پر کردن خلل و فرج باقی مانده در سازه های گچی از مخلوط رقیق گچ و آب استفاده می شود.

54



واکنش متقابل گچ و فلزات

تماس گچ با آهن، روی، سرب و غیره می تواند منجر به تولید سولفات فلزات مذکور گردد. جهت جلوگیری از این امر که منجر به تضعیف فلز می گردد از پوشش ضد رنگ استفاده می شود.

55



مقاوم نمودن اندود گچ معمولی در برابر آب

یک لایه رنگ روغنی می تواند منجر به محافظت نسبی اندود گچ در برابر بخار آب در حمام و دستشویی گردد.

56



مقاومت فشاری و کششی گچ

معمولاً مصرف گچ در ساختمانها برای مقاصد باربری نبوده و فقط برای مقاصد خاص و بدون فشار بالا مورد استفاده قرار می گیرند.

مقاومت فشاری گچ ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و مقاومت کششی آن ۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.

این مقاومت فقط برای نازک کاری مناسب است.

57



انبار کردن گچ

○ اگر گچ به صورت فله ای وارد کارگاه گردد باید بلافاصله مصرف شود. چون همان طور که گفته شد گچ میل ترکیبی شدیدی با آب داشته و حتی رطوبت هوا هم با آن ترکیب می گردد.

○ اگر گچ به صورت پاکتی و در بسته بندی های استاندارد وارد کارگاه گردد می توان از آن برای مدت یک سال نگهداری کرد.

58



شرایط انبار داری گچ پاکتی

- فاصله از زمین حداقل ۱۰ سانتیمتر
- فاصله از دیوار حداقل ۲۰ سانتیمتر
- حداکثر تعداد پاکتهای گچ چیده شده بر روی هم ۱۰ عدد

59



انبار داری صحیح گچ



60



آهک

61

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



نحوه مصرف آهک

به منظور مصرف آهک باید آن را برای هیدراته شدن به خوبی با آب مخلوط نمود تا واکنش حرارت زای زیر ایجاد گردد:



در زمان هیدراته شدن آهک ممکن است حجم آن به سه و نیم برابر قبل هم برسد و دمای آن نیز به شدت افزایش می یابد.

62

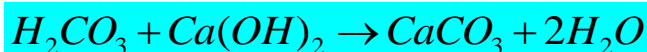
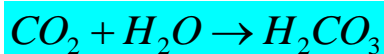
62



دانشگاه هرمزگان

سخت شدن آهک

- ملات آهک برای سخت شدن نیازمند هوا می باشد لذا به آن ملات هوایی نیز می گویند.
- هیدرات کلسیم در مجاورت هوا و آب دی اکسیدکربن را از هوا گرفته و مجدداً به کربنات کلسیم تبدیل می شود.
- طبق معادله زیر سخت شدن آهک نیازمند محیطی نمناک است.



63

63

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



دانشگاه هرمزگان

انواع روشهای هیدراته نمودن آهک

- تنگ گذاشتن آهک
- روش خشک
- روش تر
- شیر آهک
- هیدراته کردن آهک تحت فشار

سرعت شکستن آهک به سه عامل زیر بستگی دارد:

۱. هرچه دانه‌های آهک ریزتر باشند سریع تر شکفته می شوند.
۲. آهک خالص بسیار سریع تر از آهک ناخالص شکفته می شود.
۳. آهک پخته شکفته نمی شود و آهک سوخته نیز یا شکفته نمی شود یا خیلی دیر شکفته می شود.

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



دانشگاه هرمزگان

- آهک را بر حسب سرعت شکفتن آن به سه دسته زیر تقسیم می‌کنند:
- آهکی که سریع شکفته می‌شود (کمتر از ۱۵ دقیقه): برای شکفته کردن این آهک باید آهک را به آب اضافه کرد نه آب به آهک. چون حرارت زیادی تولید می‌کند. باید آب کاملاً روی آهک را بپوشاند تا آب آن بخار نشود. از این نوع آهک ملات کاملاً هوایی تولید می‌شود.
 - آهکی که سرعت شکفتن آن متوسط است (۳۰-۱۵ دقیقه): در این مورد باید آب را به آهک اضافه کرد به طوری که نیمی از آهک در آب غوطه‌ور شود. در صورت تبخیر شدن آب می‌توان فقط به همان میزان آب تبخیر شده، به آن اضافه کرد. از این نوع آهک ملات نیمه آبی تولید می‌شود.
 - آهکی که آهسته شکفته می‌شود (پس از ۳۰ دقیقه): در این مورد هم آب به آهک اضافه می‌شود. تا حدی که کاملاً آن را مرطوب کند. سپس باید به مدت ۳۰ دقیقه صبر کرد تا عمل شکفتن شروع شود. پس از آن دوباره مقدار کمی آب اضافه نمود. بهتر است مخلوط را گرم نگه داشته تا عمل شکفتن بهتر انجام گیرد. از این نوع آهک ملات آبی تولید می‌شود.

65



دانشگاه هرمزگان

انواع روشهای هیدراته نمودن آهک

چنانچه آهک زنده در معرض رطوبت هوا قرار گیرد، تدریجاً با نم کشیدن از هوا می‌شکند که آن را آهک هوا شکفته (Air Slaked) می‌نامند ولی در این روش تمام ذرات آهک شکفته نمی‌شوند بنابراین روش مطمئنی محسوب نمی‌گردد. لذا شکفتن آهک زنده یا به روش‌های دستی در کارگاه انجام می‌گیرد و یا به روش‌های صنعتی و در کارخانه. در ادامه انواع این روش‌ها شرح داده خواهند شد:

- تنگ گذاشتن آهک
- روش خشک
- روش تر
- شیر آهک
- هیدراته کردن آهک تحت فشار

66



دانشگاه هرمزگان

شفته آهکی

مخلوط ۲۰۰ الی ۲۵۰ کیلوگرم آهک شکفته در یک متر مکعب از مخلوط شن، ماسه و خاک را شفته آهکی گویند.

این مخلوط پس از یک ماه از مصرف خود در ساختمان قابل بارگزاری می باشد.

67



دانشگاه هرمزگان

خواص شفته آهک

- ملاتی بسیار ارزان قیمت است.
- تهیه آهک به راحتی در هر جا امکان پذیر است.
- شفته آهک به راحتی پس از گذشت چند روز قابل بارگزاری است.
- شفته آهک نسبت به بتن دیرگیرتر است.
- آب در آن کم نفوذ کرده و از خطر یخبندان قبل از سفت شدن بدور است.
- هیچ نوع گیاهی در آن نمی روید.
- پس از چند سال به شدت سخت می گردد.
- آهک با فلزات واکنش داده منجر به پوسیدگی آنها می گردد.
- آهک لایه های قیر گونی را می پوساند.
- اگر رطوبت اولیه زیاد باشد ملات شفته هیچ گاه سخت نمی گردد.

68



دانشگاه هرمزگان

خواص آهک شکفته

خواص فیزیکی

- تغییر حجم: آهک زنده هنگام شکستن ازدیاد حجم پیدا می‌کند به طوری که آهک‌های کم مایه ۲-۱/۲۵ برابر و آهک‌های پر مایه ۳/۵-۲ برابر افزایش حجم پیدا می‌کنند (انواع آهک‌ها در بخش بعد شرح داده خواهند شد). ولی آهک شکفته هنگام سخت شدن تغییر حجم نمی‌دهد.
- وزن مخصوص: وزن مخصوص آهک شکفته ۲/۲، خمیر آهک نمناک ۱/۴، گرد آهک شکفته نلرزیده ۰/۴۵ و لرزیده آن $\frac{gr}{cm^3}$ ۰/۷ است.
- دانه‌بندی: دانه‌های گرد آهک شکفته، باید کوچک‌تر از ۰/۲ میلیمتر باشد و ریزی دانه‌ها به ۰/۰۲ میلیمتر (۲ میکرون) هم می‌رسد.
- افت وزنی: افت وزنی آهک شکفته در اثر گرمای حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد، ۲۵٪ وزن آن است.

69

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری



دانشگاه هرمزگان

خواص شیمیایی

- خاصیت اسیدی و قلیایی: آهک خاصیت قلیایی دارد و معمولاً ارزان‌ترین قلیاست. همچنین آهک گازهای اسیدی CO_2 و SO_2 را جذب می‌کند.
- تأثیر ترکیبات آهکی بر فلزات: آب‌های آهک‌دار و ملات‌های آهکی در صورت وجود رطوبت با فلزاتی نظیر سرب، برنج، روی و آلومینیوم ترکیب می‌شوند و در قطعات و لوله‌های فلزی که در ساختمان به کار رفته‌اند، خوردگی ایجاد می‌کنند. از این رو باید آن‌ها را قبل از مصرف در ساختمان‌هایی که با ملات آهکی ساخته شده‌اند، قیر اندود کرد.
- تأثیر ترکیبات آهکی بر گونی عایق‌کاری: اگر ملات‌های آهکی در مجاورت عایق قیر و گونی قرار گیرند، باعث پوسیدگی گونی آن می‌شوند. زیرا با روغن‌های گیاهی موجود در تارهای گونی ترکیب شده و تشکیل صابون آهکی می‌دهند. لذا در این موارد باید از مقوای قیر اندود یا نمد قیر اندود یا بافته‌هایی استفاده کرد که آهک به آن‌ها اثر مخرب نداشته باشد.



دانشگاه هرمزگان

۳.۷.۹. خواص مکانیکی

- سختی: آهک‌های منیزیمی و سیلیس‌دار سخت‌تر از آهک‌های خالصند.
- خاصیت ارتجاعی: آهک‌هایی که دارای مقدار بیشتری منیزیت هستند، خاصیت ارتجاعی بیشتری نسبت به آهک خالص دارند.

71

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیری

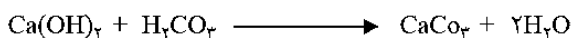


دانشگاه هرمزگان

۸.۹. انواع آهک

۱.۸.۹. آهک‌های هوایی (چاق) - Air-slaked Lime

اگر در ساخت آهک زنده از سنگ آهک تقریباً خالص استفاده شده باشد، این آهک پس از شکستن مجدداً به آرامی CO_2 هوا را جذب کرده و سخت می‌شود و دوباره به سنگ آهک تبدیل می‌گردد. چنین آهکی را آهک هوایی گویند.



فرآیند سخت شدن ملات‌های آهکی نیز به همین صورت است. ملات‌های آهکی ملات‌های آبی هستند ولی برای سخت شدن باید در مجاورت هوا نیز باشند تا بتوانند گاز CO_2 را از هوا جذب کنند. از آنجا که در واکنش بالا، دو مولکول آب نیز حاصل می‌شود، این دو مولکول می‌توانند آب مورد نیاز جهت سخت شدن آهک را فراهم کنند. ولی با توجه به این که احتمال جذب شدن این آب به خاک و یا تبخیر آن زیاد است، لذا بهتر است که محیط ملات‌های آهکی جهت سخت شدن مرطوب باشد.



دانشگاه هرمزگان

یکی از معایب آهک هوایی این است که هنگام استفاده از آن در ملات‌ها، به علت عدم نفوذ CO_2 کافی به لایه‌های زیرین ملات، سطح رویی ملات سخت‌تر از لایه‌های زیرین آن می‌شود. به همین علت آهک هوایی را به صورت خالص برای پی-سازی و نقاط مرطوب استفاده نمی‌کنند. آهک هوایی‌ای که در ساختمان به کار می‌رود (هم در ساخت ملات‌ها و هم در ساخت آجر ماسه آهکی) به صورت مخلوط یا ماسه یا ماسه و خاک می‌باشد. استفاده از ماسه و خاک ضمن جلوگیری از کاهش حجم آهک هنگام گرفتن و سخت شدن، با ایجاد هیدروسیلیکات کلسیم که بسیار سخت است، از ترک خوردن آهک نیز جلوگیری می‌کند و باعث گیرش سریع آن می‌شود.

73

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیربی



دانشگاه هرمزگان

آهک آبی HYDRAULIC-LIME

اگر آهک به همراه خاک رس یا سیلیس در گروه حرارت داده شود تبدیل به آهک آبی می‌گردد که در زیر آب نیز قابل کاربرد و سفت شدن است.

از این آهک برای سازه‌های زیر آبی استفاده می‌شود.

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیربی

74



دانشگاه هرمزگان

آهک آبی

اگر در ساخت آهک زنده از سنگ آهکی استفاده شود که دارای ناخالصی‌های سیلیسی و خاک رس ($Al_2O_3 + SiO_2$) باشد، آهک زنده به دست آمده را آهک آبی گویند. گیرش ملات‌های آهک آبی هم در آب و هم در هوا صورت می‌گیرد ولی عموماً آبی هستند. می‌توان این نوع آهک را حد واسط بین آهک هوایی و سیمان دانست. به طوری که هر چه مقدار خاک رس در سنگ آهک بیشتر باشد، آهک آبی حاصل از پخت آن مرغوب‌تر بوده و بیشتر به سیمان پرتلند شباهت دارد و زودتر نیز سخت می‌شود. سنگ‌های آهکی را بسته به میزان خاک رس موجود در آنها به ترتیب زیر نامگذاری می‌کنند:

- سنگ آهک رسی: دارای ۹۸-۷۵٪ کربنات کلسیم.
- رس آهک (گل آهک - مارل): دارای ۷۵-۴۰٪ کربنات کلسیم.
- خاک رس آهکی: دارای ۴۰-۲٪ کربنات کلسیم.



دانشگاه هرمزگان

آهک آبی

- از جمله ویژگی‌های آهک آبی می‌توان به مواد زیر اشاره کرد:
- آهک آبی در آب وانمی‌رود و باید آن را آسیاب کرد.
- هنگام شکستن از دیاد حجم بسیار اندکی دارد.
- رنگ آهک آبی با توجه به مقدار و نوع اکسیدهای آهن و آلومینیوم موجود در آن، زرد تند، زرد لیمویی، قهوه‌ای روشن، خاکستری و آبی است.
- حجم ملات آن ثابت است و پس از سخت شدن تغییر حجم نمی‌دهد.
- زمان گیرش ملات آهک آبی از ملات آهک هوایی کمتر است.



دانشگاه هرمزگان

۳.۸.۹. آهک نیمه آبی (لاغر) - Semi hydraulic Lime

نوعی آهک آبی است ولی با درجه خلوص بیشتر به طوری که فقط دارای مقداری ناخالصی خاک رس است. ملات این نوع آهک نیز آبی است و مقاومت بیشتری نسبت به ملات آهک هوایی دارد. از این آهک برای پی سازی در خاک‌هایی که میزان سولفات آن‌ها کم است، استفاده می‌کنند.

۴.۸.۹. آهک پر مایه - High calcium Lime

این نوع آهک حدود ۸-۴٪ ناخالصی دارد و بهترین ویژگی آن این است که در تماس با آب به شدت شکفته می‌شود و حجم آن تا حدود ۲/۵ برابر مقدار اولیه‌اش افزایش می‌یابد. ملات آن مانند ملات آهک هوایی، در تماس با گازکربنیک (CO_2) هوا به سرعت (۳۰-۱۵ روز) سخت می‌شود. از این آهک برای ساخت آجر ماسه آهکی، بتن آهکی و نیز پایدار کردن خاک در راه سازی استفاده می‌کنند.

مصالح ساختمانی، تهیه و تنظیم: محمد امیر



دانشگاه هرمزگان

۵.۸.۹. آهک کم مایه - Low calcium Lime

آهک کم مایه از سنگ آهکی تهیه می‌شود که کمتر از ۷۰٪ آهک دارد. از ویژگی‌های این نوع آهک این است که به کندی شکفته می‌شود و ملات آن به آرامی در هوا سخت می‌شود. از این آهک برای پی سازی ساختمان‌های کم ارتفاع استفاده می‌کنند.

۶.۸.۹. آهک صنعتی - Industrial Lime

درجه خلوص این آهک به ۹۸-۹۴٪ می‌رسد و برای مصارف صنعتی نظیر صنایع قند سازی، کاغذ سازی و... به کار می‌رود.

جدول شماره ۲.۹. زمان گیرش انواع آهک‌های ساختمانی

نوع آهک	درصد ناخالصی	زمان گیرش
آهک هوایی	۰	۶ ماه
آهک پر مایه	۴ - ۸	۳۰ - ۱۵ روز
آهک نیمه آبی	۸ - ۱۴	۱۵ - ۱۰ روز
آهک آبی	۱۴ - ۱۹	۴ - ۲ روز
آهک آبی قوی	۱۹ - ۲۲	کمتر از ۲ روز