دانشگاه کاشان

گروه مهندسی عمران

عنوان درس: مصالح ساختمانی و آزمایشگاه

مدرس: دکتر علیرضا پاچناری

سرفصل مصوب وزارت علوم

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش نیاز یا زمان ارائه درس
			نظری	عملی	جمع	
۱۰۳	مصالح ساختمانی و آزمایشگاه	۲	۲۴	۱۶	۴۰	۱۱۸

سرفصل مصوب وزارت علوم

سرفصل درس

الف- نظری (۲۴ ساعت)

۱- مقدمه: اهمیت و نقش مصالح ساختمانی در ساخت و ساز

۲- مصالح فلزی:ساختار، خواص مقاومتی،ضریب ارتجاعی ، افزایش مقاومت ، خوردگی ، شکنندگی ، خستگی و سایر خواص فلزات آهن ، چدن ، فولاد،مس ، آلیاژهای مس ، سرب ، روی و آلومینیوم کاردر مصالح فلزی فوق در صنعت ساختمان

۳- چوب : منابع تولید و روش های تبدیل ، خواص فیزیکی و مقاومتی ، اثرات نامطلوب محیطی و شیمیایی برخواص چوب ، حفاظت چوب ، کاربردهای مختلف چوب ، انواع چوب

۴- گچ: روشهای تولید ، خواص فیزیکی و شیمیایی و مقاومتی ، انواع کاربردهای مختلف

۵- آهک : روشهای تولید ، خواص فیزیکی و شیمیایی و مقاومتی ، انواع کاربردهای مختلف

۶- خاک: خواص ، طبقه بندی ، کاربردهای مختلف

۷- ملاتها: تولید و خواص ملاتهای مختلف نظیر شفته آهک، ماسه آهک سیمانی و کاربرد آنها

۸- آجر وسرامیک : مواد خام و تولید، طبقه بندی و انواع آجر، خواص مختلف، آزمایشهای آجر، کارهای مختلف.

۹- سیمان: تولید، خواص فیزیکی و شیمیایی و مکانیکی

۱۰- سنگ: انواع سنگ، شناسایی سنگها، خواص مختلف، کاربردهای مختلف

۱۱- بتن: روشهای تولید، خواص کلی، کاربرد در صنعت ساختمان، انواع بتن

۱۲- قیرو آسفالت : روشهای تولید، خواص مختلف، آزمایشهای قیرو آسفالت، کاربرد

۱۳- عایقها: عایقهای حرارتی و رطوبتی در ساختمان، مصالح کاربردی، خواص

۱۴- مواد پلیمری : ساختار، تکنولوژی پلیمر، خواص مکانیکی، حرارتی و دوام پلیمرها، انواع پلیمرها و کاربرد آنها در صنعت ساختمان، کاربردهای جدید در ساختمان

۱۵- شیشه: روشهای تولید، خواص مختلف، انواع شیشه، کاربردها در صنعت ساختمان

۱۶- آشنایی با مبحث ۵ مقررات ملی ساختمانی ایران

ب- عملی (۱۶ ساعت)

انجام آزمایشهای مختلف: بررسی خواص مصالح ساختمانی نظیر آجر، گچ، آهک، سنگ، کشش فولاد

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مراجع در دسترس

- مصالح ساخت و آزمایشگاه- تالیف حسن صادقی و پرویز رفعتی– انتشارات دانشگاه امام حسین
- مصالح ساختمانی- تالیف حسن رحیمی– انتشارات دانشگاه تهران
- مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان: مصالح و فرآورده های ساختمانی- ویرایش چهارم ۱۳۹۲
- نشریه ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور: مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی – تجدید نظر دوم ۱۳۸۳
- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان: طرح و اجرای ساختمانهای فولادی
- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان: طرح و اجرای ساختمانهای بتنی
- مصالح ساختمان- تالیف احمد حامی – انتشارات دانشگاه تهران
- استاندارد شماره ۷ ایران (آجر رسی)
- ...

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

	طرح درس مصالح ساختمانی و آزمایشگاه (مدرس: دکتر پاچناری)
۱	مقدمه و آشنایی با روند تکامل و نقش مصالح ساختمانی در ساخت و ساز
۲	مروری بر خواص عمومی، فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح ساختمانی
۳	سنگ و سنگدانه: انواع و ویژگیها، دانه بندی، آزمایش ها، کاربردها و نکات آیین نامه ای
۴	آجر: انواع و طبقه بندی، روش تولید، معایب، تست ها و حدود قابل قبول و نکات آیین نامه ای
۵	گچ: پروسه تولید، خواص، انواع و کاربردها
۶	مباحث و نکات مربوط به کاربرد خاک و آب به عنوان مصالح ساختمانی
۷	فلزات ساختمانی: انواع فلزات آهنی و غیر آهنی و استانداردها و ویژگی های آنها
۸	مقاطع، مشخصات و استانداردهای و نکات آیین نامه ای و اجرایی در مورد پروفیلهای ساختمانی و میلگردها
۹	مباحث مربوط به چوب: ساختمان و طبقه بندی چوب، کاربرد، نحفاظت و نگهداری، عوامل موثر بر رفتار مکانیکی و فرآورده های چوبی
۱۰	سیمان: انواع ، فرآیند تولید، شیمی سیمان، نکات مربوط به نگهداری
۱۱	قیر و آسفالت: انواع، کاربردها، نحوه طبقه بندی و نکات آیین نامه ای
۱۲	بتن: خواص کلی، انواع و رده بندی، امتیازات بتن نسبت به فولاد، نکات اجرایی و آیین نامه ای
۱۳	شیشه : کاربرد، فرآیند تولید و ترکیب، انواع شیشه و خواص آن، نمای شیشه ای
۱۴	آهک: روش تولید، خواص، انواع و کاربردها
۱۵	ملات ها: تولید، خواص و کاربرد انواع ملات های ساختمانی
۱۶	رنگ و مواد پلیمری، آشنایی با مصالح ساختمانی نوین

گروه مهندسی

نحوه ارزشیابی

- آزمایشگاه (حضور، ارائه گزارش کار و امتحان): ۶ تا ۸ نمره
- حضور و فعالیت کلاسی: تا ۲ نمره (مازاد)
- امتحان پایان ترم: ۱۲تا ۱۴ نمره

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

برنامه آزمایشگاه مصالح

گروه بندی آزمایشگاه

گروه یک

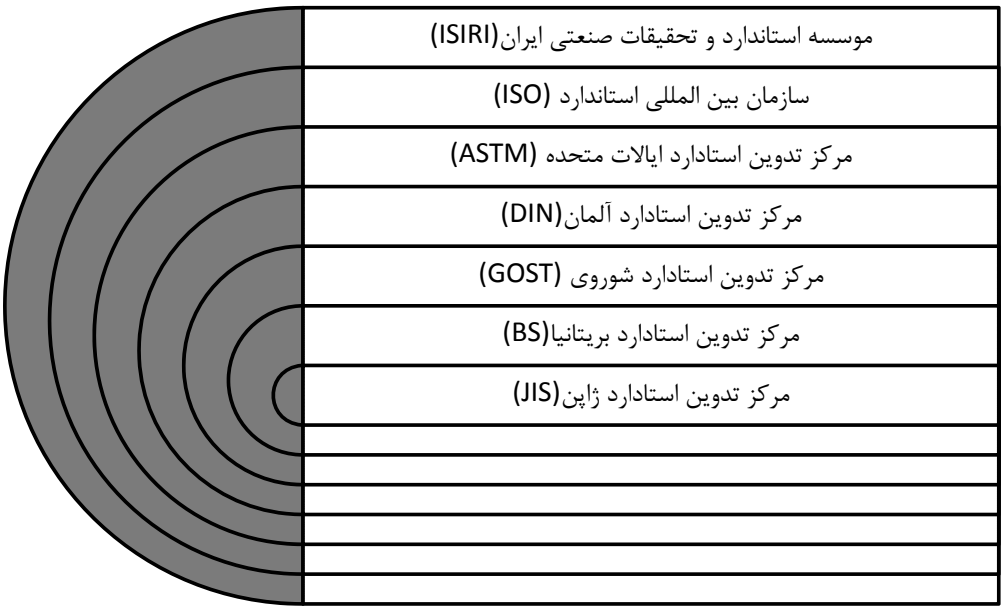
گروه بندی اولیه	۹۷-۷-۲	گروه بندی اولیه
حذف واضافه ۹۷-۷-۹،۱۰		
توجیه گروه ۱	۹۷-۰۷-۰۹	توجیه گروه ۲
سرفصل آزمایشها، جزوه ونحوه گزارش نویسی، فرم پیش گزارش، آشنایی با تجهیزات، نمونه گیری،گروه بندی، بارم نمرات و...		
جلسه اول	۹۷-۰۷-۱۶	
	۹۷-۰۷-۲۳	جلسه اول
جلسه دوم	۹۷-۰۷-۳۰	
	۹۷-۰۸-۰۷	جلسه دوم
جلسه سوم	۹۷-۰۸-۱۴	
	۹۷-۰۸-۲۱	جلسه سوم
جلسه چهارم	۹۷-۰۸-۲۸	
	۹۷-۰۹-۰۵	جلسه چهارم
جلسه پنجم	۹۷-۰۹-۱۲	
	۹۷-۰۹-۱۹	جلسه پنجم
جلسه ششم	۹۷-۰۹-۲۶	
	۹۷-۱۰-۰۳	جلسه ششم
هردوگروه، تست کشش میلگرد در آز مقاومت گروه مکانیک ۹۷-۱۰-۱۰		

گروه دو

آزمایشگاه مصالح	
ردیف	آزمایش
۱	درصد رطوبت ستگدانه
۲	جذب آب ستگدانه
۳	وزن مخصوص حقیقی ستگدانه
۴	وزن حجمی متراکم شده ونشده ستگدانه
۵	ابعاد ستجی آجر
۶	جذب اب ودرصد رطوبت آجر
۷	وزن مخصوص فضایی آجر
۸	وزن مخصوص حقیقی آجرارشمیدس
۹	مقاومت فشاری آجر
۱۰	غلظت نرمال گچ
۱۱	دانسیته گچ
۱۲	گیرش گچ
۱۳	مقاومت فشاری گچ
۱۴	مقاومت خمشی گچ
۱۵	درجه نرمی گچ
۱۶	مقاومت کششی میلگرد

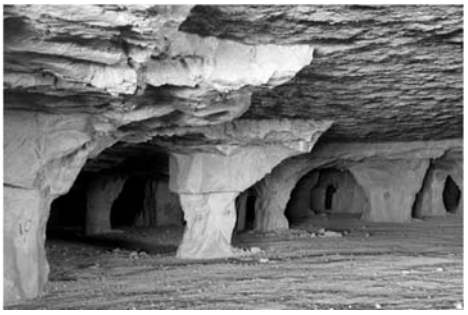
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

استانداردهای مرجع برای بررسی کیفی مصالح ساختمانی



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روند تکامل مصالح در ساخت و ساز



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روند تکامل مصالح در ساخت و ساز

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

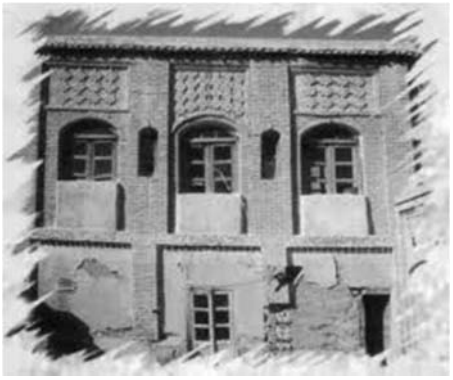
روند تکامل مصالح در ساخت و ساز

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روند تکامل مصالح در ساخت و ساز

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روند تکامل مصالح در ساخت و ساز



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روند تکامل مصالح در ساخت و ساز

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روند تکامل مصالح در ساخت و ساز

خواص عمومی مصالح ساختمانی

- خواص مصالح
  - فیزیکی
  - مکانیکی
  - شیمیایی

1- آشنایی با برخی از خواص فیزیکی مواد

الف)جرم مخصوص (دانسیته):

جرم واحد حجم ماده.

ب) وزن مخصوص :

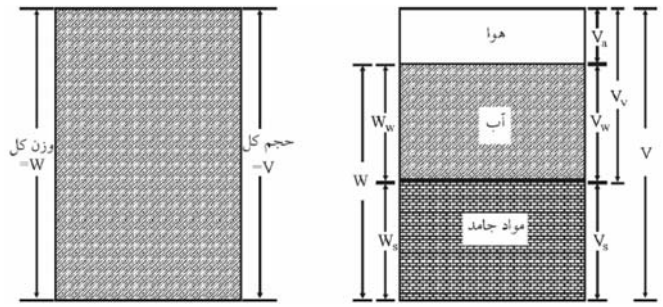
نسبت وزن واحد حجم ماده به وزن واحد حجم آب.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

1- آشنایی با برخی از خواص فیزیکی مواد

پ)نسبت تخلخل:

نسبت حجم فضای خالی بین ذرات جسم به حجم قسمت جامد.



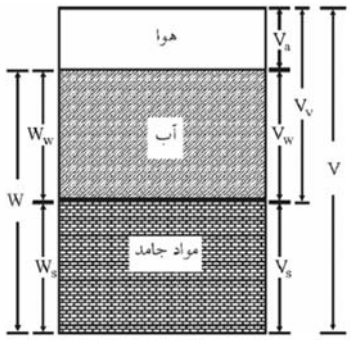
ت) تخلخل (پوکی):

نسبت حجم فضای خالی بین ذرات جسم به حجم کل.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

1- آشنایی با برخی از خواص فیزیکی مواد

رابطه e و n:



$$n = \frac{V_V}{V}$$

$$e = \frac{V_V}{V_S}$$

ث)جذب آب:

.

$$W_W = \frac{W_{Saturated} - W_S}{W_S} \times 100$$

$$W_V = \frac{W_{Saturated} - W_S}{V} \times 100$$

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

1- آشنایی با برخی از خواص فیزیکی مواد

ج)ضریب نرم شدن:

نسبت مقاومت اشباع به مقاومت خشک مصالح.

چ) مقاومت در برابر یخ زدگی و هوازدگی

گروه مهندسی

1- آشنایی با برخی از خواص فیزیکی مواد

ح)هدایت حرارتی:

اگر به میزان یک کیلوکالری حرارت در مدت زمان یک ساعت از دیواری به سطح یک متر مربع و ضخامت یک متر عبور کند و در طرفین دیوار یکدرجه اختلاف درجه حرارت ایجاد شود ضریب هدایت حرارتی واحد خواهد بود.

$$Q = \lambda A(t_2 - t_1)T / d$$

$$\lambda = \frac{Qd}{A(t_2 - t_1)T} \quad \frac{Kcal}{m.h.C^\circ}$$

Q = مقدار انرژی حرارتی هدایت شده برحسب کیلوکالری،

λ = ضریب هدایت گرمایی،

A = سطح خارجی برحسب متر مربع،

t_2, t_1 = اختلاف درجه حرارت دو طرف دیوار بر حسب درجه سانتی‌گراد،

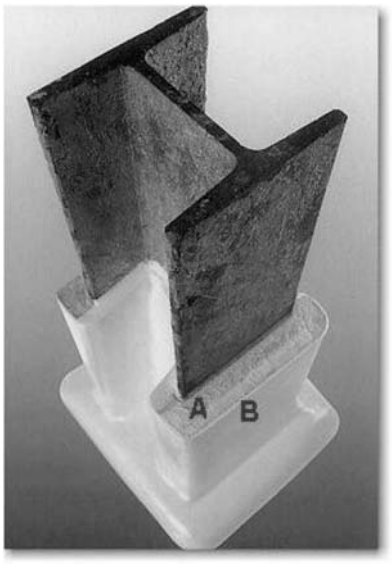
T = مدت زمان جریان هدایت گرمایی برحسب ساعت،

d = ضخامت جسم برحسب متر.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

1- آشنایی با برخی از خواص فیزیکی مواد

خ) مقاومت در برابر آتش:

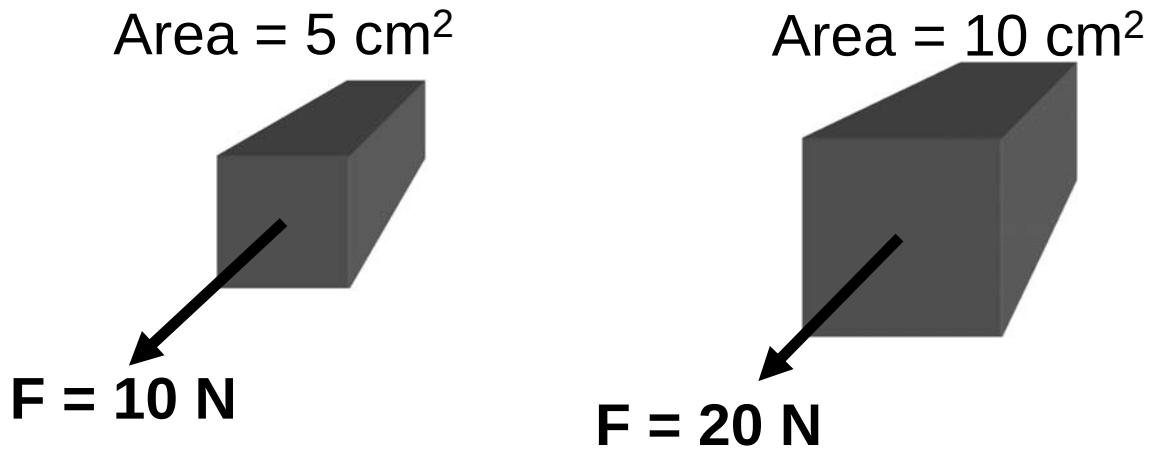


- انواع مصالح
  - نسوز
  - دیرگداز
  - زودگداز

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

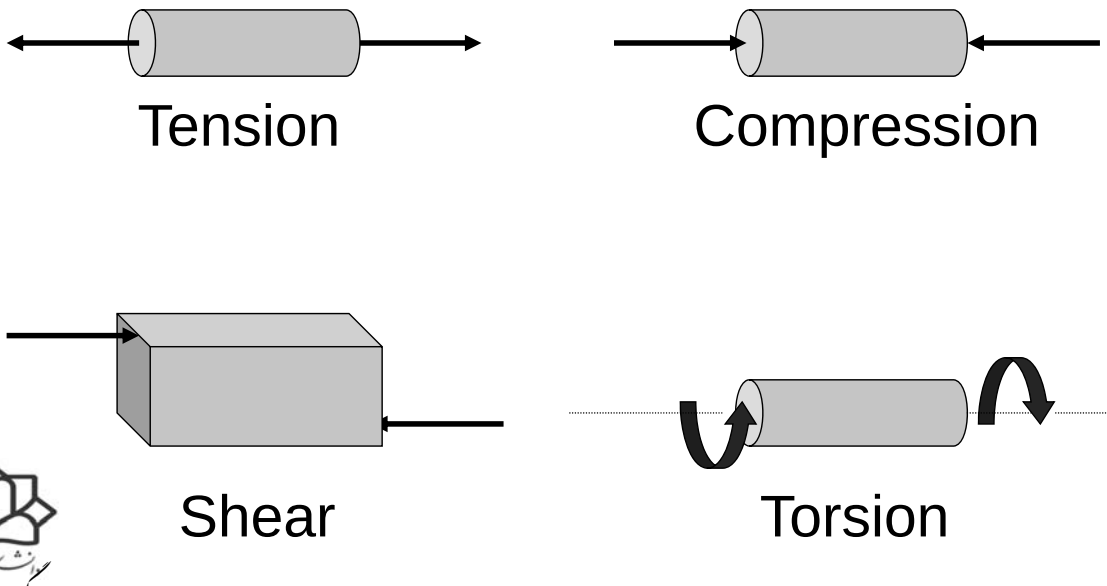
2- آشنایی با برخی از خواص مکانیکی مواد

مفهوم تنش محوری:



2- آشنایی با برخی از خواص مکانیکی مواد

types of stresses:

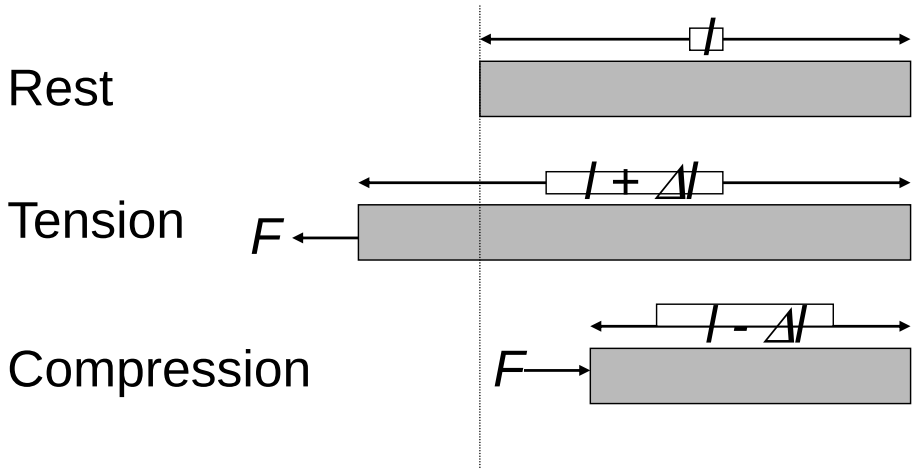


2- آشنایی با برخی از خواص مکانیکی مواد

الف) مقاومت فشاری:

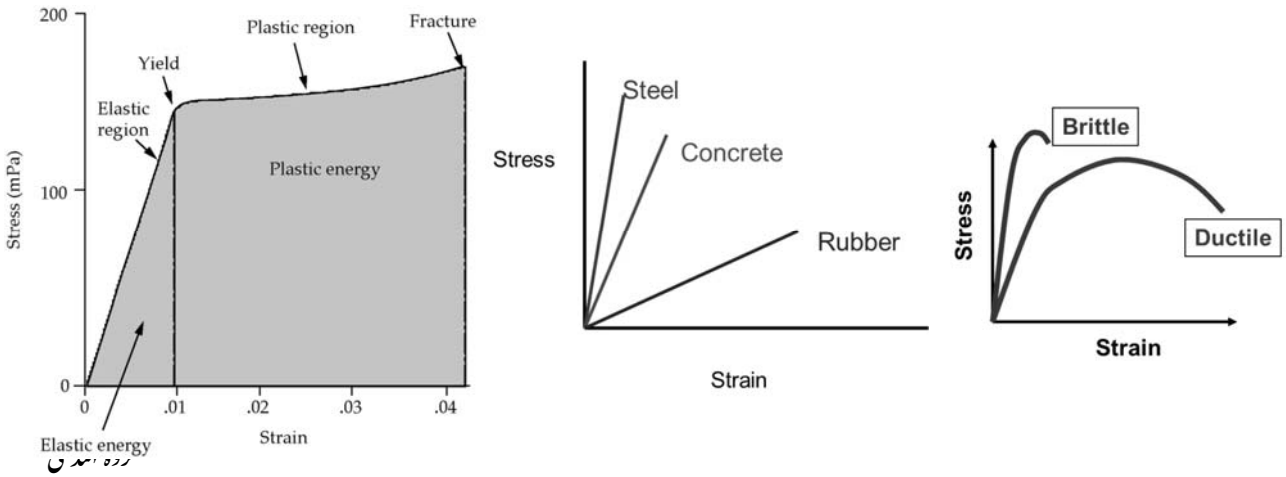
2- آشنایی با برخی از خواص مکانیکی مواد

مفهوم کرنش محوری:



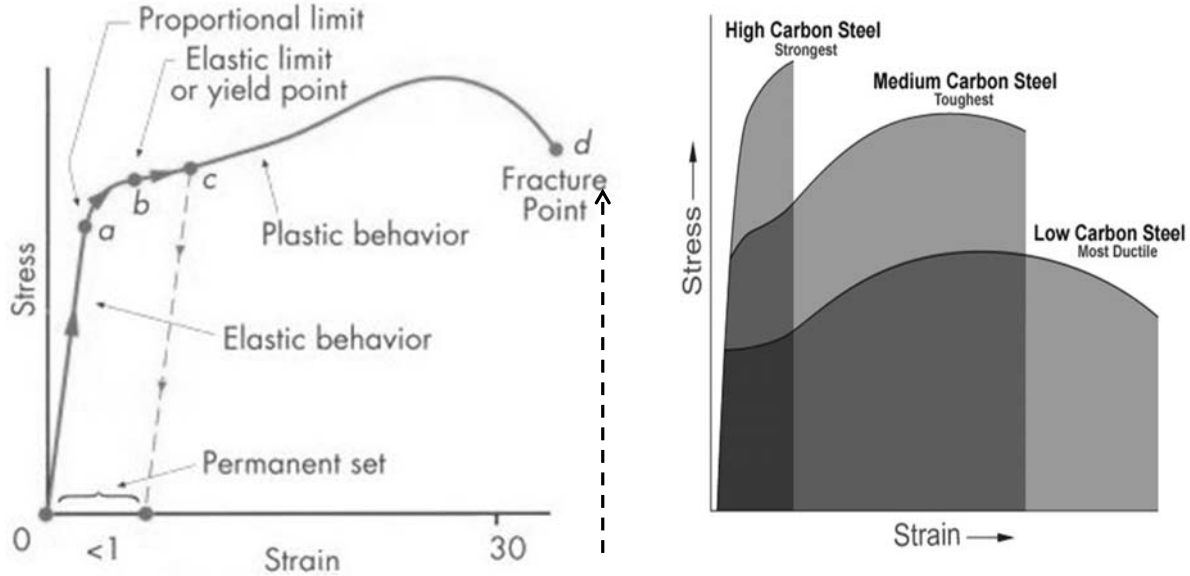
2- آشنایی با برخی از خواص مکانیکی مواد

ب) مدول الاستیسیته ، منحنی تنش-کرنش و شکل پذیری:



2- آشنایی با برخی از خواص مکانیکی مواد

پ) ضریب فنریت و طاقت و اتلاف انرژی



3- نمونه هایی از ضرورت آشنایی با خواص شیمیایی مواد

واکنش اسید کربنیک با بتن

واکنش قلیایی سنگدانه

واکنش اسید سولفوریک با سنگهای آهکی

گیرش سیمان

Densities of structural materials

	Density (kg/m^3)
Engineering materials	
Steel	7800
Concrete	2300
Rubber	1100
Biological materials	
Bone	2000
Cartilage	1100
Tendon	1300
Locust cuticle	1200

Comparison: density of water is 1000 kg/m^3

سنگ

جسمی طبیعی متشکل از یک یا چند کانی.

باربر یا تزئینی یا ترکیب هر دو.

مقاومت ⟺ جنس کانی ها

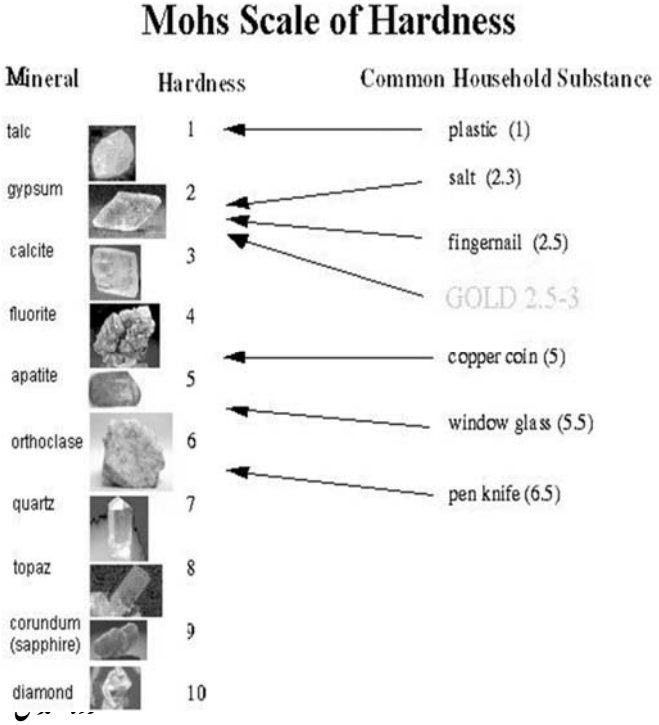
معیار درجه

سختی موس

سنگ به عنوان مصالح ساختمانی

سنگ (یک واحد مجزا)
سنگدانه (بخشی از یک بتن یا آسفالت)

سنگ



سختی	مشخصه سختی	کانی
۱	با فشار شست ساییده می‌شوند	تالک (Talk)
۲	با ناخن خراش برمی‌دارند	گچ (Gypsum)
۳	با فولاد به آسانی خراشانده می‌شود	کلسیت (Calcite)
٤	با فولاد خراشانده می‌شود	فلوریت (Fluorite)
٥	با فولاد به دشواری خراش برمی‌دارد	آپاتیت (Apatite)
٦	با شیشه خراسانده می‌شود	فلدسپات (Feldspar)
۷	شیشه را خراش می‌دهد	کوارتز* (Quartz)
۸	کانی‌های سیلیسی را خراش می‌دهد	توپاز (Topaz)
۹	کانی‌های سیلیسی را به آسانی خراش می‌دهد	کوراندم** (Corundum)
۱۰	همه کانی‌ها را خراش می‌دهد	الماس (Diamond)

سنگ

ویژگیها و حداقل حدود قابل قبول:

- بافت ظاهری
- مقاومت فشاری حداقل برای مصارف باربر
- مقاومت یخ زدگی و هوازدگی
- مقاومت در برابر سایش و ضربه و مدول گسیختگی
- ضریب انبساط حرارتی ملات و سنگ
- جذب آب و ضریب نرم شدن

نمونه سنگهای بنایی و نما باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد.

سنگ

استانداردهای مرجع:

ـ استاندارد شماره ۴۴۹ : "روش آزمایش مقاومت مصالح سنگی در مقابل عوامل جوی"

ـ استاندارد شماره ۵۷۸ : "روشهای تعیین میزان جذب آب و تاب مصالح سنگی در برابر یخبندان"

ـ استاندارد شماره ۶۱۷ : "روشهای تعیین تاب گسیختگی فشاری و خمشی مصالح سنگی"

ـ استاندارد شماره ۶۱۸ : "بلوکهای سنگهای طبیعی برای برش به منظور استفاده در نما، کف و تزئینات"

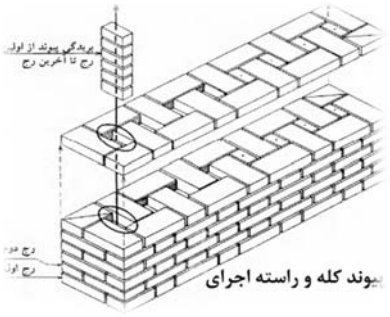
ـ استاندارد شماره ۶۱۹ : "روشهای آزمون تاب سایشی سنگ که روی آن رفت و آمد می‌شود".

ـ استاندارد شماره ۶۶۵ : "روش تعیین تاب فشاری مصالح سنگی"

سنگ

ضوابط خاص برای اشکال هندسی مختلف سنگهای ساختمانی:

سنگ لاشه (سنگ نامنظم که از استخراج معدن بدست می آید):



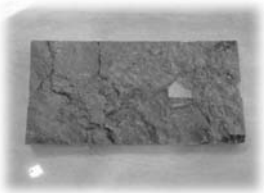
حداقل ریشه در سنگهای لاشه سرتاسری (یا عمقی) در صورتی که ضخامت دیوار اجازه دهد ۵۰۰ میلیمتر، در سنگهای کله ۴۰۰ میلیمتر و در سنگهای راسته به اندازه ارتفاع سنگ خواهد بود.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

سنگ

ضوابط خاص برای اشکال هندسی مختلف سنگهای ساختمانی:

سنگ بادبر(شکل دهی شده به شکل تقریبی مکعب مستطیل و با برجستگی رها شده در وجه نما و حداقل دارای یک وجه صاف):

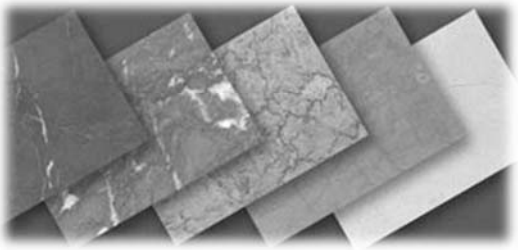


گروه مهندسی

سنگ

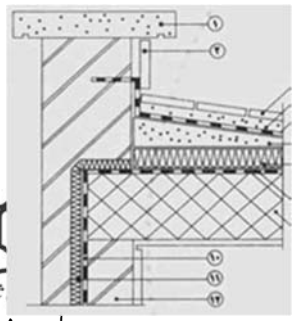
ضوابط خاص برای اشکال هندسی مختلف سنگهای ساختمانی:

سنگ پلاک :



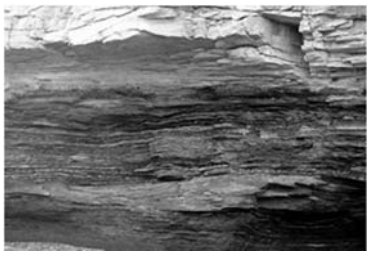
سنگ

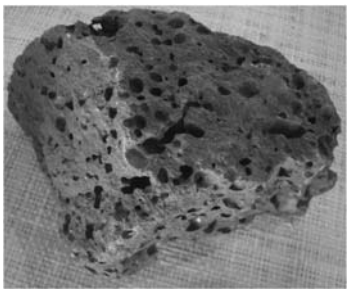
حداقل ضخامت سنگهای پلاک مصرفی در کف پله و درپوش ۴۰ میلیمتر، پلاک کفپوش ۳۰ میلیمتر، پلاک نما ۲۰ میلیمتر و برای سنگهای قرنیز دور اطاقها ۱۰ میلیمتر می‌باشد.

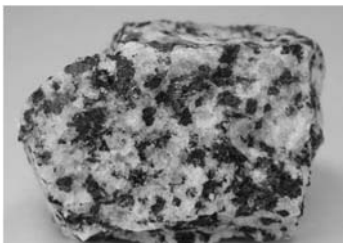


سنگ

انواع سنگها از منظر منشا پیدایش:





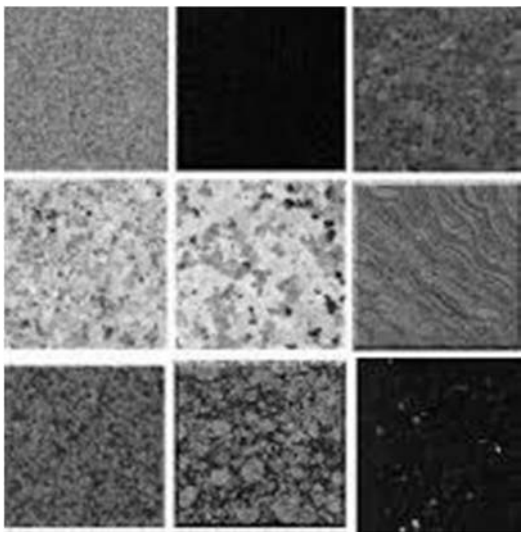


گروه مهندسی دانشگاه کاشان

سنگ

انواع مختلفی از سنگهای ساختمانی:

سنگ گرانیت:

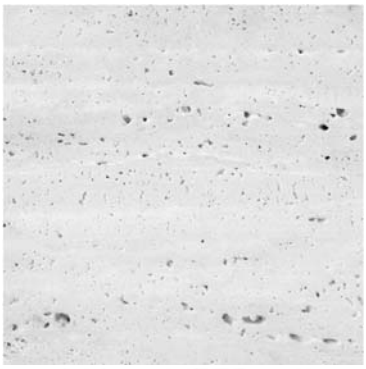


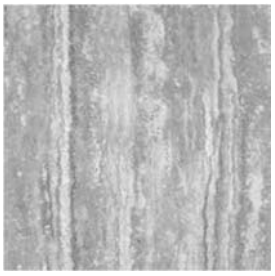
گروه مهندسی دانشگاه کاشان

سنگ

انواع مختلفی از سنگهای ساختمانی:

سنگ تراورتن:

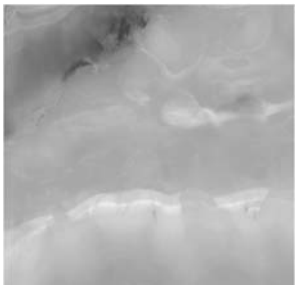




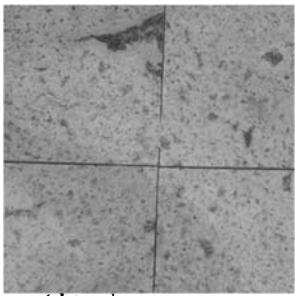
سنگ

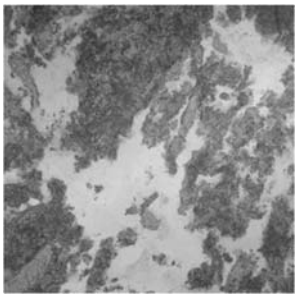
انواع مختلفی از سنگهای ساختمانی:

سنگ مرمر:



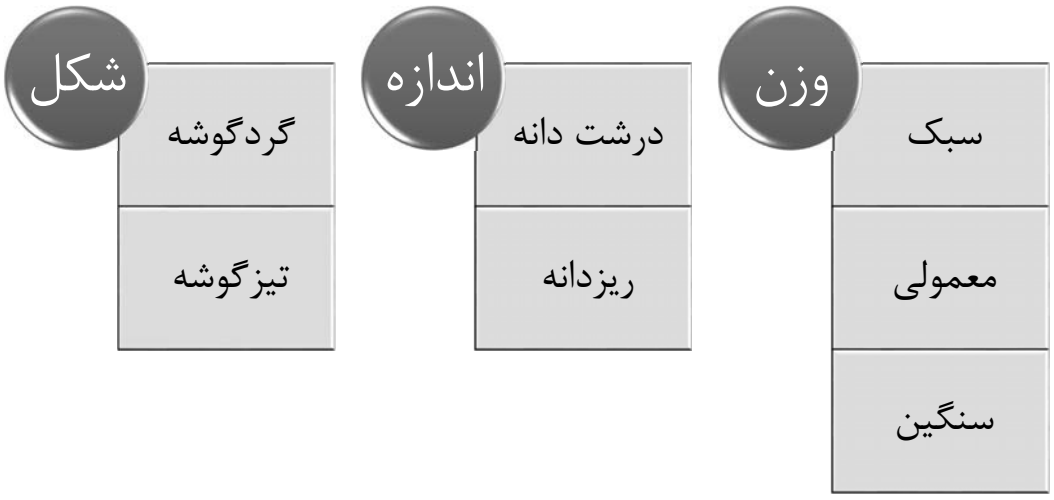
سنگ آهک:





سنگدانه

مصالحی طبیعی، مصنوعی یا بازیافت شده که در تولید فرآورده های ساختمانی بکار می رود.



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

سنگدانه

استانداردهای مرجع:

- استاندارد شماره ۳۰۰ : "مصالح سنگی ریزدانه برای بتن و بتن مسلح"
- استاندارد شماره ۳۰۲ : "شن برای بتن و بتن مسلح"
- استاندارد شماره ۴۴۶ : "روش تعیین مقدار موادی از مصالح سنگی که از الک ۷۵ میکرون می‌گذرد".
- استاندارد شماره ۴۴۷ : "روش دانه‌بندی ریز و درشت مصالح سنگی با الک (ماسه و شن)"
- استاندارد شماره ۴۴۸ : "روش آزمون برای تعیین سایش مصالح سنگی درشت‌دانه با استفاده از ماشین لوس‌آنجلس"
- استاندارد شماره ۴۴۹ : "روش آزمایش مقاومت مصالح سنگی در مقابل عوامل جوی"
- استاندارد شماره ۵۷۸ : " روش‌های تعیین میزان جذب آب و تاب مصالح سنگی در برابر یخبندان"
- استاندارد شماره ۶۱۱ : "روش تعیین رطوبت سطحی شن ریز"
- استاندارد شماره ۶۱۷ : "روش تعیین تاب گسیختگی فشاری و خمشی مصالح سنگی"
- استاندارد شماره ۶۶۹ : "روش تعیین تاب شن و ماسه در برابر ضربه"
- استاندارد شماره ۱۶۸۵ : "روش آزمایش تعیین مقدار هم‌ارز ماسه برای خاکها و مصالح ریزدانه"

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

سنگدانه

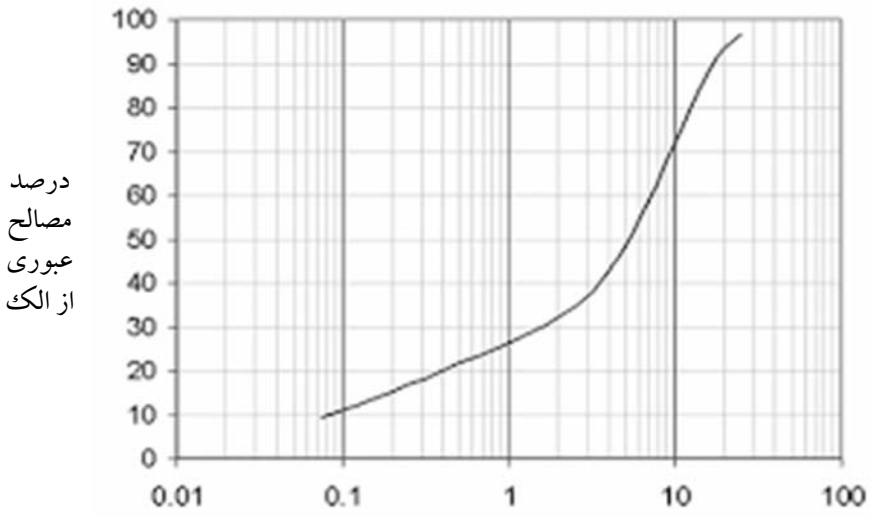
نامگذاری الکها:

نام الک	بعد سوراخ الک(mm)	بعد سوراخ الک(میکرون)
No. 4	4.75	
No.5	4	
No. 6	3.35mm	
No. 7	2.80mm	
No. 8	2.36mm	
No.10	2.00mm	
No. 12	1.70mm	
No. 14	1.40mm	
No. 16	1.18mm	
No. 18	1.00mm	
No.20	0.85	850µ
No.25	0.71	710µ
No.30	0.6	600µ
No.35	0.5	500µ
No.40	0.425	425µ
No.45	0.355	355µ
No.50	0.3	300µ
No.60	0.25	250µ
No.70	0.212	212µ
No.80	0.18	180µ
No.100	0.15	150µ
No.120	0.125	125µ
No.140	0.106	106µ
No.170	0.09	90µ
No.200	0.075	75µ
No.230	0.063	62µ
No.270	0.053	53µ
No.325	0.045	45µ
No.400	0.038	38µ
No.450	0.032	32µ
No.500	0.025	25µ

شماره	Size (mm)
No. 4 (4.75mm)	-
No. 10 (2.0mm)	3in (75mm)
No. 20 (850µm)	2in (50mm)
No. 40 (425µm)	1.5in (37.5mm)
No. 60 (250µm)	1.0in (25mm)
No. 140 (106µm)	3/4in (19mm)
No. 200 (75µm)	3/8in (9.5mm)

سنگدانه

منحنی دانه بندی:



$$2.3 \le C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \le 3.1$$

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

سنگدانه

ویژگیها و حداقل حدود قابل قبول:

دانه‌بندی شن و ماسه برای بتن و بتن مسلح، باید مطابق جداول ۲-۴-۳ (الف) و ۲-۴-۳ (ب) باشد.

جدول ۲-۴-۳ (الف) دانه‌بندی مصالح سنگی ریزدانه (ماسه)

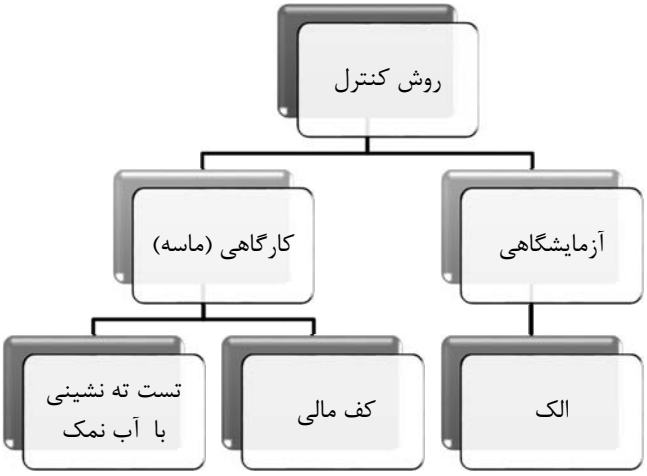
اندازه الک استاندارد با سوراخ مربع	درصد وزنی رد شده از هر الک آزمایشگاهی
۹/۵ میلیمتر	۱۰۰
۴/۷۶ میلیمتر	۹۵ – ۱۰۰
۲/۳۸ میلیمتر	۸۰ – ۱۰۰
۱/۱۹ میلیمتر	۵۰ – ۸۵
۵۹۵ میکرون	۲۵ – ۶۰
۲۹۷ میکرون	۱۰ – ۳۰
۱۴۹ میکرون	۲ – ۱۰

باقیمانده مصالح بین هر دو الک متوالی جدول فوق نباید بیش از (۴۵٪) وزن کل نمونه باشد.

سنگدانه

ویژگیها و حداقل حدود قابل قبول:

حداکثر رس و لای و ذرات ریزتر از ۷۵ میکرون در ماسه طبیعی، و یا ماسه حاصله از شن طبیعی، نباید از (۳٪)، و در ماسه شکسته به دست آمده از سنگ، از (۱۰٪) و در شن از (۱٪) وزنی تجاوز کند.



ویژگیها و حداقل حدود قابل قبول:

جدول ۲-۴-۳ (پ) حداکثر مقادیر مجاز برای مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های ریز بتن*

نوع مواد زیان‌آور	حداکثر درصد وزنی در کل نمونه	ملاحظات
کلوخه‌های رسی و دانه‌های شکننده	۳	شیستهای در حال متلاشی شدن و تبدیل به خاک رسی مشمول این محدودیت هستند.
دانه‌های گذشته از الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر) - بتن تحت سایش - سایر بتنها	 ۳ ۵	مشروط بر اینکه دانه‌های رسی نباشد.
زغال سنگ، لیگنیت، یا سایر مصالح سبک: - هنگامی که نمای ظاهری بتن حائز اهمیت است. - سایر بتنها.	 ۰/۵ ۱	مواد زغالی با وزن مخصوص نسبی کمتر از ۲ و رنگ قهوه‌ای تیره می‌باشند.
میکا	۱	در هر حال مجموع کلوخه‌های رسی و میکا در مناطق گرم و مرطوب و با خردشدگی زیاد نباید از (۳٪) و در سایر مناطق از (۴٪) بیشتر باشد.
سولفاتها بر حسب SO_3^{--}	۰/۴	-
کلوریدها بر حسب CL^-	۰/۰۴	-

*روش آزمایش در هر یک از موارد فوق‌الذکر مطابق مندرجات آیین‌نامه بتن ایران خواهد بود.

جدول ۲-۴-۳ (ت) حداکثر مقادیر مجاز برای مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های درشت بتن*

نوع مواد زیان‌آور	حداکثر درصد وزنی مجاز در کل نمونه	ملاحظات
کلوخه‌های رسی	۰/۲۵	شیستهای در حال متلاشی شدن نیز مشمول این محدودیت می‌شوند.
دانه‌های نرم	۵	به آسانی خط بر می‌دارند و ساییده می‌شوند.
چرت به صورت ناخالصی - در معرض شرایط محیطی شدید - در معرض شرایط محیطی متوسط - در معرض شرایط محیطی ملایم	 ۱ ۳ ۵	این مواد انطب با مواد شیمیایی سیمان واکنش نامطلوب دارند.
دانه‌های گذشته از الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵میلیمتر)	۱	مشروط بر این که رسی، یا حاصل اعلاج زیان آور نباشد.
زغال سنگ، لیگنیت، یا سایر مصالح سبک: - هنگامی که نمای ظاهری بتن حائز اهمیت است. - سایر بتنها.	 ۰/۵ ۱	مواد زغالی با وزن مخصوص نسبی کمتر از ۲ و رنگ قهوه‌ای تیره می‌باشند.
دانه‌های سست شامل مجموع کلوخه‌های رسی، دانه‌های نرم، چرت هوا زده، شیلها و شیستهای متورق هوا زده: - بتن نمایان - بتن تحت سایش - سایر بتنها	 ۳ ۵ ۷	دانه‌های پوک، مواد بیگانه مانند چوب و بقایای نباتات و به طور کلی تمام دانه‌های نامالم در محاسبه این درصدها باید منظور شوند.
سولفاتها بر حسب SO_3^{--}	۰/۴	-
کلوریدها بر حسب CL^-	۰/۰۲	-

*روش آزمایش در هر یک از موارد فوق‌الذکر مطابق مندرجات آیین‌نامه بتن ایران خواهد بود.

گروه مهندسی

سنگدانه

ضوابط حمل و نقل و نگهداری:

- انبار کردن مجزای شن و ماسه یا حتی شن

بارگیری، حمل و تخلیه مواد سنگی بتن و انبار کردن آنها باید به نحوی باشد که مواد خارجی و زیان‌آور در آنها نفوذ نکنند و دانه‌های ریز و درشت از یکدیگر جدا نشوند. مصالح سنگی باید دور از پوشش گیاهی و مواد آلوده کننده نگهداری شود. شن و ماسه باید به طور جداگانه انبار شوند و در مواقعی که درشتی دانه‌های شن از ۳۸/۱ میلیمتر تجاوز کند، این دانه‌ها نیز باید در دو گروه انباشته گردند تا امکان جداشدگی دانه‌ها به حداقل برسد. هنگامی‌که بزرگترین اندازه سنگدانه ۳۸/۱ میلیمتر باشد مرز جدایی دو نوع سنگدانه ۱۹/۰۵ میلیمتر و وقتی که بزرگترین اندازه ۵۰/۸ یا ۶۴/۵ میلیمتر باشد مرز جدایی ۲۵/۴ میلیمتر خواهد بود.

- ممانعت از تابش آفتاب شدید یا یخ زدگی

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

سنگدانه

ضوابط حمل و نقل و نگهداری:

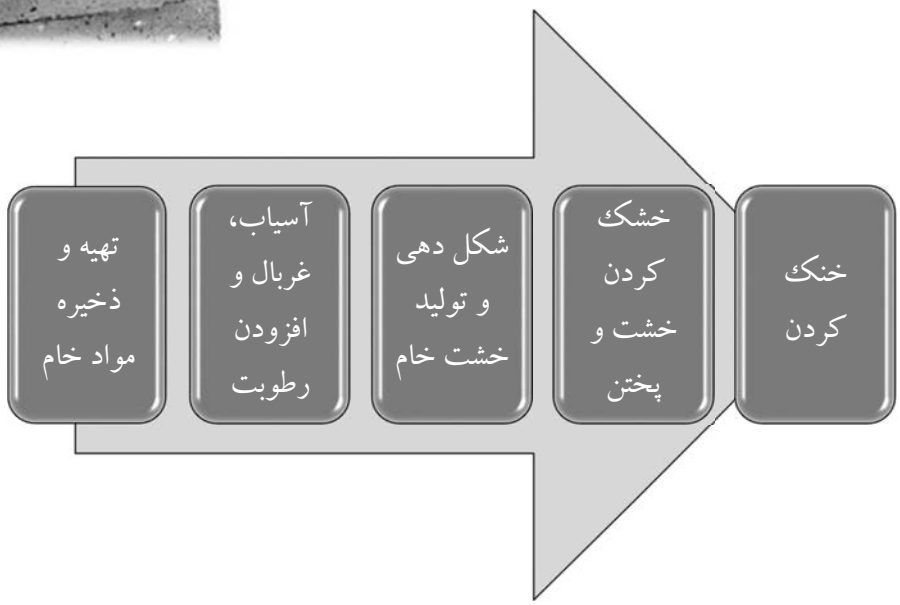
آجر

آجر

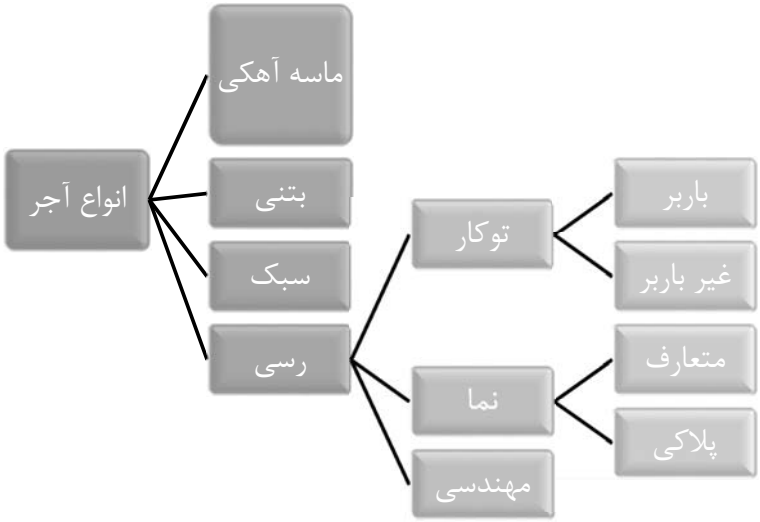
انواع روشهای تولیدآجر رسی:

آجر

فرآیند تولیدآجر رسی:



آجر



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

آجر

ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی آجرها و روش آزمایش آنها باید مطابق استانداردهای ایرانی زیر باشد:

- استاندارد شماره ۷ : آجرهای رسی (مشتمل بر ویژگیها، نمونه‌برداری و روشهای آزمایش)
- استاندارد شماره ۲۹۰۹ : استاندارد ویژگیها و روشهای آزمون تیرچه و بلوک سقفی
- استاندارد شماره ۹۹۱ : آجر نسوز جهت طاقهای قوسی

جدول۸- کدشناسایی آجر

نوع آجر		کد شناسایی	
		فارسی	لاتین
آجر مهندسی	درجه ۱	آم	AM
	درجه ۲		
آجر نما	درجه ۱	آن	AN
	درجه ۲		
آجر توکار	باربر	آت ب	ATB
	غیر باربر	آت	AT

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

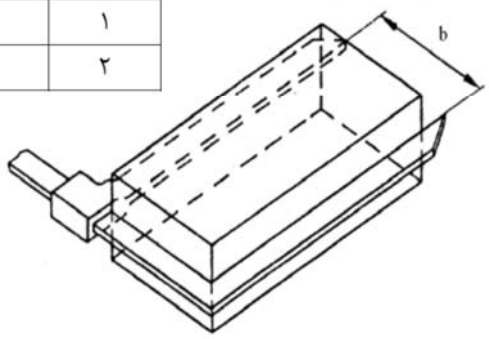
آجر رسی

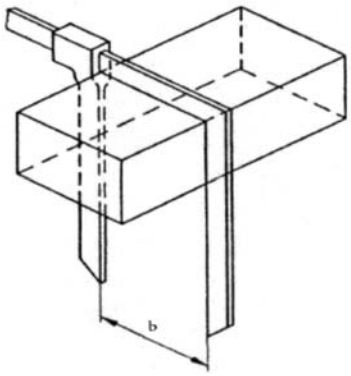
آجرهای مصرفی در نما باید مطابق استاندارد ایرانی شماره ۷، عاری از معایب ظاهری مانند ترک‌خوردگی، شوره‌زدگی، آلوئک و نظایر آن باشد. طول، عرض و ضخامت آجرهای ماشینی باید به ترتیب ۲±۲۲۰ و ۱±۱۰۵ و ۱±۵۵ میلیمتر باشد. طول، عرض و ضخامت آجرهای دستی باید به ترتیب ۴±۲۱۰ و ۳±۱۰۰ و ۲±۵۵ میلیمتر باشد.

جدول ۳- ابعاد ترجیحی آجر

ابعاد برحسب میلی‌متر

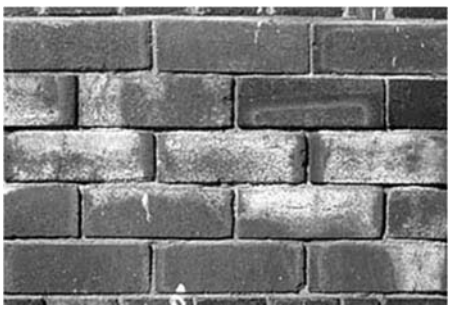
نوع	درازا	پهنا	بلندی
۱	۲۱۰	۱۰۰	۵۰
۲	۲۲۰	۱۰۵	۵۳



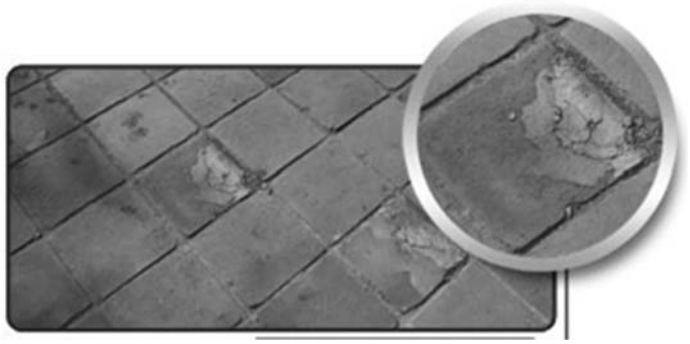


دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مروری بر معایب آجر رسی



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

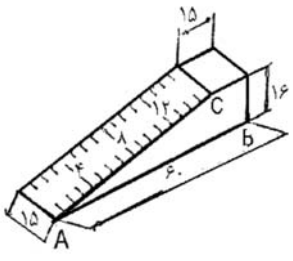


مروری بر معایب آجر رسی

۳- تحدب و تقعر و پیچیدگی:

۶-۱-۳-۲-۱ تعیین تقعر باید سطح مورد نظر آجر را روی سطح شیشه‌ای صاف قرار داد و ارتفاع محلی را که بیشترین فاصله بین آجر و سطح صاف دارد به‌وسیله گوه اندازه‌گیری کرد.

۶-۱-۳-۲-۲ تعیین تحدب ابتدا باید سطح محدب آجر را روی سطح شیشه‌ای صاف قرار داد، سپس فاصله بین چهار گوشه آجر و سطح صاف را با گوه اندازه‌گیری و میانگین اندازه آن‌ها را محاسبه کرد .



جدول ۵- ویژگی‌های تحدب و تقعر

ابعاد برحسب میلی‌متر

نوع آجر	تقعر (حداکثر)	تحدب (حداکثر)
مهندسی	۱	۰٫۵
نما	۲	۱
توکار	۵	۲

پیچیدگی در امتداد سطح بزرگ آجر حداکثر ۴ میلیمتر و در امتداد سطح متوسط آجر تا ۵ میلیمتر مجاز است

وجود یک ترک عمیق در سطح متوسط حداکثر تا عمق ۴۰ میلیمتر در آجر پشت کار بلااشکال می‌باشد.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

محدودیت سوراخها در آجر رسی

در آجرهای سوراخدار، سوراخها باید عمود بر سطح بزرگ آجر و به طور یکنواخت در سطح آن توزیع شده و جمع مساحت آنها باید بین (۲۵٪) تا (۴۰٪) سطح آجر باشد. بعد سوراخهای مربع و قطر سوراخهای دایره‌ای باید حداکثر به ۲۶ میلیمتر محدود شود و ضخامت دیوار بین سوراخ و لبه آجر بیش از ۱۵ میلیمتر و فاصله بین دو سوراخ بیش از ۱۰ میلیمتر باشد.

جدول ۴- الزامات سوراخ‌های آجر

ویژگی	درصد
نسبت حجم سوراخ‌های آجر به حجم آجر- (حداکثر)	۴۰
نسبت مجموع ضخامت جداره سوراخ‌ها در درازا به درازا – (حداقل)	۲۵
نسبت مجموع ضخامت جداره سوراخ‌ها در پهنا به پهنا – (حداقل)	۲۵
نسبت مساحت یک سوراخ به مساحت سطح آجر- (حداکثر)	۱۰

محدودیت مقاومت فشاری در آجر رسی

حداقل تاب فشاری آجرهای دستی ۸۰ و ماشینی پر مقاومت ۱۷۵ و ماشینی متوسط ۱۲۵ و ماشینی کم مقاومت ۸۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع استاندارد شده است

جدول ۶- ویژگی مقاومت فشاری

نوع آجر		حداقل مقاومت فشاری (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	
		میانگین ۱۰ آجر	آجر منفرد
آجر مهندسی	درجه ۱	۳۵۰	۳۰۰
	درجه ۲	۲۵۰	۲۰۰
آجر نما	درجه ۱	۱۴۰	۱۱۰
	درجه ۲	۱۲۰	۹۰
آجر توکار	باربر	۸۰	۶۰
	غیرباربر	۴۰	۳۰

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

محدودیت جذب آب در آجر رسی

درصد وزنی جذب آب ۲۴ ساعته آجرهای ماشینی نباید از ۱۶ و در مورد آجرهای دستی از ۲۰ بیشتر شده و در هر دو نوع آجر از ۸ کمتر باشد.

جدول ۷- ویژگی جذب آب آجر

نوع آجر	جذب آب (حداکثر)[1و2] درصد	
	میانگین ۱۰ آجر	آجر منفرد
آجر مهندسی	۱۲	۱۵
آجر نما	۱۸	۲۰
آجر توکار	-	-

۱- جذب آب انواع آجر نباید کم‌تر از ۸ درصد باشد.
۲- درصورت عدم انطباق جذب آب انواع آجر با ویژگی‌های مندرج در این جدول ، انجام آزمون یخزدگی الزامی بوده و پذیرش آجر منوط به انطباق با ویژگی مندرج در بند ۵-۵ است.

یادآوری- روش آزمون تعیین جذب آب مشخص شده در این استاندارد روش پنج ساعت جوشاندن است .روش‌های آزمون ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب سرد و یا خلاء، فقط در کنترل‌های کارخانه‌ای استفاده می‌شوند، قابل استناد نمی‌باشند. و به‌طور معمول نتایج به‌دست آمده از آن‌ها کمتر از روش این استاندارد می‌باشد.

آجر ماسه آهکی

گروه‌بندی آجرهای ماسه آهکی بر حسب تاب فشاری آنها صورت می‌گیرد. حداقل میانگین تاب فشاری آجرهای کم مقاومت باید ۷/۵، آجرهای با تاب متوسط ۱۰ و آجرهای پر مقاومت ۱۵ و آجرهای ممتاز ۲۰ مگاپاسکال (هر مگاپاسکال حدوداً ۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است) و میانگین تاب خمشی آنها به ترتیب باید ۱/۸، ۲/۲، ۲/۸ و ۳/۴ مگاپاسکال باشد. ضریب تغییرات مقاومت نسبت به میانگین نباید برای آجر ممتاز از (۲۰٪) و سایر انواع از (۳۰٪) تجاوز نماید.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

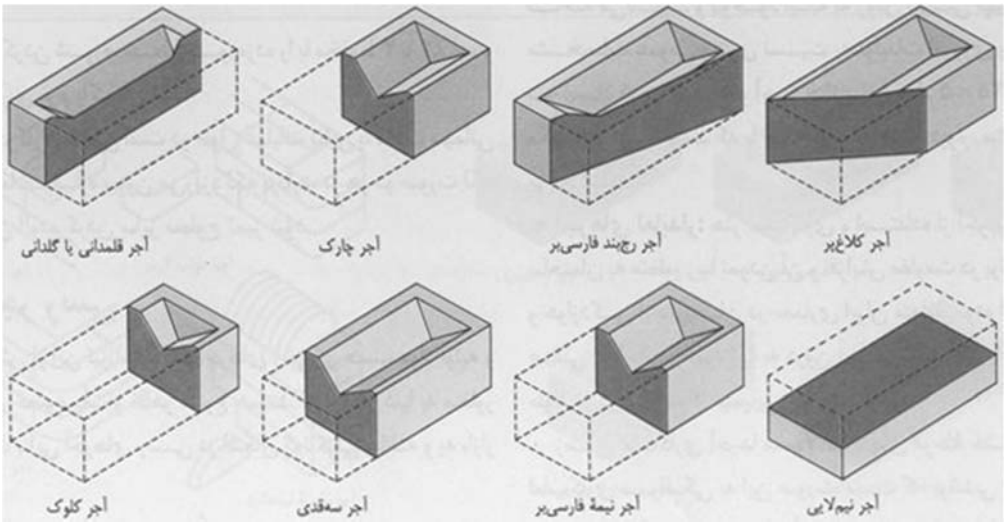
آجر ماسه آهکی

جذب آب آجر ماسه آهکی در ۲۴ ساعت نباید از (۸٪) کمتر و از (۲۰٪) بیشتر شود.

آجر ماسه آهکی باید ۱۵ دوره یخبندان تا ۱۵ درجه زیر صفر و آب شدن را تحمل کند. کاهش نسبی مجاز تاب فشاری پس از آزمایش یخ زدن نباید بیش از (۲۰٪) باشد. وزن فضایی آجر ماسه آهکی به تاب فشاری آن بستگی دارد و برای آجرهای کم مقاومت، متوسط، پر مقاومت و ممتاز، به ترتیب نباید از ۱/۵، ۱/۷، ۱/۹ و ۲/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب کمتر شود.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

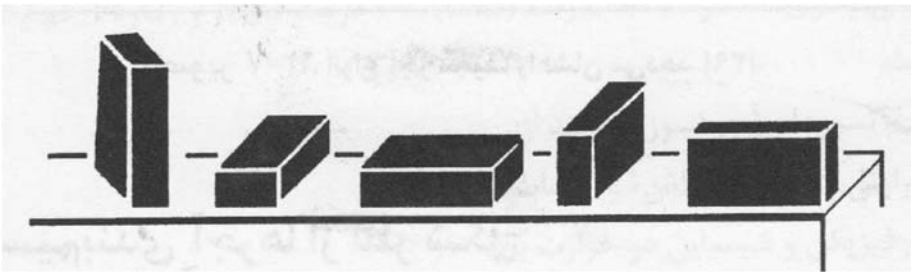
طبقه بندی آجرها از منظر نوع برش



مصرف تکه آجر شامل سه قد ($\frac{3}{4}$ آجر)، نیمه ($\frac{1}{2}$ آجر)، چارک ($\frac{1}{4}$ آجر) و کلوک (پاره آجر) در قسمتهای درونی و پشت کار و نیز در مکانهایی که مصرف آجر درست مقدور نیست مجاز می‌باشد.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

نحوه چیدمان آجرها در دیوار



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مختصری بر دستورالعمل نمونه برداری از آجر

حداقل تعداد نمونه لازم از هر محموله ۱۵۰۰۰ عددی یا کمتر از آن برای آزمون‌های مختلف به تعداد تعیین شده در جدول ۱ خواهد بود.

جدول ۱- حداقل تعداد نمونه‌های مورد نیاز

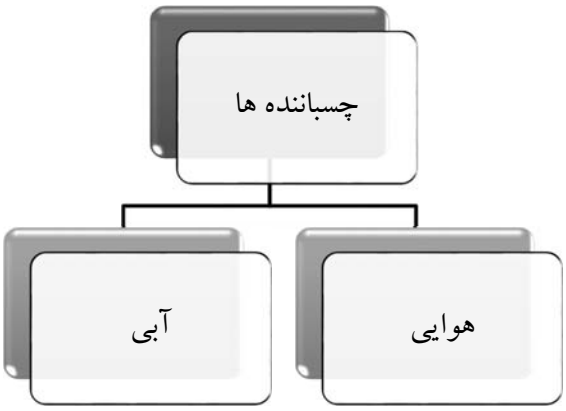
نوع آزمون	تعداد نمونه
ویژگی‌های هندسی	۱۰
مقاومت فشاری	۱۰
جذب آب	۱۰
یخ زدگی	۵
نمک‌های محلول در آب	۵

آجر مناسب برای کاربردهای مختلف

ردیف	محل مصرف	آجر مناسب
۱	زیر لایه نم‌بندی دیوار یا مکانهای مجاور با آب الف) محل پر آب با امکان یخزدگی ب) محل کم آب	 آجر ماسه آهکی ممتاز- آجر رسی ماشینی پرمقاومت آجر ماسه آهکی پر مقاومت- آجر رسی ماشینی پرمقاومت
۲	بالای لایه نم‌بندی دیوار، کارهای عمومی طاق‌زنی و تیغه‌سازی	انواع آجر ماسه آهکی و رسی مشروط بر رعایت سایر شرایط و انطباق با مشخصات پروژه
۳	دست‌اندازها، پله‌ها، فرش کف، نقاط واقع در فضای باز، آب‌روها، طوقه چاهها و دودکشها	آجر ماسه آهکی از نوع ممتاز و آجر رسی ماشینی پرمقاومت
۴	نمای ساختمانها	آجر رسی ماشینی و قزاقی، آجر ماسه آهکی، قطعات نازک ماسه آهکی و رسی
۵	فرش کف و پله‌های داخلی ساختمانها	آجر ماسه آهکی پر مقاومت و ممتاز و آجر رسی ماشینی و دستی نما مشروط بر انطباق با مشخصات پروژه

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

گچ



استاندارد ایرانی تجدید نظر شدهٔ دوم گچ ساختمانی به شماره ۲۶۹

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

گچ

$CaSO_4 ,2H_2O$

$CaSO_4 ,0.5H_2O$

$CaSO_4 ,0.3H_2O$

$CaSO_4$

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

انواع گچ های مصرفی در ساختمان

۱- گچ ساختمانی:

۲- گچ اندود:

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

انواع گچ های مصرفی در ساختمان

۳- گچ مرمری:

خمیر کردن گرد گچ در محلول زاج سفید و پخت مجدد آن

۴- گچ درزگیری:

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

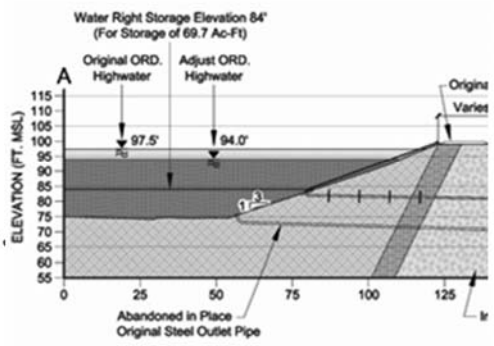
انواع گچ های ساختمانی

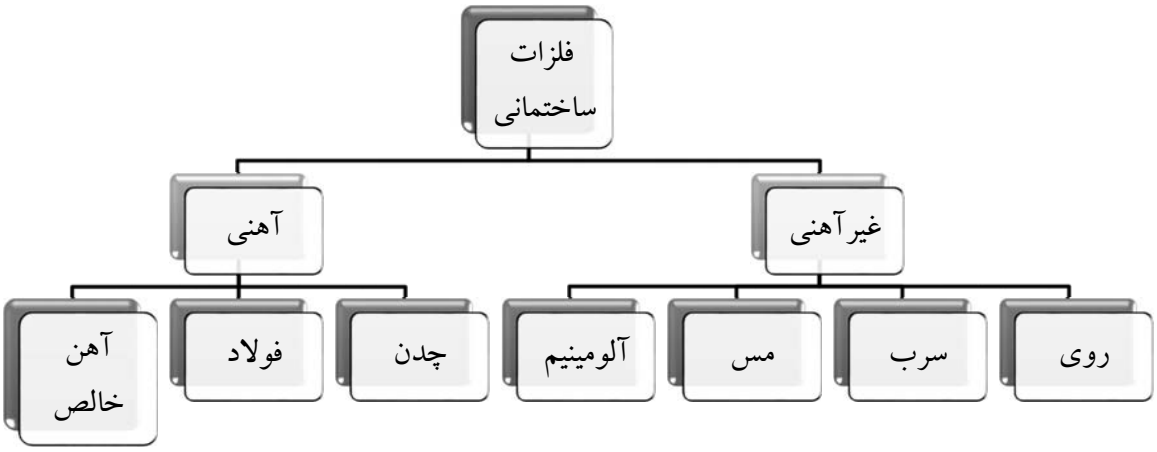
جدول ۲-۷-۴-۳ (الف) ویژگیهای فیزیکی انواع گچ ساختمانی

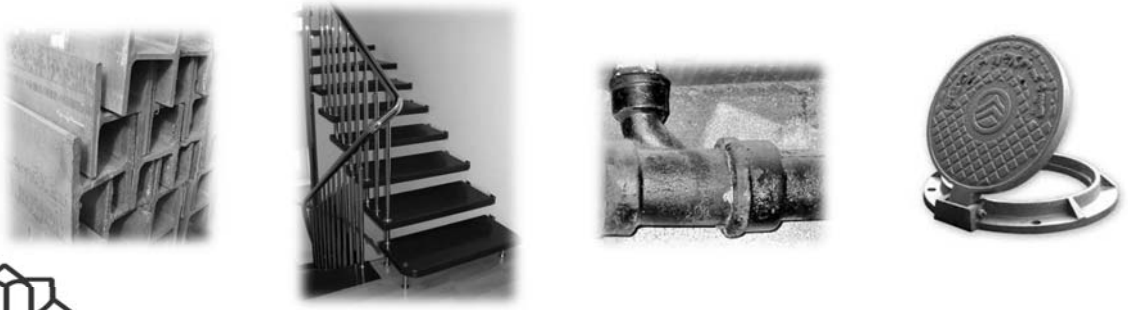
نوع گچ	دانه‌بندی		زمان گیرش (دقیقه)		مقاومت فشاری (مگاپاسکال)	مقاومت خمشی (مگاپاسکال)
	چشمه الک (میلیمتر)	مانده روی الک (درصد وزنی)				
گچ زیرکاری (ساختمانی)	۲/۵ ۱/۴ ۰/۵	صفر کمتر از ۵ ۸ تا ۱۵	۴ تا ۸	۱۰ تا ۱۵	حداقل ۷	حداقل ۲/۵
گچ پرداخت (اندود)	۰/۵۰ ۰/۲۵	صفر کمتر از ۲				

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

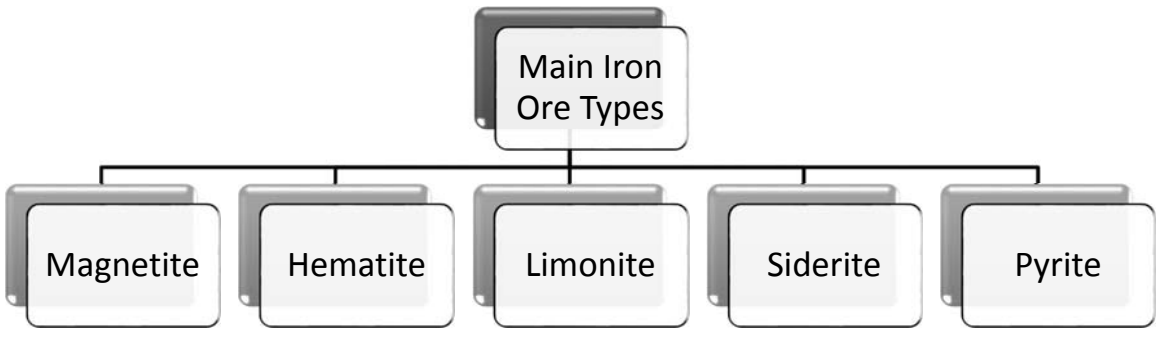
خاک رس

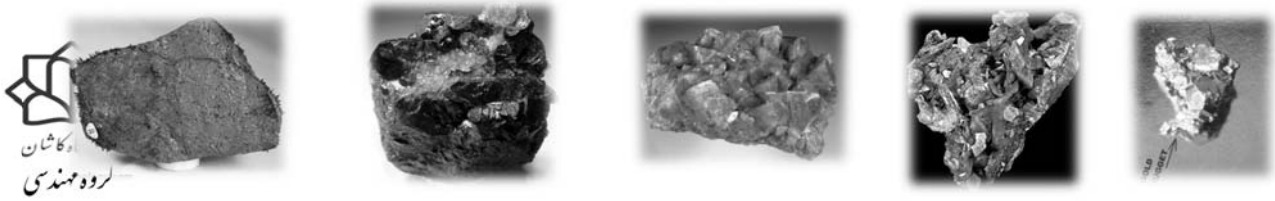






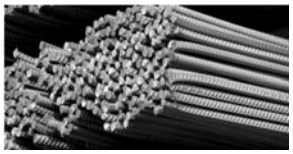
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

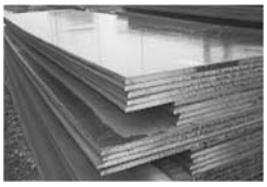




دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مقاطع فولاد ساختمانی





دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

جدول ۱۰-۱-۴-۱ مشخصات مکانیکی فولادهای ساختمانی

نوع فولاد	مقاومت کششی برای ضخامت (mm)					حداقل تنش تسلیم برای ضخامت قطعه به mm								
	<۳	≥۳ ≤۱۰۰	>۱۰۰ ≤۱۵۰	>۱۵۰ ≤۲۵۰	>۲۵۰ ≤۴۰۰	≤۱۶	>۱۶ ≤۴۰	>۴۰ ≤۶۳	>۶۳ ≤۸۰	>۸۰ ≤۱۰۰	>۱۰۰ ≤۱۵۰	>۱۵۰ ≤۲۰۰	>۲۰۰ ≤۲۵۰	>۲۵۰ ≤۴۰۰
	N/mm²					N/mm²								
S۲۳۵JR	۳۶۰-۵۱۰	۳۶۰-۵۱۰	۳۵۰-۵۰۰	۳۴۰-۴۹۰	-	۲۳۵	۲۲۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۱۹۵	۱۸۵	۱۷۵	-
S۲۳۵J۰	۳۶۰-۵۱۰	۳۶۰-۵۱۰	۳۵۰-۵۰۰	۳۴۰-۴۹۰	-	۲۳۵	۲۲۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۱۹۵	۱۸۵	۱۷۵	-
S۲۳۵J۲	۳۶۰-۵۱۰	۳۶۰-۵۱۰	۳۵۰-۵۰۰	۳۴۰-۴۹۰	۳۳۰-۴۸۰	۲۳۵	۲۲۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۱۹۵	۱۸۵	۱۷۵	۱۶۵
S۲۷۵JR	۴۳۰-۵۸۰	۴۱۰-۵۶۰	۴۰۰-۵۴۰	۳۸۰-۵۴۰	-	۲۷۵	۲۶۵	۲۵۵	۲۴۵	۲۳۵	۲۲۵	۲۱۵	۲۰۵	-
S۲۷۵J۰	۴۳۰-۵۸۰	۴۱۰-۵۶۰	۴۰۰-۵۴۰	۳۸۰-۵۴۰	-	۲۷۵	۲۶۵	۲۵۵	۲۴۵	۲۳۵	۲۲۵	۲۱۵	۲۰۵	-
S۲۷۵J۲	۴۳۰-۵۸۰	۴۱۰-۵۶۰	۴۰۰-۵۴۰	۳۸۰-۵۴۰	۳۸۰-۵۴۰	۲۷۵	۲۶۵	۲۵۵	۲۴۵	۲۳۵	۲۲۵	۲۱۵	۲۰۵	۱۹۵
S۳۵۵JR	۵۱۰-۶۸۰	۴۷۰-۶۳۰	۴۵۰-۶۰۰	۴۵۰-۶۰۰	-	۳۵۵	۳۴۵	۳۳۵	۳۲۵	۳۱۵	۲۹۵	۲۸۵	۲۷۵	-
S۳۵۵J۰	۵۱۰-۶۸۰	۴۷۰-۶۳۰	۴۵۰-۶۰۰	۴۵۰-۶۰۰	-	۳۵۵	۳۴۵	۳۳۵	۳۲۵	۳۱۵	۲۹۵	۲۸۵	۲۷۵	-
S۳۵۵J۲	۵۱۰-۶۸۰	۴۷۰-۶۳۰	۴۵۰-۶۰۰	۴۵۰-۶۰۰	۴۵۰-۶۰۰	۳۵۵	۳۴۵	۳۳۵	۳۲۵	۳۱۵	۲۹۵	۲۸۵	۲۷۵	۲۶۵
S۳۵۵K۲	۵۱۰-۶۸۰	۴۷۰-۶۳۰	۴۵۰-۶۰۰	۴۵۰-۶۰۰	۴۵۰-۶۰۰	۳۵۵	۳۴۵	۳۳۵	۳۲۵	۳۱۵	۲۹۵	۲۸۵	۲۷۵	۲۶۵

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

جدول ۱۰-۱-۴-۱ مشخصات مکانیکی فولادهای ساختمانی (ادامه)

نوع فولاد	وضعیت نمونه	کرنش گسیختگی(L_0=۸۰mm) برای ضخامت قطعه (میلی متر)					کرنش گسیختگی $a_0=5.65\sqrt{S_0}$ برای ضخامت قطعه (میلی متر)						حداقل طاقت براساس نمونه شیار دار برای ضخامت قطعه به میلی متر			
		≤۱	>۱ ≤۱/۵	>۱/۵ ≤۲	>۲ ≤۲/۵	>۲/۵ ≤۳	>۳ ≤۴۰	>۴۰ ≤۶۳	>۶۳ ≤۱۰۰	>۱۰۰ ≤۱۵۰	>۱۵۰ ≤۲۵۰	>۲۵۰ ≤۴۰۰ برای ۲J و K۲	دمای آزمایش (°C)	≤۱۵۰	>۱۵۰ ≤۲۵۰	>۲۵۰ ≤۴۰۰
		% min											زول			
S۲۳۵JR	طولی	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۶	۲۵	۲۴	۲۲	۲۱	۲۱	۲۰	۲۷	۲۷	-
S۲۳۵J۰													۰	۲۷	۲۷	-
S۲۳۵J۲	عرضی	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۴	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱	۲۱	-۲۰	۲۷	۲۷	۲۷
S۲۷۵JR	طولی	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۳	۲۲	۲۱	۱۹	۱۸	۱۸	۲۰	۲۷	۲۷	-
S۲۷۵J۰													۰	۲۷	۲۷	-
S۲۷۵J۲	عرضی	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۲۱	۲۰	۱۹	۱۹	۱۸	۱۸	-۲۰	۲۷	۲۷	۲۷
S۳۵۵JR	طولی	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۲۲	۲۱	۲۰	۱۸	۱۷	۱۷	۲۰	۲۷	۲۷	-
S۳۵۵J۰													۰	۲۷	۲۷	-
S۳۵۵J۲													-۲۰	۲۷	۲۷	۲۷
S۳۵۵k۲	عرضی	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۲۰	۱۹	۱۸	۱۸	۱۷	۱۷	-۲۰	۴۰	۳۳	۳۳

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

رنگ (به عنوان پوشش فولاد)

جدول ۱۰-۴-۵ حداقل ضخامت رنگ‌آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف

شرایط محیطی	آماده‌سازی سطح فولاد	نوع و ضخامت رنگ		
		قطعهٔ فولادی در داخل دیوار و نازک‌کاری	قطعهٔ فولادی به‌صورت روباز لیکن درون محیط بسته	قطعه فولادی در معرض شرایط جوی
معتدل[۱]	Sa ۲	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی ۴۰ میکرون لایه‌میانی الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی
سخت[۲]	Sa ۲/۵	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون آستر میانی اپوکسی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی‌یورتان
بسیار سخت و ساحلی[۳]	Sa ۳	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی‌یورتان	مانند ناحیه جزر و مدی که نیاز به مطالعه خاص دارد حداقل سه لایه اپوکسی با ضخامت کل ۴۰۰ میکرون

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

آماده سازی سطوح فولادی

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

آلومینیوم

معایب	محاسن
قیمت	زنگ نزن
حساس به دما	سبک
مدول الاستیسیته کم	شکل پذیر

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مس و سرب و روی

از مس و آلیاژهای آن که انواع برنج و مفرغ است در آب‌بندی و درزبندی و کارهای زینتی و ساختن قطعات شیرآلات و یراق‌آلات و لوله‌سازی استفاده می‌شود.

بیشترین مصرف سرب در آب‌بندی کردن محل بند لوله‌های فاضلاب و همچنین پوشش دیوار محل کار با پرتوهای مجهول **X Ray** و رادیواکتیو می‌باشد.

روی برای پوشاندن ورق، لوله و سایر قطعات فولادی و نیز جلوگیری از زنگ زدن آنها مصرف می‌شود. این قبیل محصولات به آهن سفید یا فولاد گالوانیزه شهرت دارند. روی در ساختن انواع آلیاژها به ویژه برنج که آلیاژی از مس و روی است، نیز به مصرف می‌رسد.

قلع نیز به میزان کمتری از روی برای پوشش قطعات فولادی ساختمانی مصرف می‌شود.

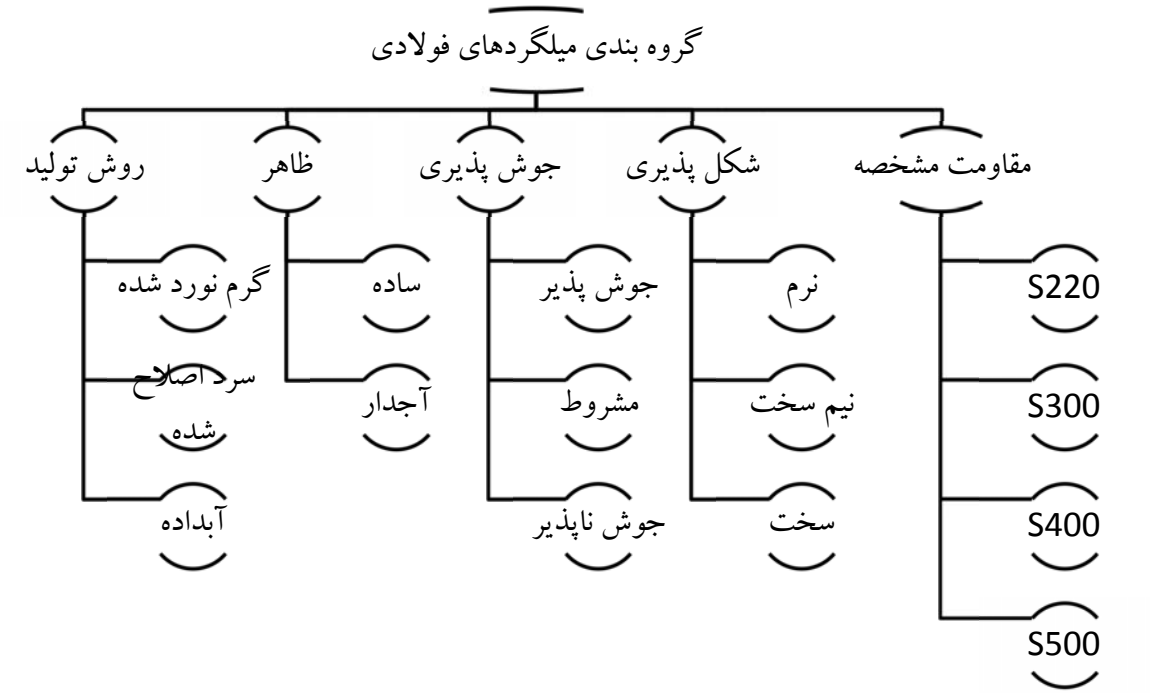
گروه مهندسی دانشگاه کاشان

ضوابط مصرف آرماتور و فولاد زنگ زده و نیز انبارداری

ـ فولادهای غیر استاندارد و نامشخص را در صورت نداشتن عیوب سطحی و ظاهری می‌توان در بخشهایی از ساختمان که دارای اهمیت زیاد نبوده و در مکانهایی که ویژگیهای مکانیکی این فولادها روی استحکام ساختمان اثر سوئی به جا نمی‌گذارند، به کار برد.

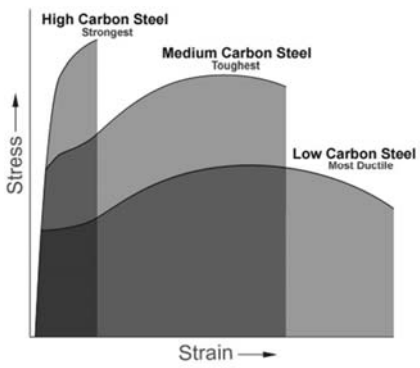
انواع فلزات را باید بر حسب نوع فلز، نوع نیمرخ و قطر یا نمره هر نیمرخ از یکدیگر، تفکیک و در کارگاه انبار نمود. در صورت وجود میلگردهای هم‌قطر یا سایر نیمرخهای هم‌اندازه با مقاومتهای گوناگون، آنها را باید در محلهای مختلف، نگهداری و با رنگ کردن نوک نیمرخها آنها را از یکدیگر متمایز نمود.

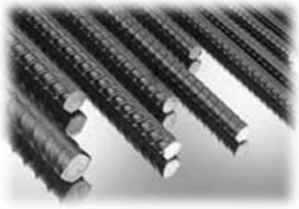
گروه مهندسی دانشگاه کاشان



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

گروه	جوشکاری پیوسته	جوشکاری موضعی
فولاد جوش پذیر	$C \le 0.24\%$ $C_{equiv} \le 0.52\%$	$6 \le \Phi \le 16, C \le 0.22\%$ $16 \le \Phi \le 25, C \le 0.20\%$ $\Phi > 25, C \le 0.18\%$ $C_{equiv} \le 0.48\%$
فولاد جوش پذیر مشروط	$C \le 0.35\%$ $C_{equiv} \le 0.60\%$	$6 \le \Phi \le 16, C \le 0.28\%$ $16 \le \Phi \le 25, C \le 0.26\%$ $\Phi > 25, C \le 0.24\%$ $C_{equiv} \le 0.54\%$





دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

معیار پذیرش مقاومت مشخصه میلگردهای فولادی

برقرار بودن رابطه ۱ و یکی از شرایط ۱ یا ۲:

آزمایش کششی هر نمونه باید نشان دهد که روابط زیر برقرار هستند:

$$F_s \geq 1.18F_{y_{obs}} \qquad F_s \geq 1.25F_y \qquad (۱)$$

که در این روابط F_y مقاومت تسلیم مورد نظر میلگردهای فولادی، F_s مقاومت کششی میلگردهای فولادی و $F_{y_{obs}}$ حد الاستیسیته تعیین شده از آزمایش میلگردها است.

I- از نتایج آزمایشهای کششی ۵ نمونه، هیچ کدام از نمونه‌ها دارای حد تسلیم کمتر از مقاومت مشخصه فولاد نباشد.

II- در صورت برآورده نشدن شرط I، ۵ نمونه دیگر مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج آزمایش ۱۰ نمونه در رابطه زیر صادق باشد:

$$f_{ym} \geq f_y + 0.6S_{10}$$

$$f_{ym} = \frac{f_{y1} + f_{y2} + \ldots\ldots\ldots\ldots f_{y10}}{10} = \frac{\Sigma yi}{10}, \quad i = 1 \text{ تا } 10$$

خطای کوادراتیک نسبی

$$S_{10} = \sqrt{\frac{\Sigma(f_{ym} - f_{yi})^2}{9}}, \quad i = 1 \text{ تا } 10$$

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

برخی ضوابط نمونه گیری از میلگردهای فولادی

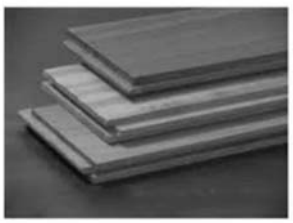
آزمایش کنترل میلگردها پس از تحویل به کارگاه، اجباری است، فقط در حالتی که وزن کل میلگردهای مصرفی در یک کارگاه از ۵۰ تن کمتر باشد، می‌توان به تشخیص و با موافقت دستگاه نظارت از انجام این آزمایشها صرف‌نظر کرد.

تعداد نمونه‌ها باید حداقل سه نمونه از هر ۵۰ تن و کسر آن، از هر قطر و هر نوع فولاد باشد. در صورت موافقت دستگاه نظارت می‌توان از هر سه بندل پنج تنی یک نمونه انتخاب نمود.

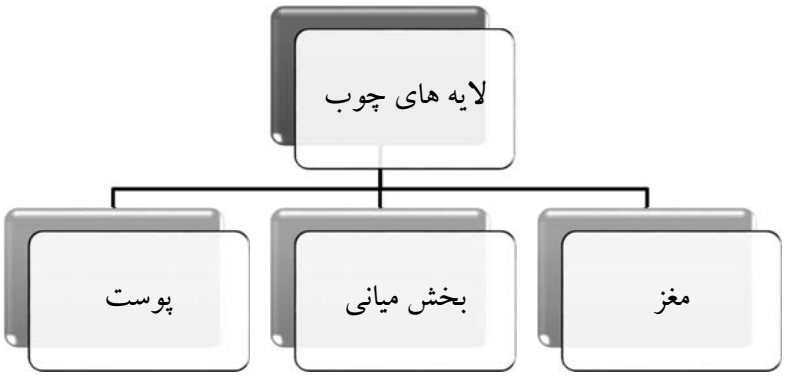
کاربردهای مصالح چوبی

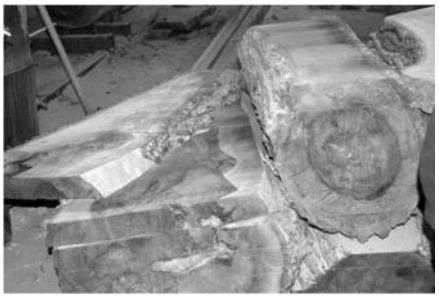
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

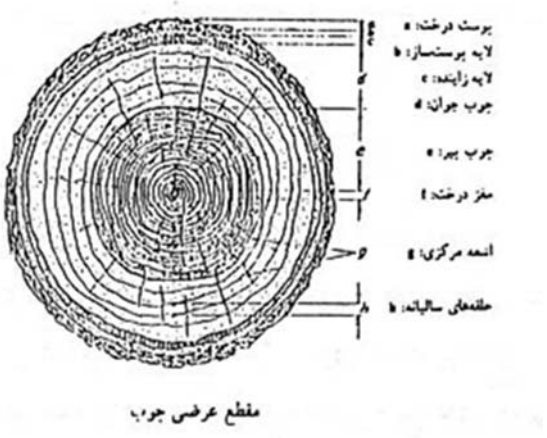
اشکال مختلف مصالح چوبی



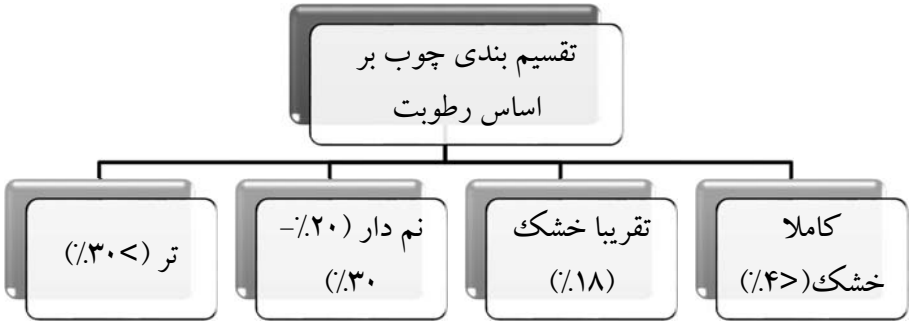
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی







دانشگاه کاشان
گروه مهندسی



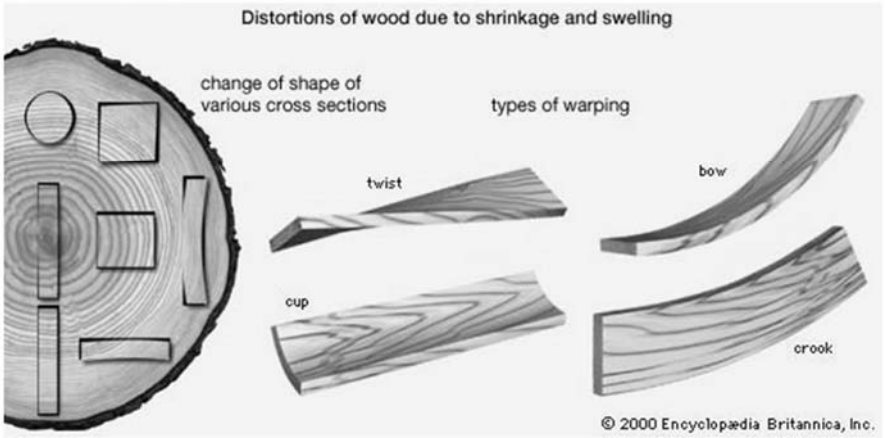
آب در چوب به دو صورت آزاد و نم (یا آغشتگی) وجود دارد. هنگامی که میزان آب آزاد چوب کاهش یابد و به حد صفر برسد و تنها آب نم در الیاف چوب باقی بماند، میزان رطوبت در این حالت را نقطه اشباع فیبر می‌نامند. جمع‌شدگی (تکیدگی)، انبساط و تغییر مقاومت مکانیکی چوب در اثر تغییر رطوبت بین نقطه اشباع فیبر یا صفر درصد اتفاق می‌افتد.

چوب‌های طبیعی در رطوبت کمتر از نقطه اشباع فیبر[1] دچار تغییر شکلهای متفاوتی از قبیل پیچیدگی، تاب برداشتن و مانند اینها می‌شوند.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

بافت چوب و نقایص آن

چوب‌های طبیعی در رطوبت کمتر از نقطه اشباع فیبر[1] دچار تغییر شکلهای متفاوتی از قبیل پیچیدگی، تاب برداشتن و مانند اینها می‌شوند.

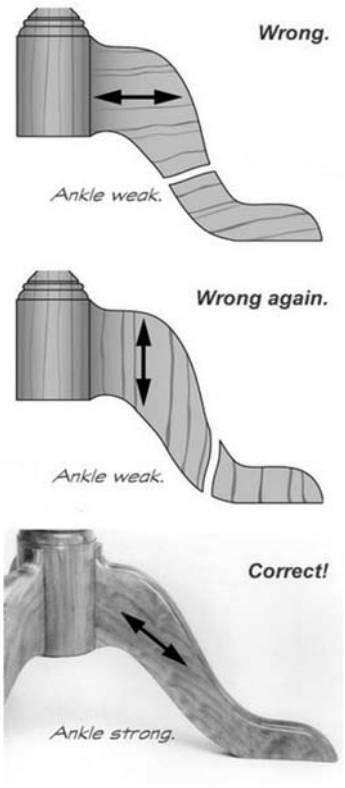


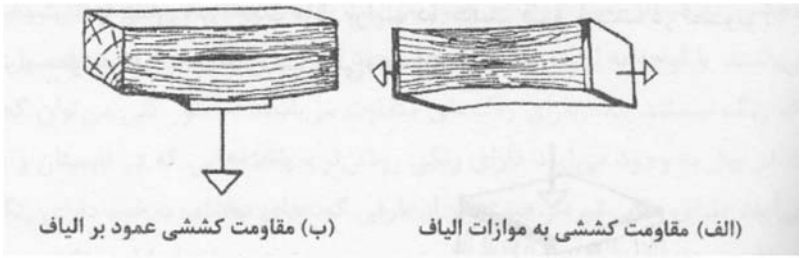
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

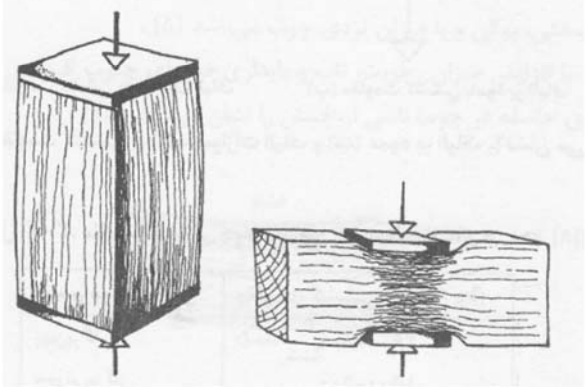
روشهای تقویت و جلوگیری از فساد چوب

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

اثرات بافت چوب بر خواص مکانیکی



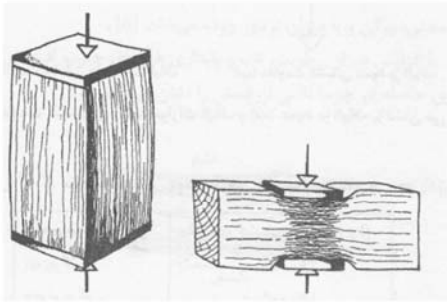




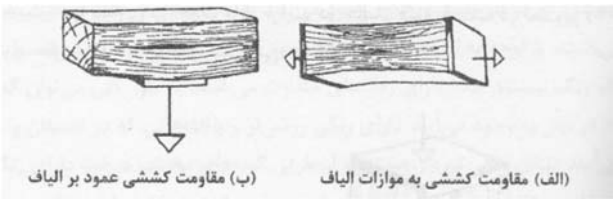
اثرات بافت چوب بر خواص مکانیکی

جدول - تنش‌هاي مجاز چوب‌هاي متداول در حالت خشک

نوع تنش	تنش‌هاي مجاز چوب	
	Kg/cm^2	N/mm^2
کشش ناشي از خمش در قطعات با دهانه ساده	70	7
کشش ناشي از خمش در قطعات با دهانه يکسره	75	7/5
کشش ساده موازي با تارها	60	6
فشار در امتداد تارها	$E/h^2 \leq 60$ 3/6	3/6 $E/h^2 \leq 6$
فشار در امتداد عمود بر تارها	20	2
برش افقي	8	0/8
ضريب ارتجاعي (در امتداد تارها)	100000 تا 80000	10000 تا 8000
ضريب ارتجاعي (در امتداد عمود بر تارها)	3000	300



درحالت مرطوب تنش‌هاي معرفي شده در ضريب 0/9 ضرب مي‌شوند.



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

چوبهای مصنوعی: تخته چندلا

ـ تخته چندلا از قرار دادن تعدادی لایه‌های بریده شده از درخت به صورتی که جهت الیاف در لایه‌های مجاور عمود بر هم باشد و پرس کردن لایه‌ها به همراه چسب مناسب به دست می‌آید. تعداد لایه‌ها فرد بوده و لایه‌های رویی از چوب مرغوب، خوش‌بوم و خوش‌نما انتخاب می‌شوند. تخته سه‌لا برای روکش در و نظایر آن مصرف می‌شود و تخته‌های پنج‌لا و هفت‌لا و بیشتر برای کارهایی مانند قالب‌بندی و اسکلت‌سازی به کار می‌روند.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

چوبهای مصنوعی: فیبر

ـ تخته فیبری با استفاده از فیبر یا تار چوب که به روشهای مکانیکی یا شیمیایی تهیه شده و پرس کردن خمیر حاصله از آبکش کردن تارها زیر فشار و گرمای زیاد به دست می‌آید.

پارافین و ضد آتش و ضد حشره نیز به خمیر افزوده می‌شود.

در صورتی که فیبر به روش خشک ساخته شود، چسب نیز در آن مصرف می‌شود.

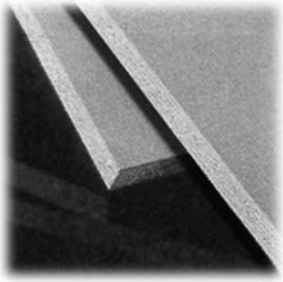
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

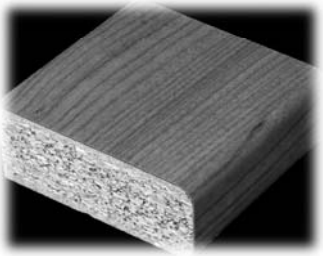
چوبهای مصنوعی: نئوپان

ـ نئوپان از برش، خرد کردن، سرند کردن و دانه‌بندی و خشک کردن ضایعات چوب‌بریها و سرشاخه‌ها و سایر زوائد کشاورزی و اختلاط آنها با چسب مناسب و مواد ضد آتش، ضد حشره و ضد آب و پرس کردن آنها زیر فشار و حرارت به ضخامت ۴ تا ۲۵ میلیمتر به دست می‌آید.

خرده چوب‌های درشت در دو طرف و ذرات ریز در میان تخته قرار می‌گیرند و برعکس

به راحتی اره می‌شود و پیچ و میخ در آن فرو می‌رود.





دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

چوبهای مصنوعی: پارکت

ـ پارکت کفپوشی است که از باریکه‌های نازک چوب‌های سخت و خوش‌نقش مانند گردو، بلوط و زیتون ساخته می‌شود. چوب پارکت باید در برابر ضربه و سایش مقاوم باشد.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مواد و مصالح اتصال دهنده و نصب

مصرف چسبهایی که در آب وا می‌روند، در نقاط مرطوب ممنوع است.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

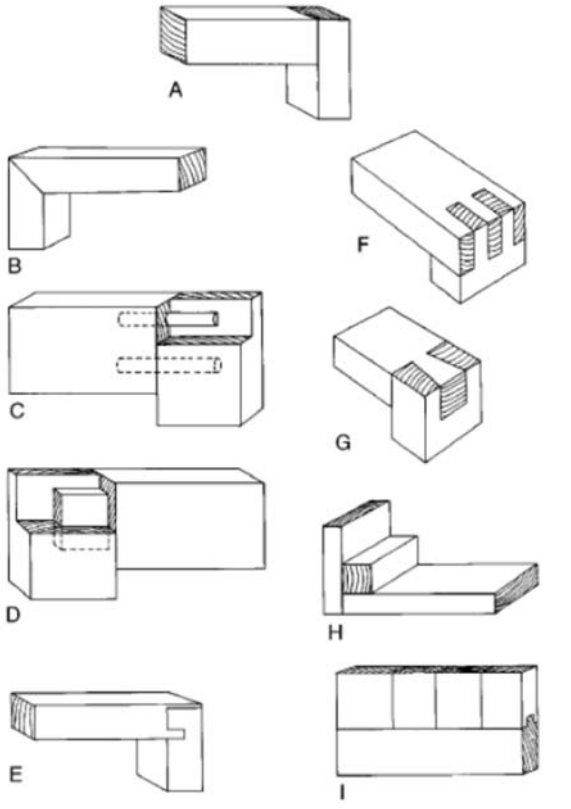


Figure 9–10. End-to-edge-grain joints: A, plain; B, miter; C, dowel; D, mortise and tenon; E, dado tongue and rabbet; F, slip or lock corner; G, dovetail; H, blocked; I, tongue-and-groove.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

چوب‌های مصرفی باید از نظر بافت و ظاهر یکنواخت، تمیز و عاری از ترک و صمغ، فاقد تابیدگی، پیچیدگی و سایر معایب باشد. وجود گره، بن‌شاخه، قسمتهای پوسیده و خشک شده، تجمع شیره گیاهی و صمغ در روی سطوح مرئی چوب، نشانه نامرغوب بودن آن است. رطوبت الوارهای مصرفی باید با شرایط اقلیمی و رویارویی و مورد مصرف آنها تناسب داشته باشد.

محل مصرف		درصد رطوبت چوب					
		مناطق خشک		مناطق مرطوب		سایر مناطق	
		متوسط	حدود تغییرات	متوسط	حدود تغییرات	متوسط	حدود تغییرات
قسمتهای داخلی ساختمان	چوب سوزنی‌برگان	۶	۹ – ۴	۱۱	۱۳ – ۸	۸	۱۰ – ۵
	چوب پهن‌برگان	۶	۸ – ۵	۱۰	۱۲ – ۹	۷	۹ – ۶
قسمتهای بیرونی ساختمان		۹	۱۲ – ۷	۱۲	۱۴ – ۹	۱۲	۱۴ – ۹

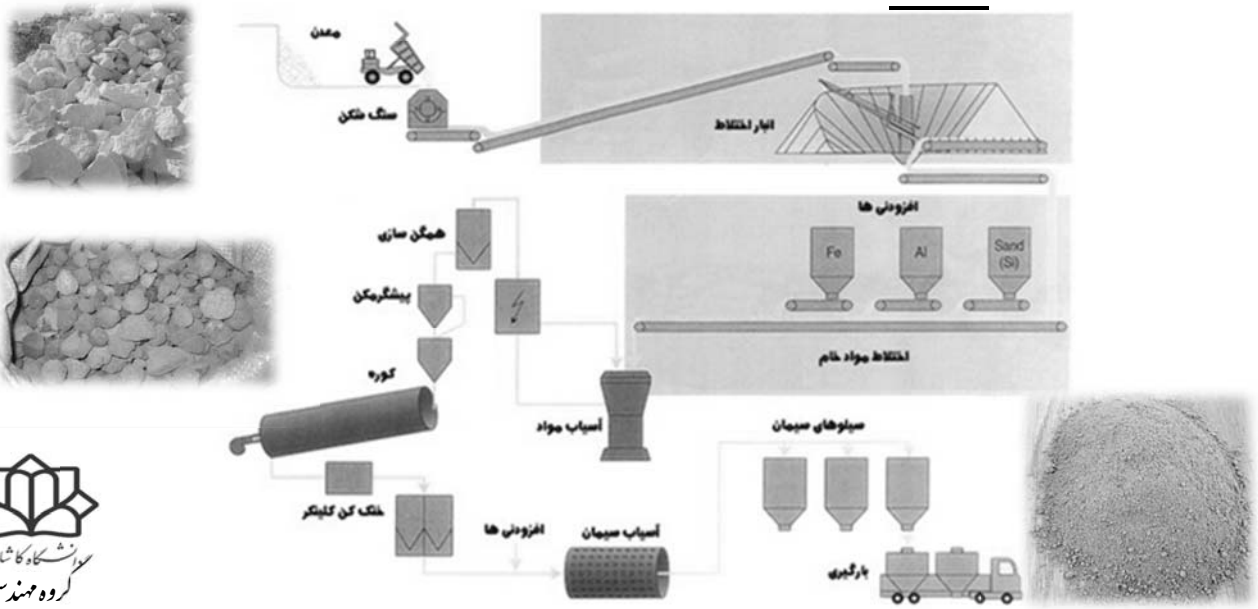
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

سیمان

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

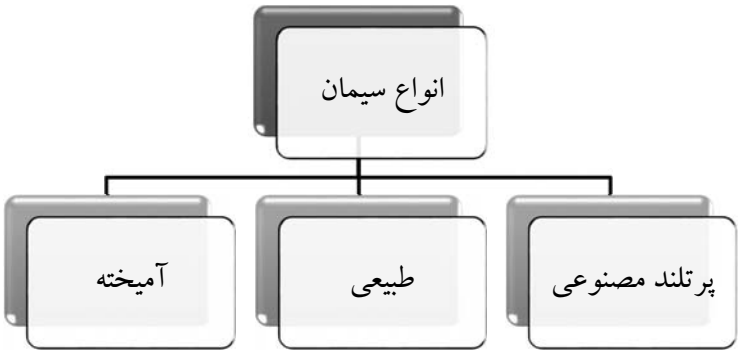
فرآیند تولید سیمان

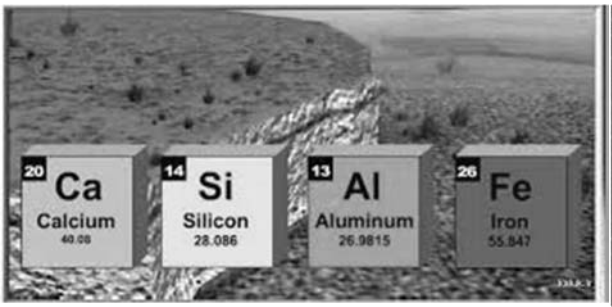
از اختلاط سنگ آهک و خاک رس به نسبت وزنی حدود ۳ به ۱ تا ۴ به ۱ (بسته به ترکیب شیمیایی آنها)، آسیاب کردن مخلوط به روشهای تر یا خشک، همگن کردن مواد خام، پختن مواد در کوره تا مرز عرق کردن سطح دانه‌ها و چسبیدن آنها به یکدیگر به شکل جوش یا کلینکر، سرد کردن و آسیاب کردن کلینکر با کمی سنگ گچ به دست می‌آید.



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

انواع سیمان و ترکیبات آن





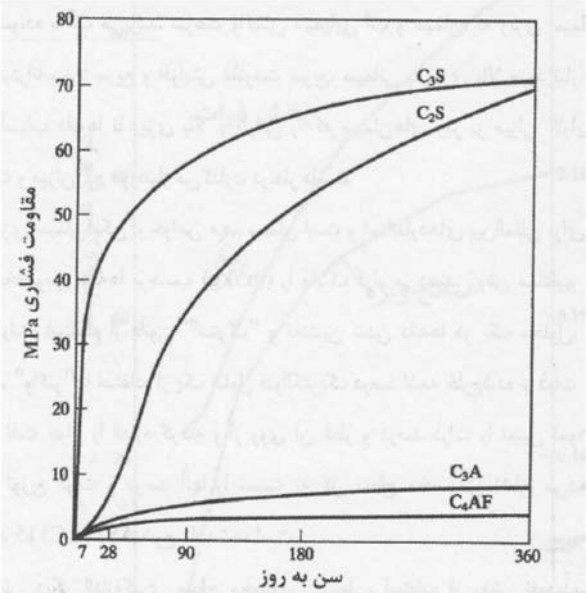
نام ترکیب	اکسیدهای تشکیل دهنده	علامت اختصاری
سه کلسیم سیلیکات (الیت یا الایت)	$3CaO.SiO_2$	C_3S
دو کلسیم سیلیکات (بلیت یا بلایت)	$2CaO.SiO_2$	C_2S
سه کلسیم آلومینات	$3CaO.Al_2O_3$	C_3A
چهار کلسیم آلومینوفریت	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	C_4AF

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مقاومت و حرارت زایی اجزای اصلی سیمان

جدول۲-۴- حرارت‌های هیدراتاسیون ترکیبات سیمان پرتلند

ترکیبات	حرارت‌های هیدراتاسیون در سنین داده‌شده (Cal/g)		
	۳روز	۹۰روز	۱۳سال
C_3S	۵۸	۱۰۴	۱۲۲
C_2S	۱۲	۴۲	۵۹
C_3A	۲۱۲	۳۱۱	۳۲۴
C_4AF	۶۹	۹۸	۱۰۲



شکل۲-۸- تغییرات مقاومت اجزاء خالص تشکیل‌دهنده سیمان

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

انواع سیمان پرتلند

سیمان پرتلند معمولی در کارهای معمولی و عمومی نظیر ساختن اسکلتهای بتن‌آرمه، پلها، قطعات پیش‌ساخته بتن‌آرمه، جدول خیابانها، ملاتها، اندودها و پی ساختمانهایی که امکان حمله سولفاتها وجود ندارد مصرف می‌شود.

سیمان نوع ۲ یا سیمان اصلاح شده در برابر حمله سولفاتها از سیمان معمولی مقاوم‌تر است و در مواردی که آب زیرزمینی حاوی کمی سولفات است مصرف می‌شود. به علاوه چون گرمازایی این نوع سیمان هنگام آبگیری کمتر از سیمان معمولی است، در بتن‌ریزیهای حجیم (جسیم) و بتن‌ریزی در هوای گرم نیز به مصرف می‌رسد.

جدول۲-۴- حرارت‌های هیدراتاسیون ترکیبات سیمان پرتلند

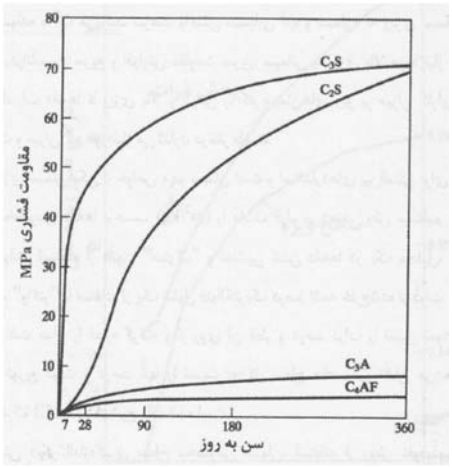
ترکیبات	حرارت‌های هیدراتاسیون در سنین داده‌شده (Cal/g)		
	۳روز	۹۰روز	۱۳سال
C_3S	۵۸	۱۰۴	۱۲۲
C_2S	۱۲	۴۲	۵۹
C_3A	۲۱۲	۳۱۱	۳۲۴
C_4AF	۶۹	۹۸	۱۰۲

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

سیمان نوع ۳ یا سیمان خیلی زودگیر را در مواقعی که بارگذاری باید مدتی کوتاه بعد از بتن‌ریزی صورت گیرد یا بخواهند قالبها را زودتر بردارند یا به هنگام بتن‌ریزی در هوای سرد به مصرف می‌رسانند.

سیمان نوع ۴ یا سیمان کم حرارت غالباً در بتن‌ریزیهای حجیم به ویژه در فصول گرم به مصرف می‌رسد.

سیمان نوع ۵ یا سیمان ضد سولفات، برای مصرف در بخشهایی از ساختمان که شدیداً در معرض حمله سولفاتها باشد، مناسب است.



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

جدول ۵-۳-۴-۳ درصد مقاومت فشاری بتن در سنین مختلف با سیمانهای گوناگون نسبت به سیمان نوع ۱

نوع سیمان	مقاومت ۱ روزه	مقاومت ۳ روزه	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
نوع ۱	–	۶۴	۱۰۰	۱۴۳
نوع ۲	–	۵۴	۸۹	۱۴۳
نوع ۳	۶۴	۱۲۵	–	–
نوع ۴	–	–	۳۶	۸۹
نوع ۵	–	۴۳	۷۹	۱۰۷

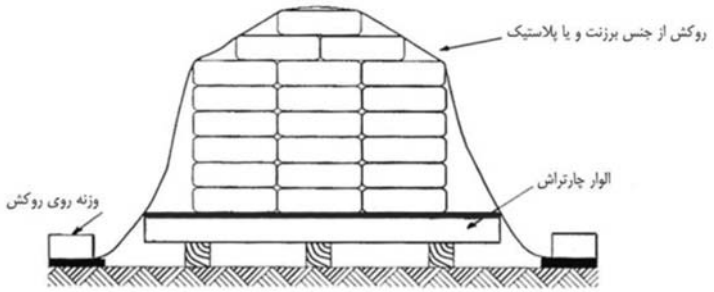
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

انواع سیمان طبیعی و آمیخته

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

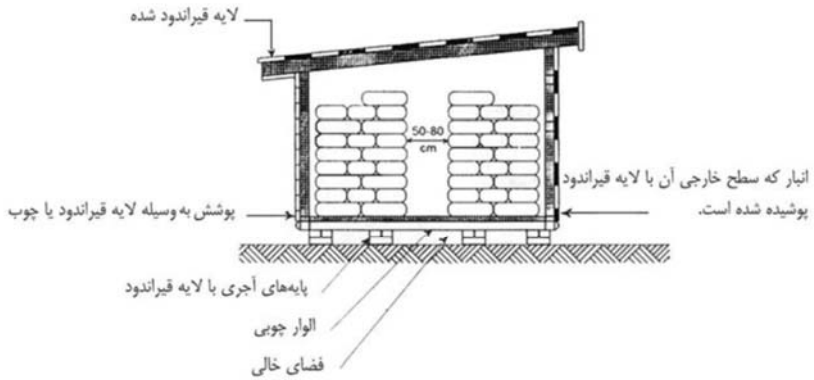
دشمن سیمان!

گاهی اوقات کلوخه‌ها به حدی سخت می‌شوند که نمی‌توان آنها را با فشار انگشتان خرد کرد. سیمان حاوی این کلوخه‌های سخت شده را نمی‌توان برای کارهای ساختمانی به مصرف رساند زیرا علاوه بر دیرگیر شدن سبب کاهش مقاومت بتن و ملات نیز می‌شوند.



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

نحوه نگهداری سیمان پاکتی در کارگاههای بزرگ



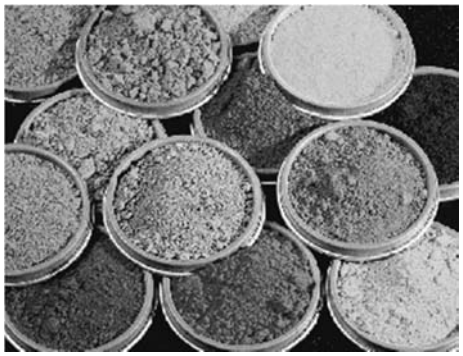
گروه مهندسی

مدت زمان نگهداری مجاز سیمان

نگهداری سیمان فله فقط در سیلو مجاز است، هنگام تغییر نوع سیمان، سیلوها باید کاملاً تمیز شوند. نگهداری و ذخیره سیمان در نقاطی که رطوبت نسبی هوا از (۹۰٪) بیشتر باشد، نباید در کیسه بیش از ۶ هفته و در سیلوهای مناسب از ۳ ماه تجاوز کند، در صورت تجاوز از مهلتهای یاد شده، سیمان باید قبل از مصرف آزمایش شود. سیمانی که برای مدت زیادی انبار شود، ممکن است به صورت کلوخه‌های فشرده در آید. این‌گونه سیمان را می‌توان با غلتاندن کیسه‌ها روی کف اصلاح نمود.

گروه مهندسی

سیمان سفید و رنگی



اکسید آهن برای رنگهای قرمز، زرد، قهوه‌ای و سیاه

اکسید منگنز برای رنگهای سیاه و قهوه‌ای

اکسید و هیدروکسید کرم برای رنگ سبز

کبالت برای رنگهای آبی

اولترامارین[1] برای رنگ سرمه‌ای

گل اخرا[2] برای رنگ زرد

دوده برای رنگ سیاه

با سیمان پرتلند معمولی نیز می‌توان فقط سیمانهای رنگی قرمز، قهوه‌ای و سیاه ساخت.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

ویژگیهای فیزیکی سیمان پرتلند

ویژگیها	انواع				
	۱	۲	۳	۴	۵
الف – نرمی – حداقل سطح مخصوص بر حسب سانتیمتر مربع بر گرم					
به وسیله دستگاه بلن	۲۶۰۰	۲۶۰۰	–	۲۶۰۰	۲۶۰۰
به وسیله دستگاه لوشاتولیه	۱۰	–	–	–	–
ب– حداکثر انبساط – به وسیله اتوکلاو		٪۸۰	٪۸۰	٪۸۰	٪۸۰
ج– گیرش– به وسیله سوزن ویکا					
گیرش ابتدایی بر حسب دقیقه نباید کمتر باشد از:	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵
گیرش نهایی بر حسب ساعت نباید بیشتر باشد از:	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
د– تاب فشاری					
حداقل مقاومت ملات سیمان با ماسه استاندارد (که طبق قسمت پنجم استاندارد سیمان پرتلند تهیه و آزمایش می‌شود) باید با توجه به شرایط عمل‌آوری و سن بتن معادل مقادیر زیر (بر حسب مگاپاسکال) باشد.					
یک روز در هوای مرطوب	–	–	۱۲/۵	–	–
یک روز در هوای مرطوب و ۲ روز زیر آب	۹/۵	۸/۰	۲۴/۰	–	–
یک روز در هوای مرطوب و ۶ روز زیر آب	۱۷/۵	۲۵/۰	–	۷/۰	۱۲/۵
یک روز در هوای مرطوب و ۲۷ روز زیر آب	۳۱/۵	۳۱/۵	–	۱۸/۰	۲۷/۰
ه – تاب خمشی					
حداقل مقاومت ملات سیمان با ماسه استاندارد (که طبق قسمت پنجم استاندارد سیمان پرتلند تهیه و آزمایش می‌شود) باید با توجه به شرایط عمل‌آوری و سن بتن معادل مقادیر زیر (بر حسب مگاپاسکال) باشد.					
یک روز در هوای مرطوب	–	–	۳۵	–	–
یک روز در هوای مرطوب و ۲ روز زیر آب	۲۰	۱۵	۵۵	–	–
یک روز در هوای مرطوب و ۶ روز زیر آب	۳۰	۳۵	–	۲۵	۳۰
یک روز در هوای مرطوب و ۲۷ روز زیر آب	۱۰	۵۰	–	۴۵	۵۰
و– حداکثر گرمای آبگیری بر حسب کالری بر گرم:					
۷ روزه	–	۷۰	–	–	–
۲۸ روزه	–	۸۰	–	–	–

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

انواع سیمان پرتلند

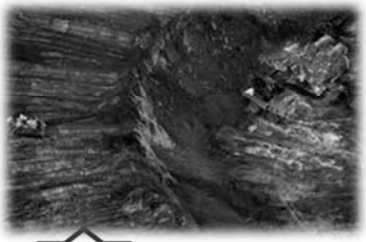
ویژگیها			انواع				
			۱	۲	۳	۴	۵
مقدار اکسید سیلیسیوم	SiO_2	حداقل	–	–	–	–	–
مقدار اکسید آلومینیوم	Al_2O_3	حداکثر	–	۶/–	–	–	–
مقدار اکسید آهن	Fe_2O_3	حداکثر	–	۶/–	–	۶/۵	–
مقدار اکسید منیزیم	MgO	حداکثر	۵/–	۵/–	۵/–	۵/–	۴/–
مقدار انیدرید سولفوریک	SO_3						
الف- اگر C_3A (۸٪) یا کمتر باشد		حداکثر	۲/۵	۲/۵	۳/–	۲/۲	۲/۳
ب- اگر C_3A بیش از (۸٪) باشد		حداکثر	۳/–	–	۴/–	–	–
افت سرخ شدن		حداکثر	۳/–	۳/–	۳/–	۲/۵	۳/–
باقیمانده نامحلول		حداکثر	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
سیلیکات تری کلسیم	C_3S	حداکثر	–	–	–	۳۵/–	–
سیلیکات دی کلسیم	C_2S	حداقل	–	–	–	۴۰/–	–
آلومینات تری کلسیم	C_3A	حداکثر	–	۸/–	۱۵/–	۷/–	–
	$C_3A + C_3S$	حداکثر	–	۵۸/–	–	–	–
تترا کلسیم آلومینوفریت به علاوه دو برابر آلومینات تری کلسیم	(C_4AF+2C_3A)	حداکثر	_	_	_	_	۲۰/–

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

چسباننده های سیاه (قیر و قطران)

چسباننده‌های سیاه شامل مواد قیری و قطرانی هستند. قیر جسمی است به رنگ سیاه مایل به قهوه‌ای و چسباننده که از تعدادی هیدروکربور ساخته شده، برخی از هیدروکربورهای قیر دارای گوگرد، اکسیژن و ازت هستند.

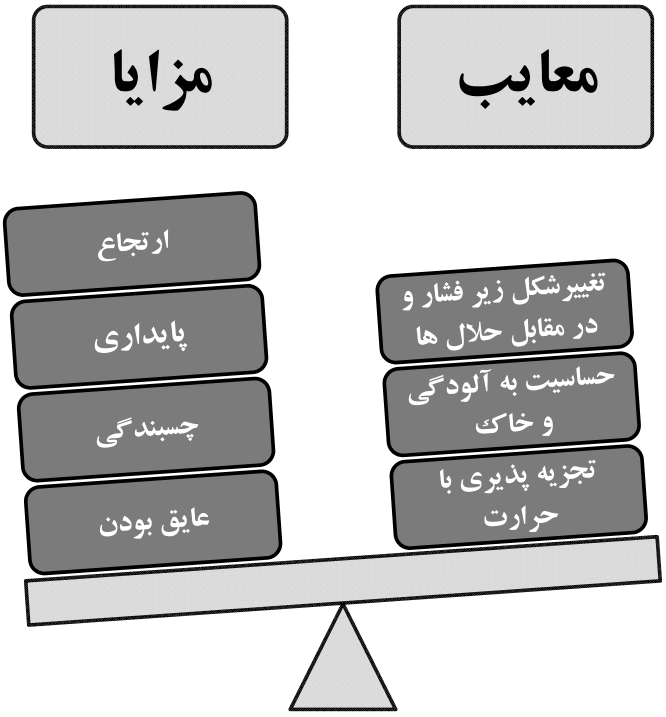
قیر در دمای عادی جامد است و بر اثر گرما نرم و روان می‌شود. قیر در روغنهای معدنی و حلالهایی مانند سولفور کربن، تترا کلرور کربن و تری کلروفنل حل می‌شود. امروزه دو نوع قیر معدنی و نفتی در ساختمان مصرف می‌شود.



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

هنگامی که موادی آلی مانند چوب، زغال سنگ، تورب و نظایر آنها را در ظروف سربسته و دور از هوا حرارت دهند، از آنها گازهایی برمی‌خیزد که از سرد کردن این گازها، قطران خام حاصل می‌شود. در اثر پالایش و تقطیر قطران خام، مواد فرار آن خارج شده و جسم جامد یا نیمه جامدی از آن به جا می‌ماند که زفت قطران[1] نامیده می‌شود.

مزایاو معایب چسباننده های سیاه (قیر و قطران)



چند تعریف پایه لازم برای قیر

درجه نرمی: دمایی است که با رسیدن قیر به آن دما، قیر از حالت جامد به حالت روان در می‌آید.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

چند تعریف پایه لازم برای قیر

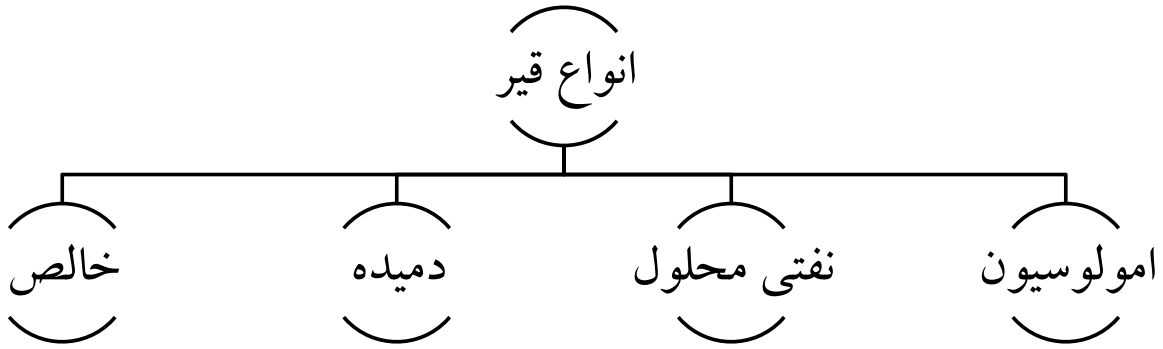
درجه نفوذ: بررسی می گردد که یک سوزن استاندارد تحت اثر بار ۱۰۰ گرمی در مدت ۵ ثانیه به داخل قیر در دمای ۲۵ درجه چقدر نفوذ می‌کند.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

چند تعریف پایه لازم برای قیر

درجه اشتعال: دمایی است که اگر قیر به آن دما برسد، گازهای متصاعد از آن با نزدیک شدن شعله، مشتعل می‌شوند و در سطح آن شعله به وجود می‌آید.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

قیر خالص

قیرهای خالص، با درجه نفوذشان نامگذاری شده‌اند، قیرهای خالص، با درجه نفوذ ۳۰/۲۰،۲۰/۱۰، ۵۰/۴۰،۴۰/۳۰ و ۷۰/۶۰ را با دمیدن هوا در قیرهای نرم‌تر، و قیرهای خالص ۵۰/۴۰ ،۷۰/۶۰ ، ۱۰۰/۸۰ ،۱۲۰/۱۰۰، ۱۵۰/۱۳۰ ، ۲۵۰/۲۲۰،۲۰۰/۱۸۰ و ۳۲۰/۲۸۰ را از راه تقطیر نفت خام در خلأ می‌سازند. در ایران قیرهای ۵۰/۴۰، ۷۰/۶۰ و ۱۰۰/۸۰ بیشتر در راهسازی و قیر ۷۰/۶۰ در آب‌بندی بام در نواحی معتدل به مصرف می‌رسد.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

قیر دمیده

قیر دمیده یا قیر اکسیده از دمیدن هوای داغ ۲۰۰–۳۰۰ درجه به قیر خالص در مراحل نهایی پالایش یا قیر خالص حل شده در روغنهای معدنی به دست می‌آید. در اثر دمش هوا اتمهای هیدروژن ملکولهای قیر با اکسیژن هوا ترکیب شده و در نتیجه این واکنش، آب و هیدروکربورهای سنگین‌تر به وجود می‌آید (پلیمریزاسیون).

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

قیر محلول

قیرهای محلول از حل کردن قیر خالص در روغنهای معدنی به دست می‌آید. جنس قیر محلول بستگی به نوع قیر خالص و حلال آن دارد. هرچه حلال، زودتر بپرد، قیر محلول زودگیرتر و هرچه مقدار حلال بیشتر شود، قیر آبکی‌تر است. مقدار حلال حداقل (۱۰٪) وزن قیر محلول می‌باشد.

Type	Bitumen Grade	Type of Solvent	Amount of solvent by percentage volume of cutback bitumen
Rapid Curing (RC)	80/100	Naphtha	15 - 45
Medium Curing (MC)	80/100	Kerosene	15 – 45
Slow Curing (SC)	80/100	Heavy Distillate	0 - 50

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

قیر امولوسیون

امولسیون قیر مخلوطی از دانه‌های خیلی ریز (یا گلبول) قیر و آب به رنگ قهوه‌ای است که ریزی دانه‌های قیر، حدود ۱ تا ۱۰ میکرون می‌باشد، برای جلوگیری از چسبیدن گلبولهای قیر به یکدیگر آنها را با ماده‌ای به نام امولگاتر اندود کرده‌اند. بسته به نوع امولگاتر، امولسیونها را به کاتیونی، آنیونی و کلوئیدی تقسیم کرده‌اند. از نظر پایداری، امولسیونها به سه دسته، زودشکن[۲]، کندشکن[۳] و دیرشکن[۴] گروه‌بندی شده‌اند.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

تفاوت قیرهای مصرفی در ساختمان و راهسازی

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

آب!

علل اهمیت بررسی

- تاثیر در مقاومت ملات و بتن
- نقش عل آورنده
- تشدید شوره و خوردگی
- تشدید بحث حمله سولفاتی و کلروری

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

آب!

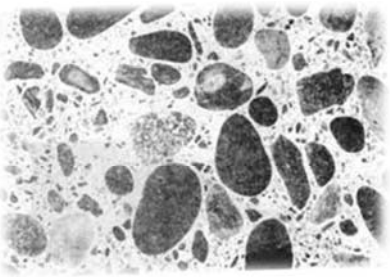
مقدار **PH** آب مصرفی نباید از ۴/۵ کمتر و از ۸/۵ بیشتر باشد.

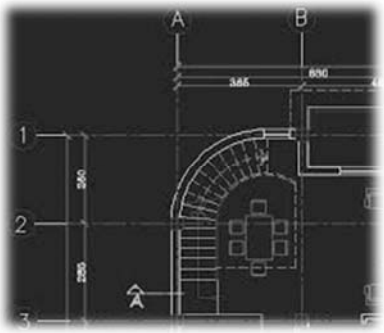
آب غیر آشامیدنی و اصولاً هر آب مشکوک را در صورتی می‌توان در ساخت بتن و انواع ملاتها به مصرف رسانید که نمونه‌های مکعبی ملات ساخته شده با آن دارای حداقل مقاومتی در سنین ۷ روزه و ۲۸ روزه برابر با (۹۰٪) مقاومت نمونه‌های مشابهی که با آب مقطر ساخته شده‌اند باشند.

سازمان دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

تعریف بتن و ویژگی های آن

- ✓ ماده ای متراکم و سخت متشکل از سنگدانه های ریز و درشت که به وسیله چسباننده سیمان (هیدراته شده) به یکدیگر متصل شده اند.





سازمان دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

رده بندی بتن و کاربردهای مربوطه

جدول ۵-۴-۲ موارد کاربرد رده‌های مختلف بتن

رده بتن	مقاومت مشخصه (مگاپاسکال)	موارد کاربرد
C ۶	۶	ماده پر کننده
C ۸	۸	ماده پر کننده – بتن نظافت
C ۱۰	۱۰	ماده پر کننده – بتن نظافت- بتن ساده (بدون آرماتور)
C ۱۲	۱۲	بتن ساده، با مراعات شرایطی بتن‌آرمه
C ۱۶	۱۶	بتن‌آرمه
C ۲۰	۲۰	بتن‌آرمه
C ۲۵	۲۵	بتن‌آرمه – بتن پیش‌تنیده
C ۳۰	۳۰	بتن‌آرمه – بتن پیش‌تنیده
C ۳۵	۳۵	بتن‌آرمه – بتن پیش‌تنیده
C ۴۰	۴۰	بتن‌آرمه – بتن پیش‌تنیده
C ۴۵	۴۵	بتن‌آرمه – بتن پیش‌تنیده
C ۵۰	۵۰	بتن‌آرمه – بتن پیش‌تنیده

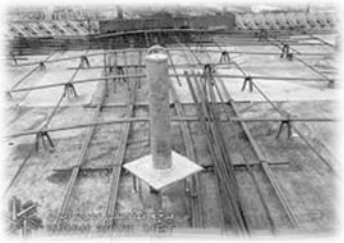
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

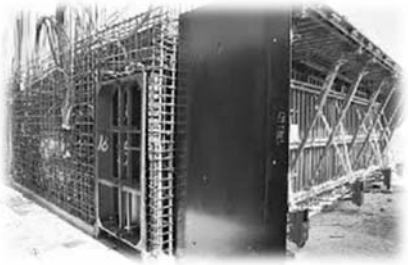
جدول ۵-۴-۴ نسبتهای تقریبی اختلاط برای یک متر مکعب بتن

رده بتن	سیمان تقریبی (کیلوگرم)	ماسه تقریبی (لیتر)	شن تقریبی (لیتر)
C ۲۵	۳۵۰	۵۳۰	۸۳۰
C ۲۰	۳۰۰	۵۳۰	۸۸۰
C ۱۶	۲۵۰	۵۳۰	۹۳۰
C ۱۲	۲۰۰	۵۳۰	۹۷۰
C ۱۰	۱۵۰	۵۳۰	۱۰۵۰

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

نکات اجرایی قبل از اجرای بتن





دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

نکات اجرایی در ساخت بتن

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مراحل اختلاط مصالح بتن در کارگاه با دست

حداکثر حجم بتن برای هر بار ساخت با دست، ۳۰۰ لیتر است.

بتن ساخته شده با دست، باید حداکثر ۳۰ دقیقه پس از ساخت مصرف شود.

برای تهیه بتن، ابتدا روی یک سطح صاف، تمیز و غیر قابل نفوذ شن به صورت یکنواخت ریخته، سپس روی آن ماسه یکنواخت پخش می‌شود. در هر حالت ضخامت دو قشر، نبایستی از ۳۰ سانتیمتر تجاوز نماید.

سیمان خشک به صورت یکنواخت روی مصالح سنگی، پخش و سپس با وسایل مناسب به طور کامل مخلوط می‌شود.

پس از اختلاط کامل مصالح، آب به تدریج به مخلوط، اضافه و به طور یکنواخت مخلوط می‌شود تا بتن همگن به دست آید.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مراحل ساخت بتن در کارگاه

الف: ابتدا باید قبل از ورود مصالح مقداری از آب مورد لزوم [حدوداً (۱۰٪)] به جام وارد شود. بقیه آب باید به تدریج با ماسه و سیمان و به صورت یکنواخت وارد جام گردد، به طوری که (۱۵٪) آب پس از وارد شدن کلیه مصالح به جام وارد شود.

ب: پس از وارد نمودن (۱۰٪) مصالح به جام مخلوط‌کن، سیمان همراه بقیه مصالح به صورت یکنواخت به جام وارد می‌شود.

در شرایط آب و هوای سرد، آب گرم به بتن اضافه می‌شود. برای جلوگیری از گرفتن سریع بتن اضافه نمودن سیمان، باید با تأخیر و پس از اضافه نمودن تمام مصالح سنگی صورت گیرد.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

مراحل ساخت بتن در کارگاه

پ: مواد افزودنی باید به صورت مایع همراه با آب و به طور یکنواخت به جام وارد شود. ماده افزودنی کندگیر کننده، باید همراه با سایر مصالح به صورت یکنواخت به جام وارد شود، چه در غیر این صورت باعث تغییرات عمده در گیرش اولیه و ایجاد حباب هوا در بتن خواهد شد. به هر صورت اضافه نمودن ماده کندگیر کننده، نباید بیش از یک دقیقه بعد از اضافه نمودن آخرین نسبت آب به جام یا قبل از سپری شدن $\frac{۳}{۴}$ زمان اختلاط، هرکدام که کمتر باشد، صورت گیرد. چنانچه با تأیید دستگاه نظارت اضافه نمودن دو یا چند ماده مضاف برای هر ساخت بتن مجاز شناخته شود، این مواد باید به صورت جداگانه اضافه شوند تا از اثرات سوء احتمالی آنها بر یکدیگر جلوگیری به عمل آید.

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

ت: مدت اختلاط از زمانی شروع می‌شود که تمامی مصالح شن، ماسه و سیمان وارد جام مخلوط‌کن شود. اضافه شدن قسمت آخر آب (۱۰٪) نباید بعد از سپری شدن $\frac{۱}{۲}$ مدت اختلاط باشد.

✓ حداقل زمان اختلاط:

ظرفیت مخلوط کن (متر مکعب)	زمان اختلاط (دقیقه)
۱/۵ کمتر	۱/۵
۲	۲
۳	۲/۵
۴	۲/۷۵
۴/۵	۳

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روشهای(اختلاط و) حمل بتن آماده

گروه مهندسی

بتن آماده

بتن آماده ممکن است به یکی از چهار طریق زیر تهیه شود:

۱- تمامی عملیات ساخت در بتن‌ساز مرکزی، انجام و بتن ساخته شده با تراک میکسر و با سرعت هم زدن[۲] به محل کار حمل شود.

۲- عمل اختلاط، قسمتی در مخلوط‌کن ثابت و قسمتی در تراک میکسر[۳] انجام می‌شود.

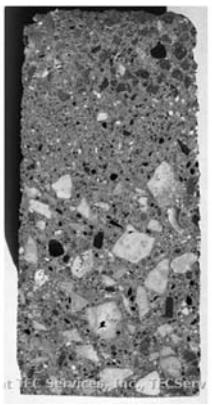
۳- عمل اختلاط، کلاً در تراک میکسر انجام می‌شود.

۴- اختلاط حجمی مصالح به صورت خشک در میکسر متحرک، انجام و آب به صورت پیوسته به جام مخلوط‌کن اضافه می‌شود. انجام این روش باید با استاندارد (د ـ ت ۵۱۷) مطابقت نماید.

گروه مهندسی

توضیح: معمولاً سرعت اختلاط، ۶ تا ۱۸ دور در دقیقه و سرعت هم زدن، ۲ تا ۶ دور در دقیقه می‌باشد.

چنانچه بتن آماده مطابق روش دوم ساخته می‌شود، باید بر اساس توصیه (د ـ ت ۵۰۱)، ۷۰ تا ۱۰۰ دور گردش با سرعت اختلاط[۴] توصیه شده توسط کارخانه سازنده صورت گیرد. گردش با سرعت اختلاط نباید از ۱۰۰ دور بیشتر باشد.



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روش حمل بتن با کامیون با جام دوار

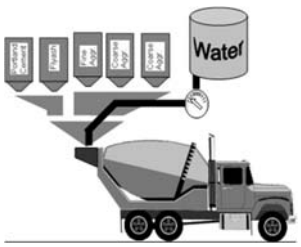
حداکثر زمان برای حمل پس از اضافه شدن سیمان به جام مخلوط‌کن با احتساب زمان تخلیه بتن، نباید از ۹۰ دقیقه تجاوز نماید.

تراک میکسر

در شرایط معمولی، جام بایستی با سرعت اختلاط حدود ۷۰ تا ۱۰۰ دور دوران نماید.

چنانچه زمان حمل و تخلیه بیش از زمان لازم برای دوران فوق باشد، در بقیه مدت زمان حمل باید جام با سرعت همزن یا بدون هم زدن حمل شود و قبل از تخلیه بتن درون قالب، ۱۰ تا ۱۵ دور با سرعت اختلاط بچرخد. در این روش ساخت، حداکثر بتن ساخته شده در هر مرحله، نباید از (۶۳٪) حجم اسمی[۲] تراک میکسر تجاوز نماید.

اختلاط دو مرحله‌ای **اختلاط خشک**



روش حمل بتن تولید شده با بتن ساز مرکزی (صرفا حمل)

تراک میکسر

تراک با جام ثابت

جام انتقال با ریل

ناوه شیبدار

روش دستی

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

تراک میکسر 9 متر مکعبی

ظرفیت بارگیری بتون آماده:	9000 لیتر
حجم کل دیگ:	14000 لیتر
درصد بارگیری:	64 درصد
قابلیت دیگ برای حمل مصالح خشک:	5000 لیتر
سرعت گردش دیگ:	15–0 دور در دقیقه
تعداد رولیک:	4
ظرفیت تانک آب:	700 لیتر

اطلاعات بیشتر...

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روش حمل بتن با تلمبه کردن

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

روش حمل بتن با تلمبه کردن

جدول ۵-۶-۴-۲ حداکثر قطر شن و ظرفیت پمپاژ با توجه به قطر لوله تخلیه

قطر لوله تخلیه (میلیمتر)	حداکثر قطر شن (میلیمتر)		ظرفیت متوسط پمپاژ بر حسب متر مکعب در ساعت			
	بتن برمایه	بتن کم‌مایه	سرعت تخلیه ۰/۳ متر بر ثانیه	سرعت تخلیه ۰/۶ متر بر ثانیه	سرعت تخلیه ۰/۹ متر بر ثانیه	سرعت تخلیه ۱/۲ متر بر ثانیه
۷۵ (۳")	۱۹	۱۹	۴/۵	۹	۱۴	۱۸
۱۰۰ (۴")	۲۵	۱۹	۸/۳	۱۷	۲۵	۳۳
۱۲۵ (۵")	۳۸	۲۵	۱۴	۲۸	۴۱	۵۵
۱۵۰ (۶")	۵۰	۳۸	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
۱۷۵ (۷")	۵۰	۳۸	۲۵	۵۰	۷۴	–
۲۰۰ (۸")	۶۸	۵۰	۳۵	۷۱	–	–

جدول ۵-۶-۴-۵ درصد وزنی شن در واحد حجم بتن

حداکثر قطر شن (میلیمتر)	درصد وزنی شن خشک در واحد حجم بتن			
	ضریب نرمی ماسه ۲/۴۰	ضریب نرمی ماسه ۲/۶۰	ضریب نرمی ماسه ۲/۸۰	ضریب نرمی ماسه ۳
۹/۵ ($\frac{3}{8}$")	۵۰	۴۸	۴۶	۴۴
۱۲/۵ ($\frac{1}{2}$")	۵۹	۵۷	۵۵	۵۳
۱۹ ($\frac{3}{4}$")	۶۶	۶۴	۶۲	۶۰
۲۵ (۱")	۷۱	۶۹	۶۷	۶۵
۳۸ ($\frac{3}{2}$")	۷۵	۷۳	۷۱	۶۹
۵۰ (۲")	۷۸	۷۶	۷۴	۷۲

حداکثر قطر مصالح سنگی

ضریب نرمی ماسه

میزان شن

سایر مشخصه‌های مهم

گروه مهندسی

محاسن فولاد نسبت به بتن

یکنواختی و دوام و عدم وقوع خزش

گروه مهندسی

محاسن فولاد نسبت به بتن

گروه مهندسی

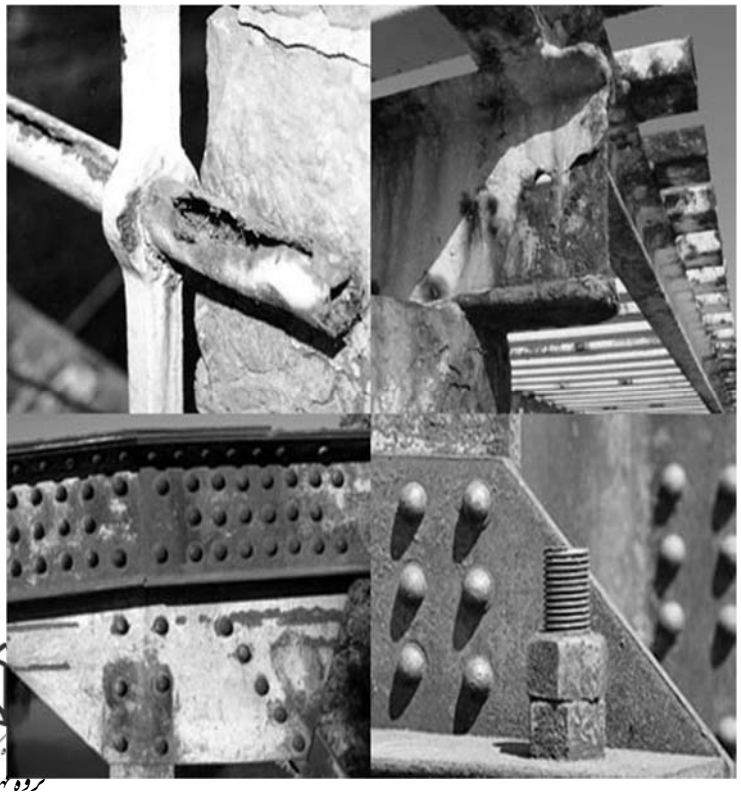
معایب فولاد نسبت به بتن

هزینه اجرای بالاتر

پیچیدگی اجرا در پلان های نامنظم

ارتعاش

معایب فولاد نسبت به بتن

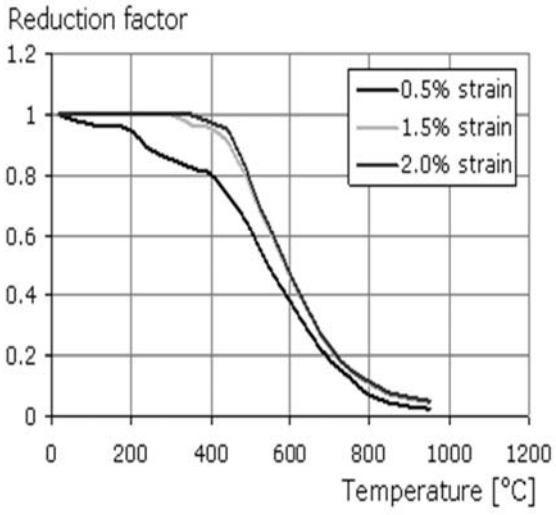


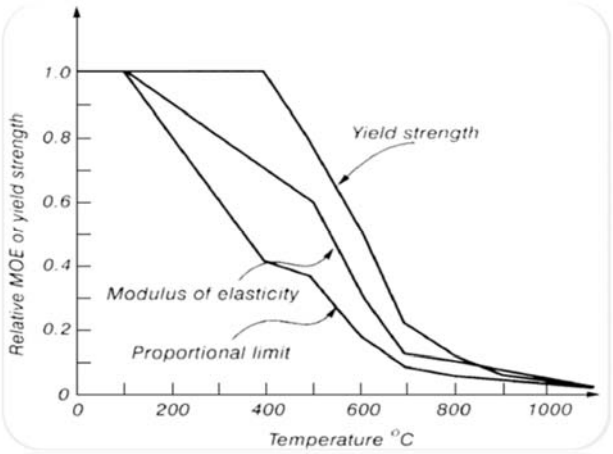
خوردگی

معایب فولاد نسبت به بتن

احتمال کمانش بیشتر

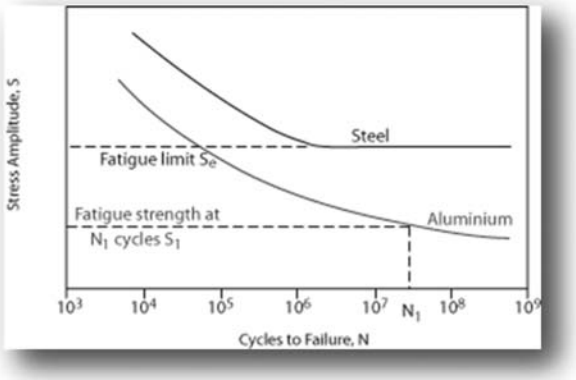
معایب فولاد نسبت به بتن



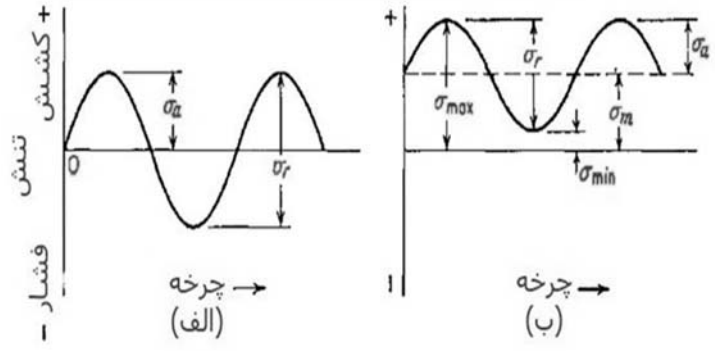


ضعف در برابر آتش سوزی

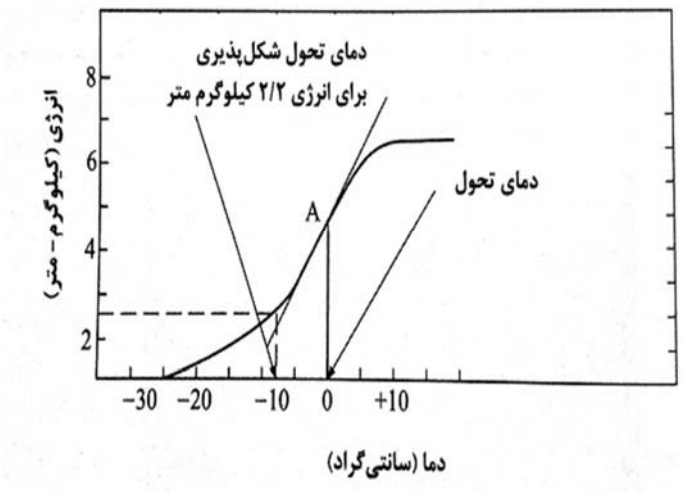
معایب فولاد نسبت به بتن



خستگی



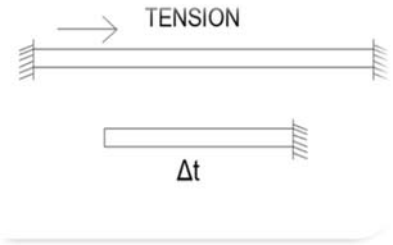
معایب فولاد نسبت به بتن

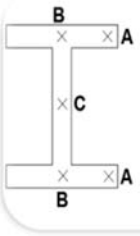


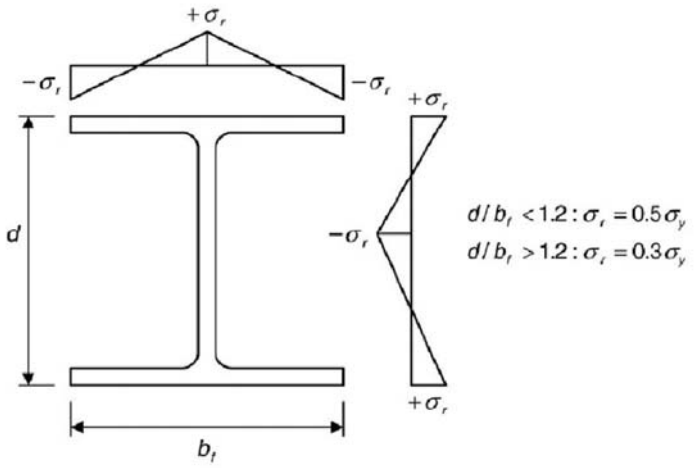
تردشکنی در دمای پایین،

تنش چند محوره و ضربه

تنش پسماند







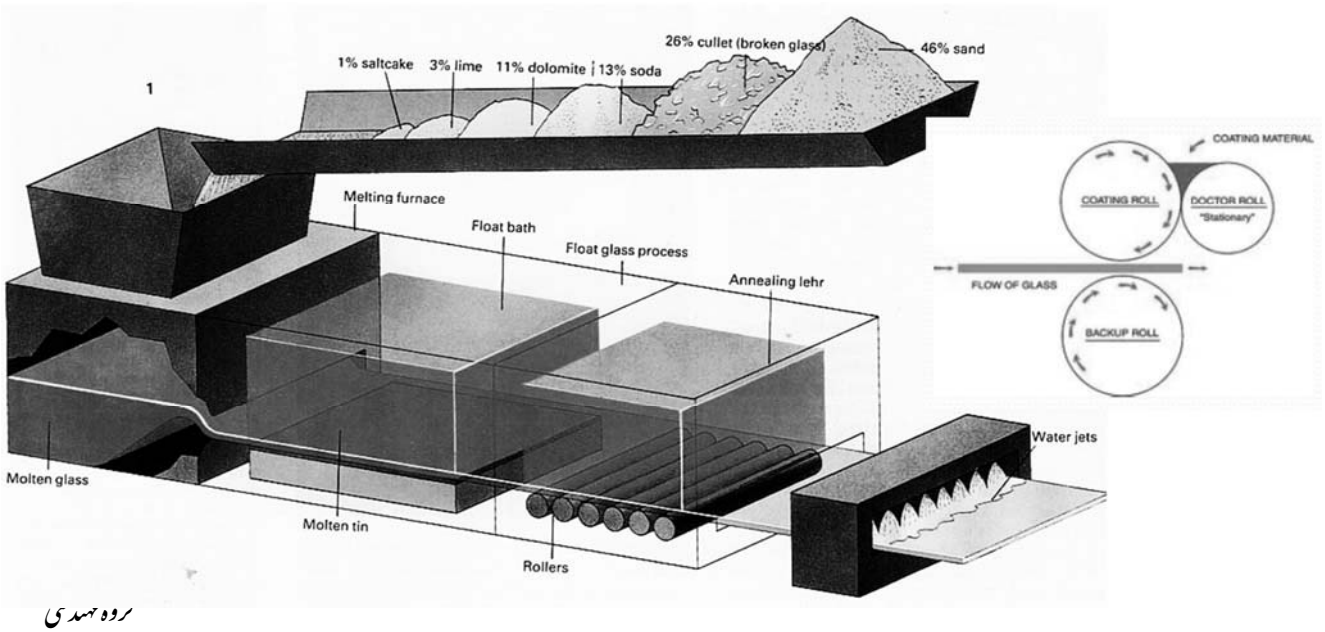
تعریف شیشه، کاربردها و ترکیبات آن

شیشه ماده‌ای است بی‌رنگ، شفاف، نورگذران، سخت و شکننده با سختی حدود ۶/۵ که در ساختن ظروف، اشیای زینتی، آئینه و در و پنجره ساختمان مصرف می‌شود. در ساختمانها شیشه جام ساختمانی، برای عبور نور و در عین حال جلوگیری از تأثیر عوامل جوی به داخل ساختمان به کار می‌رود.

مواد اولیه شیشه‌های جام ساختمانی که عمدتاً از نوع سیلیسی، آهکی، سودایی[1] هستند عبارتند از ماسه سیلیسی، مواد گدازآور آهکی و سودایی. شیشه‌سازی شامل چهار مرحله عمده ذوب، شکل دادن، بازپخت یا تاباندن[2] و پرداخت می‌باشد.

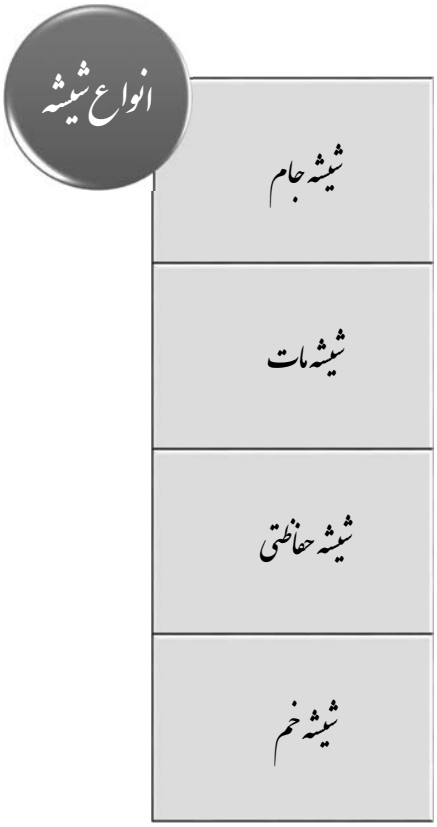
فرآیند کلی تولید شیشه

در مرحله ذوب مواد اولیه را به صورت گرد نرمی در می‌آورند و به اندازه معینی با یکدیگر می‌آمیزند و سپس در کوره شیشه‌سازی آنها را ذوب می‌کنند و معمولاً قدری خرده شیشه نیز در کوره می‌ریزند.

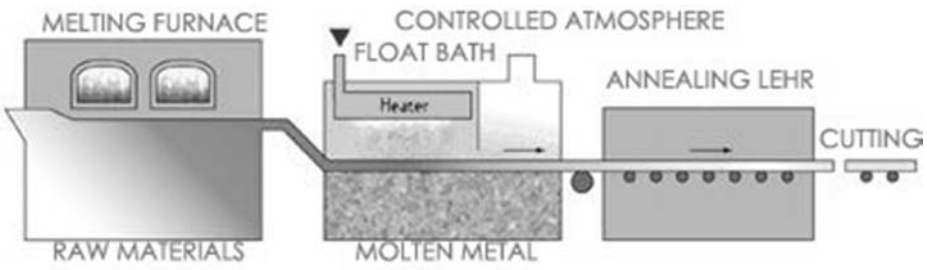


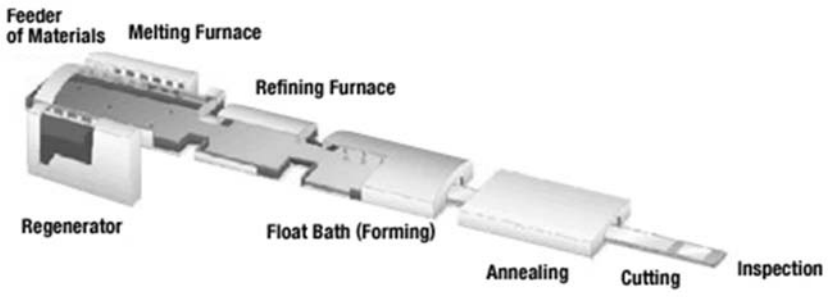
گروه مهندسی

شیشه را می‌توان برید، تراشید، سوراخ کرد و با گرم کردن، خم کرد و جوش داد. بریدن، تراشیدن و سوراخ کردن شیشه با ابزار سخت (به اصطلاح نوک الماسه) انجام می‌شود.



شیشه جام و نحوه تولید آن

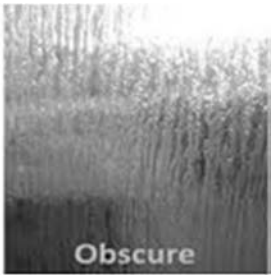




شیشه مذاب پس از خروج از کوره به صورت نوار افقی ممتدی بر روی قلع مذاب عبور داده شده، در همین حال ناهمواریهای سطح روی شیشه به کمک شعله مرتفع می‌شود.

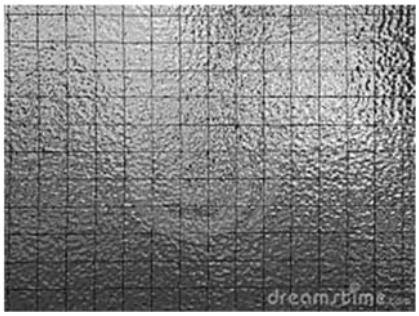
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

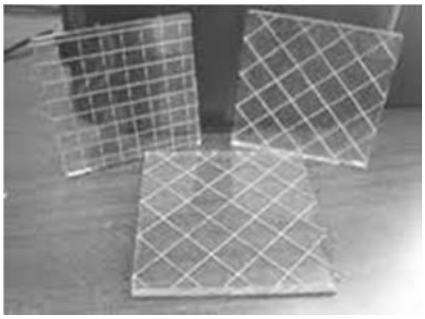
شیشه مات و نحوه تولید آن



دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

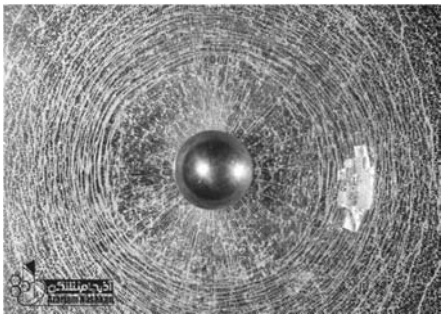
شیشه حفاظتی و نحوه تولید آن

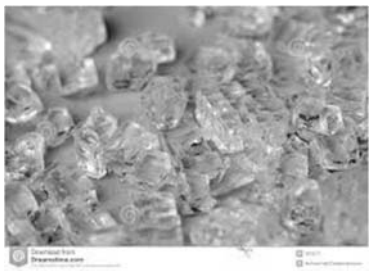


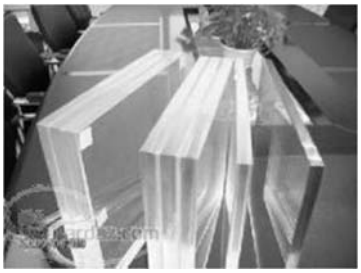


دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

شیشه حفاظتی و نحوه تولید آن

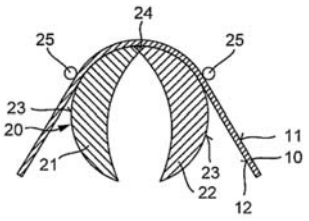






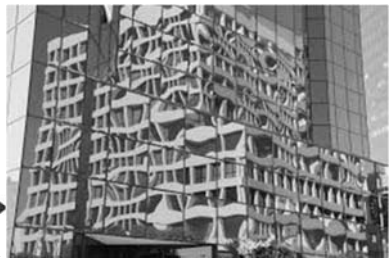
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

شیشه خم

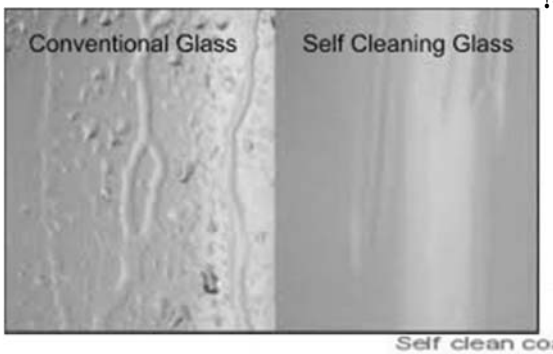


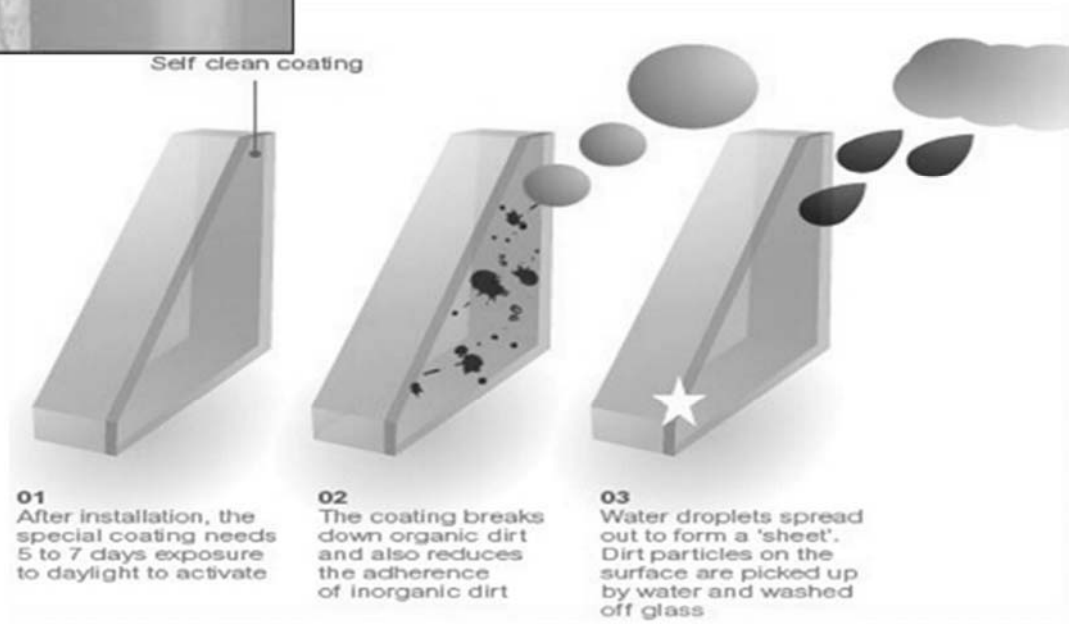
نمای شیشه ای و معایب آن

نمای شیشه ای و معایب آن



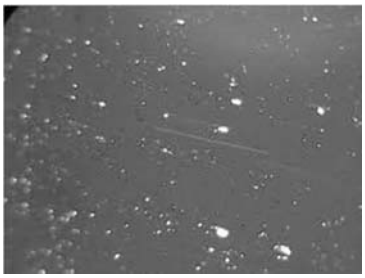
نانوتکنولوژی و شیشه!

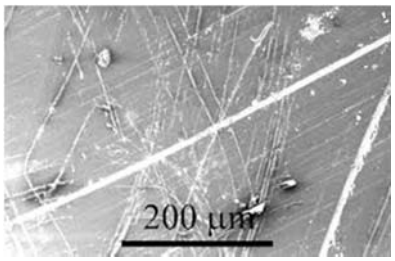


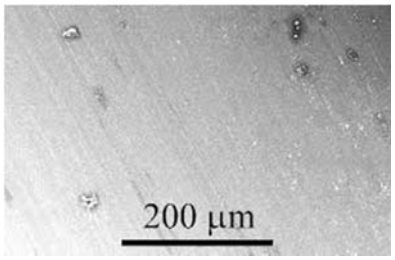


عیوب شیشه

شیشه‌های مصرفی باید نو، کاملاً صاف، شفاف، بی‌رنگ، عاری از موج و فاقد حبابهای هوا و یا هر نوع عیب دیگری نظیر لب‌پریدگی، لب‌برآمدگی، ناخنک، ترک، خراش، لکه، دودزدگی و خم باشد.







دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

ضخامت شیشه باید در تمام سطح یکنواخت بوده و صافی و یکنواختی ضخامت آن به قسمی باشد که اگر از زاویه ۶۰ درجه از پشت شیشه به جسمی که در فاصله یک متری آن قرار دارد نگریسته شود، آن جسم کج و معوج به نظر نرسد.

رواداری در میزان خم شیشه تا (۰/۱٪) مجاز است. اندازه درازا و پهنای لب‌پریدگی، نباید بیش از ضخامت شیشه باشد.

نوع شیشه	ضخامت اسمی بر حسب میلیمتر	حداکثر رواداری بر حسب میلیمتر
شیشه‌های نازک	۱ ۲	±۰/۲
شیشه‌های ستبرا میانه	۲/۲ ۳ ۴	±۰/۳
شیشه‌های ستبر	۵ ۵/۵ ۶	±۰/۳
	۸	±۰/۴
	۱۰	±۰/۶
	۱۲	±۰/۸
	۱۵	±۱

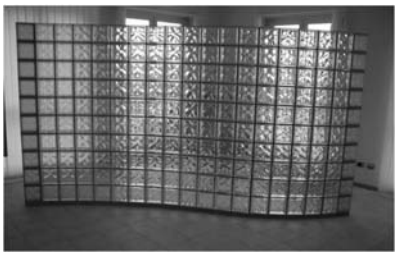
دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

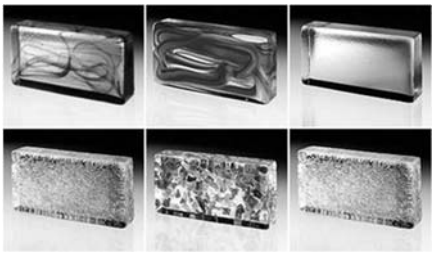
بارگیری و نگهداری شیشه

بارگیری، حمل و باراندازی انواع شیشه باید با دقت صورت گیرد. جامهای شیشه باید با پوشال به طور محکم بسته‌بندی شده و در جعبه‌های چوبی مقاوم قرار داده شوند. بین هر دو جام باید برگهای کاغذی یا مشابه آن گذارده شود تا از تماس سطوح شیشه جلوگیری شود.

آجر و بلوک شیشه ای

کاشی یا آجر شیشه‌ای نوعی بلوک شیشه‌ای توپر است که به روش پرس کردن خمیر شیشه در قالب به شکل ساده و گلدار به ابعاد ۲۰×۲۰ یا ۱۲/۵× ۱۲/۵ و ضخامت ۷/۵ سانتیمتر ساخته می‌شود.





رنگ (به عنوان پوشش سفیدکاری)

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی

ملات های بنایی

دانشگاه کاشان
گروه مهندسی