



وزارت راه و شهرسازی  
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



# کنترل کیفیت در صنعت بتن

مهدی نعمتی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

انتشار از کانال تکنولوژی بتن



وزارت راه و شهرسازی  
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

## بخش اول



## تعاریف

- کنترل کیفیت (*Quality Control*): منظور از کنترل کیفیت، مجموعه فعالیت‌ها و فنون عملکردی است که برای تطبیق یک کالا و یا خدمت با الزامات تعریف شده بکار می‌رود.
- تضمین کیفیت (*Quality Assurance*): منظور از تضمین کیفیت، اقدامات و روش‌های سیستماتیک برای مانیتور، کشف و اصلاح جنبه‌های مختلف یک خدمت، فرایند و یا کالا است که موجب می‌شود تا الزامات کیفی یک کالا یا خدمت، ارضاء شود. تضمین کیفیت باعث حذف محصولات معیوب و افزایش رضایت‌مندی مشتری می‌گردد.
- پلان کیفیت (*Quality Plan*): سند اجمالی است که اهداف سیستم مدیریت کیفیت را شرح می‌دهد.
- پلان آزمایش و بازرسی (*ITP*): مجموعه آزمایش‌های کنترل کیفیت، استانداردها و دوره‌های بازرسی را ارائه می‌کند.



## کلیات

- به منظور اطمینان از انطباق ویژگی‌های مصالح مصرفی در بتن با استانداردها، باید آزمایش‌های مشروح طبق جداول آتی انجام شود.
- آزمایش‌های روی انواع مصالح و بتن به شرح زیر انجام می‌شود:
  - ۱- سیمان و مواد پوزولانی
  - ۲- مصالح سنگی
  - ۳- آب اختلاط بتن
  - ۴- مواد افزودنی
  - ۵- بتن تازه
  - ۶- بتن سخت‌شده
- تجهیزات ساخت بتن نیز باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.

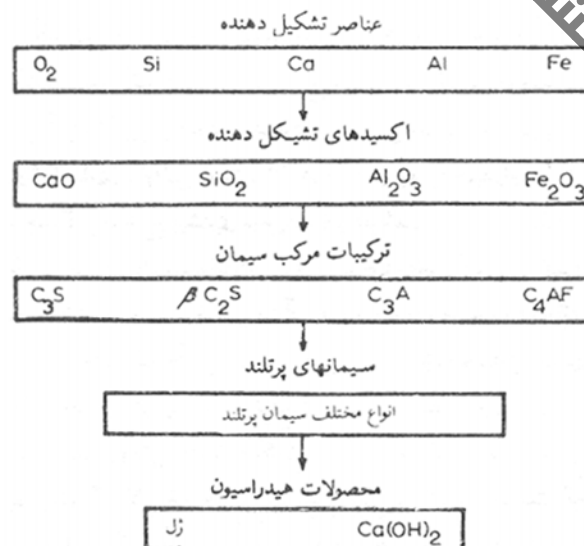


## کیفیت سیمان

□ علاوه بر عملیات کنترل کیفیت که در کارخانه تولید سیمان انجام می‌گیرد، تولیدکننده بتن نیز باید از صحت آن اطمینان حاصل کرده و در این مورد تأیید کارشناس مربوطه را اخذ کند.

□ این عملیات شامل آزمایش‌های کنترل و بازرسی‌های عینی روزانه است. بازرسی‌های عینی باید روزانه توسط مسئول کنترل کیفیت پیمانکار، انجام و گزارش آنها ارائه شود. این بازرسی‌ها شامل وضعیت سیمان در سیلوها، در حین حمل، در حین توزین، وضعیت سیلوها، وضعیت وسایل حمل و هرچه که به سیمان مربوط می‌شود، خواهد بود.

□ در صورت ضرورت، اقدامات اصلاحی باید با سرعت انجام شود. این ضرورت به هنگام تغییر کیفی سیمان، تغییر در نحوه حمل و انبار سیمان و همچنین عدم انطباق آن با معیارهای مربوطه خواهد بود.





## اجزاء تشکیل دهنده سیمان‌ها:

### Composition of Cement

• Lime Calcium Oxide (CaO)	= 60 - 65% (63%)
• Silica (SiO <sub>2</sub> )	= 20 - 25% (22%)
• Aluminum Oxide	= 4 - 8% (6%)
• Iron Oxide	= 2 - 4% (3%)
• Magnesium Oxide	= 1 - 3%
• Gypsum	1 to 4%

C<sub>3</sub>S - ۱

C<sub>2</sub>S - ۲

C<sub>3</sub>A - ۳

C<sub>4</sub>AF - ۴

ارائه استناد نفعی  
انتشار از کانال تکنولوژی بتن پیشرفته



# استاندارد ۳۸۹



جمهوری اسلامی ایران  
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شماره استاندارد ایران

389



ویژگیهای سیمان پرتلند

تجدید نظر سوم

ارائه استاد نعتنی  
تکنولوژی بتن پیشرفته

جدول ۱- ویژگیهای الزامی شیمیایی سیمان پرتلند

روش آزمون	نوع سیمان پرتلند					ویژگی های شیمیایی	ردیف
	۵	۴	۳	۲	۱ <sup>(۱)</sup>		
طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۹۲	-	-	-	۲۰/۰	-	حداقل درصد $SiO_2$	۱
	-	-	-	۶/۰	-	حداکثر درصد $Al_2O_3$	۲
	-	۶/۵	-	۶/۰	-	حداکثر درصد $Fe_2O_3$	۳
	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	حداکثر درصد MgO	۴
	۲/۳	۲/۳	۳/۵	۳/۰	۳/۰	حداکثر درصد $SO_3$	۵
	-	-	۴/۵	-	۳/۵	$C_3A \leq 8$	
	-	-	-	-	-	$C_3A > 8$	
	۳/۰	۲/۵	۳/۰	۳/۰	۳/۰	حداکثر درصد افت احتراق (LOI)	۶
	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	حداکثر درصد باقیمانده نامحلول (IR)	۷
	-	۲۵/۰	-	-	-	حداکثر $C_3S$	۸
	-	۴۰/۰	-	-	-	حداقل $C_2S$	۹
۳/۵۰ <sup>(۲)</sup>	۷/۰	۱۵/۰	۸/۰	-	حداکثر $C_3A$	۱۰	
۳/۵۰ <sup>(۲)</sup>	-	-	-	-	حداکثر درصد $(C_4AF+2C_3A)$ یا $(C_4AF+C_2F)$	۱۱	

<sup>(۱)</sup> محدودیت های ذکر شده برای سیمان نوع ۱، برای هر سه رده مقاومت ۱-۲۲۵، ۱-۴۲۵ و ۱-۵۲۵ الزامی است.

<sup>(۲)</sup> چنانچه محدودیت انبساط سولفات مندرج در جدول ۳ رعایت شود، این محدودیت در نظر گرفته نمی شود.

جدول ۲- ویژگی های الزامی شیمیایی سیمان پرتلند

روش آزمون	نوع سیمان پرتلند					ویژگی های شیمیایی	ردیف
	۵	۴	۳	۲	۱		
۱۶۹۲	-	-	۸/۰ ۵/۰	-	-	درصد حداکثر C <sub>3</sub> A برای مقاومت متوسط در برابر سولفات ها برای مقاومت زیاد در برابر سولفات ها (درصد حداکثر)	۱
۱۶۹۲	-	-	-	۵۸	-	حداکثر درصد (C <sub>3</sub> A+C <sub>3</sub> S) برای حرارت هیدراتاسیون متوسط <sup>(۱)</sup>	۲
۱۶۹۲	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	حداکثر درصد قلیایی معادل برای سیمان یا قلیایی کم (Na <sub>2</sub> O+0.658K <sub>2</sub> O)	۱۱

<sup>(۱)</sup> چنانچه این محدودیت در ویژگی های سیمان پرتلند نوع ۲ تعیین شود، مقادیر تاب فشاری در جدول ۱۱ باید با ضریب ۰/۸ در نظر گرفته شود.

جدول ۳- ویژگی های الزامی فیزیکی سیمان پرتلند

روش آزمون	نوع سیمان پرتلند							ویژگی ها	ردیف
	۵	۴	۳	۲	۱-۵۲۵	۱-۴۲۵	۱-۳۲۵		
۳۹۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	حداقل سطح مخصوص <sup>(۱)</sup> (cm <sup>2</sup> /gr)	۱
۳۹۱	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	حداکثر درصد انبساط اتوکلاو	۲
۳۹۲	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	زمان گیرش ویکات (min)	۳
۳۹۲	۳۶۰	۳۶۰	۳۶۰	۳۶۰	۳۶۰	۳۶۰	۳۶۰	حداقل گیرش اولیه حداکثر گیرش ثانویه	
۳۹۳	-	-	۱۲۵	-	-	-	-	حداقل ۱ روزه	۴
	-	-	-	-	۲۰۰	۱۰۰	-	حداقل ۲ روزه	
۳۹۳	۸۵	-	۲۲۰	۱۰۰	-	-	۱۲۰	حداقل ۳ روزه	
۳۹۳	۱۵۰	۷۰	-	۱۷۵	-	-	۲۰۰	حداقل ۷ روزه	
۳۹۳	۲۷۰	۱۸۰	-	۳۱۵	۵۲۵	۴۲۵	۳۲۵	حداقل ۲۸ روزه	
۳۹۳	-	-	-	-	-	۶۲۵	۵۲۵	حداکثر ۲۸ روزه	
۳۹۲	-	-	۶۰	۷۰ <sup>(۳)</sup>	-	-	-	حداکثر ۷ روزه	۵
۳۹۲	-	-	۷۰	-	-	-	-	حداکثر ۲۸ روزه	
۳۹۱	۰/۰۴۰	-	-	-	-	-	-	حداکثر درصد انبساط سولفات <sup>(۲)</sup> ۱۴ روزه	۶

<sup>(۱)</sup> سطح مخصوص با دستگاه بلین اندازه گیری می شود.

<sup>(۲)</sup> تاب فشاری پایدار، میانگین حداقل ۴ نمونه محاسبه می شود.

<sup>(۳)</sup> این آزمون اختیاری بوده در صورت درخواست خریدار تعیین می گردد.

<sup>(۴)</sup> در صورتیکه این محدودیت منظور گردد، محدودیت های ردیف های ۱۰ و ۱۱ جدول ۱ مربوط به سیمان نوه ۵ الزامی نخواهد بود.

## ۵- نمونه برداری

نمونه برداری از سیمان پرتلند باید به یکی از روشهای مندرج زیر انجام گیرد.

۵-۱- نمونه برداری از محل تسمه نقاله یا لوله انتقال سیمان به سیلو.

در این نمونه برداری، وزن نمونه برای هر ۴۰ تن سیمان (یا بخشی از آن) در حال انتقال به سیلو ۵ کیلوگرم می باشد. این نمونه را می توان به صورت پیوسته یا ناپیوسته برداشت نمود.

۵-۲- نمونه برداری از محل تخلیه سیمان از سیلو

در این نمونه برداری، از جریان سیمان در لوله تخلیه و به فاصله های زمانی معین به ازای هر یکصدتن سیمان داخل سیلو مقدار ۵ کیلوگرم سیمان بعنوان نمونه برداشت می شود.

۵-۳- نمونه برداری از انبار سیمان فله.

در این نمونه برداری، چنانچه عمق انباشته سیمان موجود در انبار از ۲ متر کمتر باشد، نمونه را می توان با ابزار ویژه نمونه برداری تهیه نمود.

۵-۴- نمونه برداری از انبار کیسه های سیمان.

در این نمونه برداری به ازای هر پنج تن یا بخشی از آن یک کیسه سیمان انتخاب می شود و مقدار لازم برای نمونه توسط ابزار ویژه نمونه برداری تهیه می شود.

۵-۵- نمونه برداری از محموله کامیون و سایر موارد ذکر نشده.

در این نمونه برداری، از سه نقطه مختلف محموله برداشت می شود و چنانچه در چندین کامیون یا چندین بشکه بشرط آنکه محموله ها از سیلوی مشخص و در یک روز بارگیری شده باشد، نمونه های برداشت شده از کامیون ها را می توان مخلوط نمود.

۵-۶- هر یک نمونه تهیه شده به یکی از روشهای بالا، باید به سه بخش تقسیم شود.

یک بخش برای آزمون و بررسی به آزمایشگاه موسسه استاندارد و یک بخش به آزمایشگاه کارخانه تحویل شود. و بخش سوم نیز بعنوان نمونه شاهد در بسته بندی محکم و مقاوم نسبت به رطوبت لاک و مهر شده و در یک مکان مورد اعتماد نگهداری شود.

## ۷- شرایط پذیرش کیفیت

۷-۱- چنانچه ویژگیهای نمونه های آزمون شده هر محموله سیمان پرتلند با هر یک از ضوابط این استاندارد مطابقت نداشته باشد آن محموله مردود میباشد.

۷-۲- چنانچه هر محموله سیمان پرتلند قبل از حمل به صورت فله بیش از شش ماه در سیلوی کارخانه مانده باشد، و یا پس از انجام آزمون ها به صورت بسته بندی (کیسه) بیش از سه ماه در اختیار فروشنده مانده باشد، باید قبل از مصرف، دوباره مورد آزمون و انطباق با استاندارد قرار گیرد.



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

استاندارد ملی ایران

۱-۱۷۵۱۸

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO  
17518-1  
1st.Edition  
2014

Iranian National Standardization Organization

سیمان - قسمت ۱: ویژگی‌ها

Cement - Part 1: Specifications

ارائه استناد نعتنی  
انتشار از کارل تکنولوژی بتن پیشرفته



ترکیبات و علایم

این استاندارد ۳۵ نوع محصول، در خانواده سیمان‌های معمولی را پوشش می‌دهد که علایم آن‌ها در جدول ۱ آمده که در ۵ گروه برحسب نوع سیمان اصلی به صورت زیر رده بندی شده‌اند:

- گروه ۱: CEM I سیمان پرتلند؛
- گروه ۲: CEM II سیمان پرتلند آمیخته؛
- گروه ۳: CEM III سیمان سرباره؛
- گروه ۴: CEM IV سیمان پوزولانی؛
- گروه ۵: CEM V سیمان مرکب.





# سیمان

جدول ۱- تعداد ۳۵ نوع محصول خانواده سیمان‌های معمول

اجزای افزودنی فرعی	ترکیبات ( درصد وزنی %)										علامت	نام محصول	گروه اصلی
	اجزای اصلی												
	سنگ آهک		رس یا شیل پخته T	خاکستر بادی		پوزولان		دوده سیلیس D	سرباره کوره بلند S	کلینگر K			
L	LL	آهکی W		سیلیسی V	طبیعی P	کلینته Q							
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹۵-۱۰۰	CEM I-O	معمولی	گروه ۱ CEM I
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹۵-۱۰۰	CEM I-SR0	ضد سولفات فرا ویژه	
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹۵-۱۰۰	CEM I-SR3	ضد سولفات ویژه	
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹۵-۱۰۰	CEM I-SR5	ضد سولفات	
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹۵-۱۰۰	CEM I-SR10	ضد سولفات متوسط	
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۶-۲۰	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-S	سیمان پرتلند سرباره‌ای	گروه ۲ CEM II
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۲۱-۲۵	-	۶۵-۷۹	CEM II/A-S		
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۶-۱۰	-	۹۰-۹۴	CEM II/A-D	سیمان پرتلند دوده سیلیسی	
-۰.۵	-	-	-	-	-	۶-۲۰	-	-	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-P	سیمان پرتلند پوزولانی	
-۰.۵	-	-	-	-	-	۲۱-۲۵	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-P		
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	۶-۲۰	-	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-Q		
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	۲۱-۲۵	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-Q		
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-V	سیمان پرتلند خاکستر بادی	
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-V		
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-W		
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-W		
-۰.۵	-	-	۶-۲۰	-	-	-	-	-	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-T	سیمان پرتلند	گروه ۲ CEM II
-۰.۵	-	-	۲۱-۲۵	-	-	-	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-T	شیل پخته	



# سیمان

جدول ۱- ادامه

اجزای افزودنی فرعی	ترکیبات ( درصد وزنی %)										علامت	نام محصول	گروه اصلی
	اجزای اصلی												
	سنگ آهک		رس یا شیل پخته T	خاکستر بادی		پوزولان		دوده سیلیس D	سرباره کوره بلند S	کلینگر K			
L	LL	آهکی W		سیلیسی V	طبیعی P	کلینته Q							
-۰.۵	-	۶-۲۰	-	-	-	-	-	-	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-L	سیمان پرتلند آهکی	ادامه CEM II
-۰.۵	-	۲۱-۲۵	-	-	-	-	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-L		
-۰.۵	۶-۲۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰-۹۴	CEM II/A-LL		
-۰.۵	۲۱-۲۵	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-LL		
-۰.۵	-	-	-	-	-	۱۲-۲۰	-	-	-	۸۰-۸۸	CEM II/A-M	سیمان پرتلند مرکب <sup>۳</sup>	گروه ۳ CEM III
-۰.۵	-	-	-	-	-	۲۱-۲۵	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM II/B-M		
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۳۶-۶۵	۲۵-۶۴	CEM III/A	سیمان سرباره‌ای	گروه ۳ CEM III	
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۶۶-۸۰	۲۰-۳۴	CEM III/B			
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۸۱-۹۵	۵-۱۹	CEM III/C			
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۶۶-۸۰	۲۰-۳۴	CEM III/B-SR			
-۰.۵	-	-	-	-	-	-	-	۸۱-۹۵	۵-۱۹	CEM III/C-SR			
-۰.۵	-	-	-	-	-	۱۱-۳۵	-	-	-	۶۵-۸۹	CEM IV/A	سیمان پوزولانی <sup>۴</sup>	گروه ۴ CEM IV V
-۰.۵	-	-	-	-	-	۳۶-۵۵	-	-	-	۴۵-۶۴	CEM IV/B		
-۰.۵	-	-	-	-	۲۱-۲۵	-	-	-	-	۶۵-۷۹	CEM IV/A-SR		
-۰.۵	-	-	-	-	۳۶-۵۵	-	-	-	-	۴۵-۶۴	CEM IV/B-SR		
-۰.۵	-	-	-	-	-	۱۸-۲۰	-	-	۱۸-۲۰	۴۰-۶۴	CEM V/A	سیمان مرکب <sup>۵</sup>	گروه ۵ CEM V
-۰.۵	-	-	-	-	-	۳۱-۴۹	-	-	۳۱-۴۹	۲۰-۲۸	CEM V/B		

الف- مقادیر موجود در این جدول مربوط به اجزای اصلی و فرعی می‌باشد.

ب- نسبت دوده سیلیسی به ۱۰ درصد محدود می‌شود.

پ- این سیمان که تحت عنوان سیمان ویژه دریایی نیز به کار می‌رود برای مناطقی که در معرض سولفات و کلر به‌صورت توأم می‌باشد مناسب است.

ت- در سیمان‌های پرتلند آمیخته CEM III/A-M و CEM III/B-M و سیمان‌های پوزولانی CEM IV/A-SR و CEM IV/B-SR و سیمان‌های مرکب CEM V/A و CEM V/B و اجزای اصلی به‌جز کلینگر برحسب نام سیمان باید اظهار گردد.

جدول ۲- الزامات فیزیکی و مکانیکی

انقباض <sup>۳</sup> سولفات ۱۴ روزه (درصد)	سلامت			نرمی <sup>۳</sup> (سانتی متر مربع بر گرم)	زمان گیرش اولیه (دقیقه)	مقاومت فشاری (مگا پاسکال)			رده مقاومتی	
	انقباض به روش	انقباض <sup>۳</sup> به روش اتوکلاو (درصد) (الزامی)	انقباض به روش اتوکلاو (درصد) (الزامی)			مقاومت استاندارد		مقاومت اولیه		
						۲۸ روزه	۷ روزه	۲ روزه		۷ روزه
۰,۰۴	≤ ۱,۰	≤ ۰,۲	≤ ۰,۸	۲۸۰۰ تا ۳۶۰۰	≥ ۷۵	≤ ۵۲,۵	≥ ۳۲,۵	≥ ۱۲,۰	-	۳۲,۵ L <sup>الف</sup>
								≥ ۱۶,۰	-	۳۲,۵ N
								-	≥ ۱۰,۰	۳۲,۵ R
								≥ ۱۶,۰	-	۴۲,۵ L <sup>الف</sup>
								-	≥ ۱۰,۰	۴۲,۵ N
								-	≥ ۲۰,۰	۴۲,۵ R
	≥ ۲۸۰۰	≥ ۶۰	≤ ۶۲,۵	≥ ۴۲,۵	≥ ۶۰	-	≥ ۵۲,۵	-	≥ ۱۰,۰	۵۲,۵ L <sup>الف</sup>
								-	≥ ۲۰,۰	۵۲,۵ N
								-	≥ ۳۰,۰	۵۲,۵ R
								-	≥ ۳۰,۰	
								-	≥ ۳۰,۰	
								-	≥ ۳۰,۰	
ISIRI ۱۱۷۹۰	EN 196-3	ISIRI ۳۹۰	ISIRI ۳۹۱	EN 196-3	ISIRI ۳۹۳			روش آزمون		

الف- این رده مقاومتی فقط برای سیمان‌های CEM III تعریف شده است.  
 ب- الزام نرمی برای سیمان‌های گروه ۳ کاربرد ندارد.  
 پ- این خصوصیت فقط برای سیمان CEM I-SR5 الزامی است و چنانچه محدودیت انقباض سولفات ۱۴ روزه رعایت شود، محدودیت C3A جدول ۴ در نظر گرفته نمی شود. بدیهی است انقباض مربوط به سیمان‌های CEM I-SR3 و CEM I-SR0 باید به مراتب کمتر از ۰,۰۴ درصد باشد، اما در حال حاضر معیار روشی برای آن ارائه نشده است.  
 ت- این الزام برای سیمان‌های گروه ۱ کاربرد ندارد.

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی

۵	۴	۳	۲	۱	
الزامات <sup>الف</sup>	رده مقاومتی	نوع سیمان	روش آزمون	خصوصیات	
≤ ۲,۰	همه رده‌ها	CEM I	EN 196-2	کسر وزن ناشی از حرارت (درصد)	
≤ ۵,۰		CEM III			
≤ ۱,۵	همه رده‌ها	CEM I	EN 196-2 <sup>ب</sup>	باقی مانده نامحلول <sup>ب</sup> (درصد)	
≤ ۵,۰		CEM III			
≤ ۳,۵	۳۲,۵ N ۳۲,۵ R ۴۲,۵ N	CEM I CEM II CEM IV CEM V	EN 196-2	میزان سولفات بر حسب SO <sub>3</sub> (درصد)	
≤ ۴,۰	۴۲,۵ R ۵۲,۵ N ۵۲,۵ R				
	همه رده‌ها				CEM II
	همه رده‌ها				
≤ ۰,۱۰ <sup>ج</sup>	همه رده‌ها	همه <sup>ج</sup>	EN 196-2	میزان کلرید (درصد)	
آزمون رضایت بخش باشد	همه رده‌ها	CEM IV	EN 196-5	پوزولانی بودن	

یادآوری- برای کاربرد سیمان در مناطق شور (در تماس با آب یا خاک شور) و کاربردهای بتن پیش تنیده، مقدار کلرید سیمان به ۰,۰۵ درصد محدود می گردد، بدیهی است خریدار می تواند بسته به شرایط مقدار کمتری درخواست نماید.  
 الف- الزامات ارائه شده، براساس درصد وزنی سیمان نهایی می باشد.  
 ب- باقی مانده نامحلول در اسید کلریدریک و کربنات سدیم تعیین می شود.  
 پ- سیمان CEM III ممکن است حاوی بیش تر از ۰,۱ درصد کلرید باشد اما در آن صورت پیشینه مقدار کلرید باید بر روی بسته بندی و یا برگه تحویل درج شود.

جدول ۴- الزامات اضافی برای سیمان‌های معمول مقاوم در برابر سولفات

۱	۲	۳	۴	۵
خصوصیات	روش آزمون	نوع سیمان	رده مقاومتی	الزامات الف
میزان سولفات برحسب SO <sub>3</sub> (درصد)	EN 196-2	CEM I-SR0 CEM I-SR3 CEM I-SR5 CEM I-SR10 CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	۳۲,۵ N ۳۲,۵ R ۴۲,۵ N	≤۳,۰
			۴۲,۵ R ۵۲,۵ N ۵۲,۵ R	≤۳,۵
میزان C <sub>3</sub> A در کلینگر (درصد)	EN 196-2	CEM I-SR0 CEM I-SR3 CEM I-SR5 CEM I-SR10	همه رده‌ها	صفر
				≤۳
				≤۵
				۵ ≤ C <sub>3</sub> A ≤ ۱۰
	۳-	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	≤۹	آزمون در ۸ روز حداقل ۱۰٪
الف- الزامات ارائه شده، براساس درصد وزنی سیمان نهایی یا کلینگر می‌باشد. ب- در حالت‌های خاص برای سیمان گروه یک ممکن است میزان کلینگر از آنالیز شیمیایی سیمان محاسبه شود. میزان C <sub>3</sub> A را باید از رابطه زیر محاسبه نمود: C <sub>3</sub> A=2.56A-1.69F پ- تا تدوین استاندارد روش آزمون تعیین C <sub>3</sub> A از کلینگر، باید میزان آن را بر مبنای کنترل تولیدات تعیین نمود.				

جدول ۵- خصوصیات، روش‌های آزمون و حداقل تواتر آزمون برای آزمون خود کنترلی توسط تولید کننده و روش ارزیابی آماری

خصوصیت	سیمان‌های مورد آزمون	روش آزمون ب	آزمون خود کنترلی		روش ارزیابی آماری	
			حداقل تواتر آزمون			
			روال عادی تولید	دوره اولیه تولید نوع جدیدی از سیمان		
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
مقاومت اولیه مقاومت استاندارد	همه	EN 196-1	هر هفته ۲ بار	هر هفته ۴ بار	x	
زمان گیرش اولیه	همه	EN 196-3	هر هفته ۲ بار	هر هفته ۴ بار	x	
سلامت	همه	EN 196-3	هر هفته ۱ بار	هر هفته ۴ بار	x	
کسر وزن ناشی از حرارت	CEM I, CEM II	EN 196-2	هر ماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	x	
باقی مانده نامحلول	CEM I, CEM II	EN 196-2	هر ماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	x	
میزان سولفات	همه	EN 196-2	هر هفته ۲ بار	هر هفته ۴ بار	x	
میزان کلرید	همه	EN 196-2	هر ماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	x	
میزان C <sub>3</sub> A در کلینگر <sup>۳</sup>	CEM I-SR0 CEM I-SR3 CEM I-SR5 CEM I-SR10	*EN 196-2	هر ماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	x	
	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	-				
پوزولانی بودن	CEM IV	EN 196-5	هر ماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	x	

باقی مانده نامحلول	CEM I, CEM II	EN 196-2	هرماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	× <sup>۱</sup>
میزان سولفات	همه	EN 196-2	هر هفته ۲ بار	هر هفته ۴ بار	× <sup>۲</sup>
میزان کلرید	همه	EN 196-2	هرماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	× <sup>۳</sup>
میزان C <sub>3</sub> A در کلینکر <sup>۴</sup>	CEM I-SR0 CEM I-SR3 CEM I-SR5 CEM I-SR10 CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	EN 196-2 <sup>۵</sup>	هرماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	× <sup>۴</sup>
پوزولانی بودن	CEM IV	EN 196-5	هرماه ۲ بار	هر هفته ۱ بار	×
گرمای هیدراته شدن	سیمان کم حرارت	EN 196-8 یا EN 196-9	هرماه ۱ بار	هر هفته ۱ بار	× <sup>۵</sup>
ترکیب	همه	- <sup>۶</sup>	هرماه ۱ بار	هر هفته ۱ بار	

الف- در جایی که استفاده از روش‌های EN 196 مجاز باشد، می‌توان از روش‌های دیگر استفاده کرد، مشروط بر آن‌که مقادیر و معادل با نتایج روش مرجع به دست آید.

ب- روش‌های مورد استفاده برای برداشت و آماده سازی نمونه‌ها باید مطابق استاندارد EN 196-7 باشد.

ب- اگر نتایج دارای توزیع نرمال نباشد، روش ارزیابی مورد به مورد انجام می‌شود.

ت- اگر تعداد نمونه‌ها در دوره کنترل حداقل یک نمونه در هفته باشد، ارزیابی را می‌توان براساس روش پیوسته انجام داد.

ث- هنگامی که هیچ‌یک از نتایج آزمون در یک دوره ۱۲ ماهه از ۵۰ درصد مقدار مشخصه تجاوز کند، این زمان آزمون می‌تواند به نوبه‌های یکبار کاهش یابد.

ج- روش آزمون تعیین میزان C<sub>3</sub>A سیمان نهایی، در کمیسیون TC51 اروپا در دست تدوین است.

چ- در مورد سیمان CEM I تعیین میزان C<sub>3</sub>A به روش تجزیه شیمیایی سیمان امکان‌پذیر است. میزان C<sub>3</sub>A در جدول ۱۶ محاسبه می‌شود.

ح- تا تدوین استاندارد روش آزمون تعیین C<sub>3</sub>A از کلینکر، باید میزان آن را براساس کنترل تولیدات کلینکر تعیین نمود.

د- روش مناسب توسط تولید کننده انتخاب می‌شود.



## کیفیت مصالح سنگی

- به دلیل اینکه احتمال دارد کیفیت سنگدانه‌های خریداری شده در مدت زمان اجرای یک پروژه تغییراتی داشته باشد، باید قبل از انبار کردن سنگدانه به نکات زیر توجه شود:
- ۱- مواد ریزدانه مضر در بسیاری از معادن شن و ماسه مشاهده می‌شود. آلودگی سنگدانه‌ها به این عناصر، سبب کاهش کارایی، افزایش جمع‌شدگی و کاهش مقاومت بتن می‌گردد.
- ۲- آلودگی سنگدانه‌ها به کلراید، سبب خوردگی میلگرد و آلودگی به سولفات، سبب ترک خوردگی و انقباض بتن می‌گردد.
- ۳- بعضی از انواع سنگدانه‌ها با قلیایی موجود در سیمان واکنش شیمیایی انجام می‌دهند و در نتیجه بتن، منبسط شده و تخریب می‌گردد.



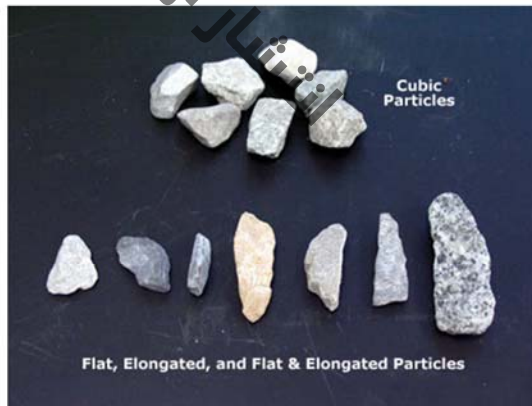
# سنگدانه



ارائه استناد نعلی به  
پیشرفته  
از کارشناسان تکنولوژی بتن

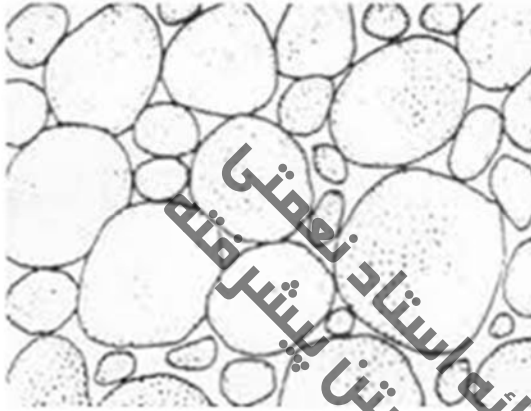


# سنگدانه





# سنگدانه



ارائه استاد نهضتی  
انتشار از کانال تکنولوژی بتن پیشرفته



INSO  
302  
3rd.Revision  
2015



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۳۰۲  
تجدیدنظر سوم  
۱۳۹۴

سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها

Concrete Aggregates - Specifications



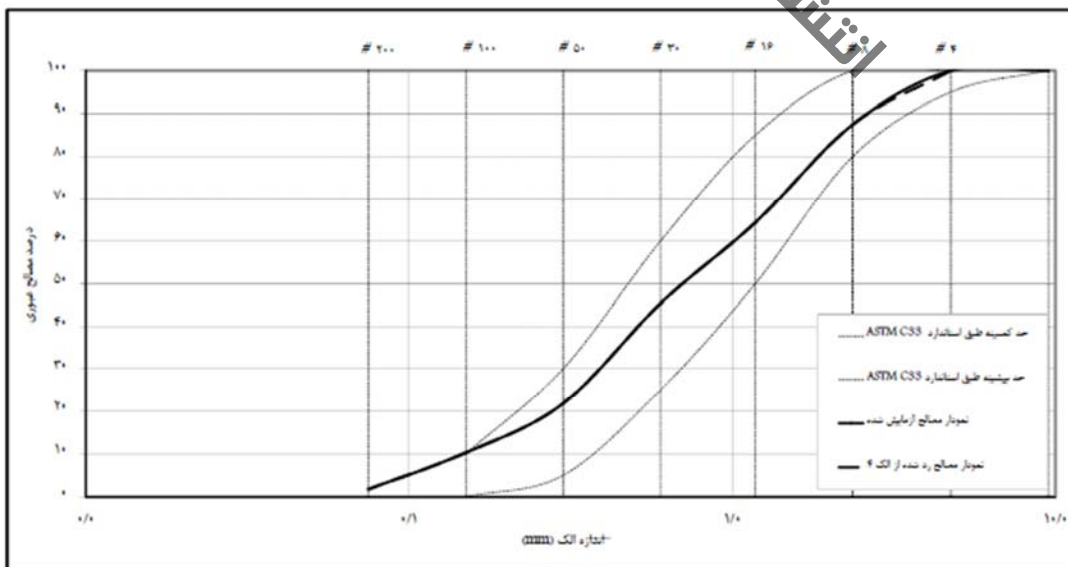
# سنگدانه

جدول ۱- الزامات دانه‌بندی و ضریب نرمی سنگدانه ریز (ماسه)

درصد جرمی عبور کرده		اندازه الک به میلی‌متر (نمره الک)
رده ۱	رده ۲	
۱۰۰	۱۰۰	۹,۵mm (۳/۸ اینچ)
۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰ تا ۸۹	۴,۷۵mm (نمره ۴)
۱۰۰ تا ۸۰	۱۰۰ تا ۶۰	۲,۳۶mm (نمره ۸)
۸۵ تا ۵۰	۸۰ تا ۳۰	۱,۱۸mm (نمره ۱۶)
۶۰ تا ۲۵	۵۰ تا ۱۵	۶۰۰ μm (نمره ۳۰)
۳۰ تا ۵	۳۰ تا ۱	۳۰۰ μm (نمره ۵۰)
۱۰ تا ۲	۱۰ تا ۰,۷۵	۱۵۰ μm (نمره ۱۰۰)
۰ تا ۰,۷۵	۰ تا ۰,۳	۷۵ μm (نمره ۲۰۰)
ضریب نرمی ۲		
۳,۸ تا ۲,۳	۳,۸ تا ۲,۳	ضریب نرمی



# سنگدانه



جدول ۳- الزامات دانه بندی سنگدانه درشت

شماره رده دانه-بندی	محدوده اندازه اسمی mm	درصد وزنی عبور کرده از هر الک												
		۱۰۰ mm	۹۰ mm	۷۵ mm	۶۳ mm	۵۰ mm	۳۷.۵ mm	۲۵ mm	۱۹ mm	۱۲.۵ mm	۹.۵ mm	۴.۷۵ mm	۲.۳۶ mm	۱.۱۸ mm
۱	۳۷.۵ تا ۹۰	۱۰۰	۹۰	-	۶۳ تا ۲۵	-	۱۵ تا ۵	-	۵ تا ۰	-	-	-	-	-
۲	۳۷.۵ تا ۶۳	-	-	۱۰۰	۹۰ تا ۷۰	۱۰۰	۱۵ تا ۵	-	۵ تا ۰	-	-	-	-	-
۳	۲۵ تا ۵۰	-	-	-	۱۰۰	۹۰ تا ۷۰	۱۵ تا ۵	-	۵ تا ۰	-	-	-	-	-
۳۵۷	۴.۷۵ تا ۵۰	-	-	-	۱۰۰	۹۵ تا ۱۰۰	۷۰ تا ۳۵	-	۱۰ تا ۳۰	-	۵ تا ۰	-	-	-
۴	۱۹ تا ۳۷.۵	-	-	-	-	۱۰۰	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰ تا ۱۵	-	۵ تا ۰	-	-	-
۴۶۷	۴.۷۵ تا ۳۷.۵	-	-	-	-	۱۰۰	۱۰ تا ۹۵	-	۱۰ تا ۳۵	-	۵ تا ۰	-	-	-
۵	۱۲.۵ تا ۲۵	-	-	-	-	-	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	۱۰ تا ۳۰	۵۵	۵ تا ۰	-	-	-
۵۶	۲۵ تا ۹.۵	-	-	-	-	-	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	۱۰ تا ۴۰	۸۵	۱۵ تا ۰	-	-	-
۵۷	۴.۷۵ تا ۲۵	-	-	-	-	-	۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰	۱۰ تا ۲۵	۶۰	۵ تا ۰	-	-	-
۶	۱۹ تا ۹.۵	-	-	-	-	-	-	-	۱۰ تا ۹۰	۵۵	۱۵ تا ۰	-	-	-
۶۷	۴.۷۵ تا ۱۹	-	-	-	-	-	-	-	۱۰ تا ۹۰	۵۵	۱۵ تا ۰	-	-	-
۷	۴.۷۵ تا ۱۲.۵	-	-	-	-	-	-	-	۱۰ تا ۱۰۰	۷۰	۱۵ تا ۰	-	-	-
۸	۲.۳۶ تا ۹.۵	-	-	-	-	-	-	-	۱۰ تا ۱۰۰	۸۵	۱۰ تا ۰	-	-	-



سنگدانه

جدول ۲- مواد زبان آور در سنگدانه ریز (ماسه) برای بتن

روش آزمون	حداکثر مجاز (درصد جرمی)	نوع	
طبق استاندارد ملی ۴۹۷۸	۳.۰	کلوخته های رسی و ذرات سست	
طبق استاندارد ملی ۴۹۸۴	۰.۵	جایی که سطح ظاهری بتن مهم است	
	۱.۰	سایر انواع بتن	
طبق استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	۰.۰۲	کلریدهای محلول در آب <sup>الف</sup>	
	۰.۰۴	(برای سنگدانه بتن مسلح)	
	۱.۰	سولفات قابل	سنگدانه کوره آهن گدازی
	۰.۸	حل در اسید	سایر سنگدانه ها
	۲.۰	سولفور کل	سنگدانه کوره آهن گدازی
	۱.۰	سایر سنگدانه ها	

<sup>الف</sup> برای شرایط مهاجم کلریدی حداکثر مجاز ۰.۰۲ درصد می باشد. در صورتی که شرایط مهاجم کلریدی وجود نداشته باشد یا حد نباشد، حد ۰.۰۴ قابل قبول است. در صورتی که مقدار کلرید هر یک از سنگدانه ها از حدود مشخص شده بالاتر باشد، مصرف کننده لازم است طبق مشخصات فنی پروژه یا آیین نامه های ذیربط مجموع را کنترل کند.

<sup>ب</sup> بند ۲-۷ را نیز ببینید.



جدول ۴- مواد زیان آور در سنگدانه درشت (شن) برای بتن

روش آزمون	حداکثر مجاز (درصد جرمی)	نوع
طبق استاندارد ملی ۴۴۶	۱٫۰	مواد ریزتر از الک ۷۵µm
طبق استاندارد ملی ۴۹۷۸	۲٫۰	کلوخه‌های رسی و ذرات سست
طبق استاندارد ملی ۴۹۸۴	۳٫۰	چرت (با وزن مخصوص ذرات اشباع با سطح خشک کم‌تر از ۲٫۴)
طبق استانداردهای ملی ۴۹۷۸ و ۴۹۸۴	۳٫۰	مجموع کلوخه‌های رسی و ذرات سست و چرت
طبق استاندارد ملی ۴۹۸۴	۰٫۵	ذغال سنگ و لیگنیت
طبق استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	۰٫۲	کلریدهای محلول در آب ۳ (برای سنگدانه بتن مسلح)
	۰٫۴	Cl <sub>0.02</sub> Cl <sub>0.04</sub>
طبق استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	۱٫۰	سولفات قابل حل در اسید
	۰٫۸	سولفات قابل حل در اسید
	۲٫۰	سولفور کل
	۱٫۰	سولفات قابل حل در اسید

الف- این حد در هر یک از حالات زیر قابل افزایش است:

- اگر مواد ریزتر از الک ۷۵µm، اساساً عاری از رس یا شیل باشد، این حد به ۱٫۵ درصد می‌تواند افزایش یابد؛ یا

- اگر مشخص شده است که منبع سنگدانه ریز مورد مصرف در بتن دارای مواد ریزتر از الک ۷۵µm کمتر از حداکثر مجاز برای سنگدانه ریز (جدول ۱) است، در این صورت حداکثر مجاز ریزتر از الک ۷۵µm (L) تا حد  $L=1+[P/(100-P)](T-A)$  مجاز خواهد شد؛ که در آن P درصد ماسه در بتن به صورت درصدی از کل سنگدانه، T حد مقدار مجاز در سنگدانه ریز (طبق جدول ۱) و A مقدار ماسه ریزتر از الک ۷۵µm موجود در سنگدانه ریز است، طبق این محاسبه مقدار حداکثر مجاز ریزتر از الک ۷۵µm در سنگدانه درشت (شن) طوری تعیین می‌شود که مجموع این مواد در بتن از مقدار موجود برای حالتی که هم سنگدانه ریز و هم سنگدانه درشت (شن) مقدار حداکثر مجاز ریزتر از الک ۷۵µm را دارا هستند بیش‌تر نشود.

۳- برای شرایط مهیاجم کلریدی حداکثر مجاز ۰٫۲ درصد می‌باشد. در صورتی که شرایط مهیاجم کلریدی وجود نداشته باشد یا حد نباشد حد ۰٫۴ قابل قبول است. در صورتی که مقدار کلرید هر یک از سنگدانه‌ها از حدود مشخص شده بالاتر باشد، معرف کننده لازم است طبق مشخصات فنی پروژه یا آیین‌نامه‌های ذیربط مجموع را کنترل کند.

۳- بند ۲-۷ را نیز ببینید.



جدول ۱۵- آزمون‌ها و استانداردهای روش آزمون

نوع (الزامی/اختیاری)	استاندارد مرجع	نام آزمون
الزامی	استاندارد ملی ۱۱۲۶۷	نمونه‌برداری
الزامی	استاندارد ملی ۷۱۴۶	کاهش دادن مقدار نمونه‌ها به اندازه مورد نیاز برای انجام آزمون
الزامی	استاندارد ملی ۴۹۷۷	دانه‌بندی
الزامی	استاندارد ملی ۴۴۶	مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر
الزامی	استاندارد ملی ۴۹۷۸	کلوخه‌های رسی و ذرات سست
الزامی	استاندارد ملی ۴۹۸۴	ذغال سنگ و لیگنیت، چرت (ذرات سبک)
الزامی	استاندارد ملی ۴۹۷۹	ناخالصی‌های آلی
الزامی	استاندارد ملی ۴۴۹	سلامت سنگدانه
الزامی	استاندارد ملی ۱۱۲۶۹	دانه‌های هم‌پهن و هم‌دراز
الزامی	استاندارد ملی ۱۱۵۶۸	درصد شکستگی
الزامی	استاندارد ملی ۴۴۸ یا ۸۴۴۷	سایش لس آنجلس
الزامی	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	ترکیبات حاوی سولفور

جدول ۱۵- ادامه

نام آزمون	استاندارد مرجع	نوع (الزامی/اختیاری)
کلریدهای محلول در آب	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	الزامی
درصد فضای خالی سنگدانه‌های ریز غیرمترکم	استاندارد ASTM C1252	الزامی
چگالی و جذب آب سنگدانه‌های ریز یا سنگدانه‌های درشت	استاندارد ملی ۴۹۸۰ یا ۴۹۸۲	اختیاری
چگالی توده‌ای	استاندارد BS EN 1097-3	اختیاری
مواد واکنش‌زا	پیوست پ	اختیاری
سنگ‌نگاری	استاندارد BS EN 932-3	اختیاری
مقاومت در برابر شکست (عدد ضربه)	استاندارد BS EN 1097-2	اختیاری
مقاومت در برابر سایش میکرودوال	استاندارد ملی ۱-۱۴۸۷۴	اختیاری
مقاومت در برابر صیقلی شدن (عدد صیقلی شدن سنگ)	استاندارد ملی ۸-۱۴۸۷۴	اختیاری
مقاومت در برابر خراش سطحی (عدد خراش سنگدانه)	استاندارد ملی ۸-۱۴۸۷۴	اختیاری
مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن	استاندارد ملی ۹-۱۴۸۷۴	اختیاری
مقدار کربنات	استاندارد BS EN 196-21	اختیاری
مقاومت سنگدانه درشت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن	استاندارد ملی ۱۷۰۱۳۲	اختیاری
جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن	استاندارد ملی ۴-۱۲۶۱۳	اختیاری
فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	اختیاری
فروپاشیدگی آهن	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	اختیاری

جدول الف۱ - آزمون‌های کنترل تولید برای ویژگی‌های کلی

ردیف	مورد/ خصوصیت	روش آزمون	حداقل تواتر آزمون <sup>الف</sup>
۱	تجهیزات تولید	بررسی چشمی	روزانه
۲	منبع مواد (بازرسی مواد ورودی)	بررسی چشمی	هر محموله
۳	دانه‌بندی	استاندارد ملی ۴۹۷۷	روزانه
۴	مواد ریزتر از الک ۰.۰۷۵	استاندارد ملی ۴۴۶	
۵	کلوخه‌های رسی و گرات سست	استاندارد ملی ۴۹۷۸	هر هفته یک‌بار
۶	دانه‌های هم‌پهن و هم‌دراز (سنگدانه درشت)	استاندارد ملی ۱۱۲۶۹	
۷	درصد شکستگی	استاندارد ملی ۱۱۵۶۸	
۸	کلریدهای محلول در آب	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	هر شش ماه یک‌بار و در حالتی که تغییری در مواد اولیه ورودی (مثل تغییر معدن تامین کننده مواد اولیه) مشاهده شود.
۹	ترکیبات حاوی سولفور	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	
۱۰	مواد آلی (سنگدانه ریز)	استاندارد ملی ۴۹۷۹	
۱۱	ذرات سبک	استاندارد ملی ۴۹۸۴	
۱۲	سایش لس‌آنجلس (سنگدانه درشت)	استاندارد ملی ۴۴۸ یا ۸۴۴۷	
۱۳	سلامت سنگدانه	استاندارد ملی ۴۴۹	
۱۴	چگالی دانه‌ها و جذب آب	استانداردهای ملی ۴۹۸۰ یا ۴۹۸۲	
۱۵	سنگ‌نگاری <sup>ب</sup>	استاندارد BS EN 932-3	
۱۶	آزمون‌های واکنش‌زایی سنگدانه قلیایی <sup>ب</sup>	پیوست پ	هر سه سال یک بار و در حالتی که تغییرات عمده‌ای در منبع تولید مشاهده شود.



## بازرسی و کنترل کیفیت اجزاء بتن

ردیف	نوع مصالح	بازرسی - آزمایش	هدف	دوره بازرسی و آزمایش
۱	سیمان <sup>۱</sup>	بازرسی اسناد تحویل سیمان به کارگاه و تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی سیمان	انطباق محموله سیمان با سفارش خرید و کنترل مشخصات کارخانه سیمان <sup>۲</sup>	به ازای هر محموله تحویلی به کارگاه
۲	سنگدانه‌ها <sup>۳</sup>	بازرسی اسناد تحویل سنگدانه‌ها به کارگاه	انطباق محموله سیمان با سفارش خرید و کنترل مشخصات کارخانه تولیدکننده	به ازای هر محموله تحویلی به کارگاه
۳		بازرسی وضعیت ظاهری سنگدانه‌ها	بررسی وضعیت ظاهری از لحاظ اندازه، شکل دانه‌ها و ناخالصی‌های آن	به ازای هر محموله تحویلی به کارگاه
۴		آزمایش دانه‌بندی	مقایسه نتایج آزمایش با ضوابط استاندارد و الزامات مربوط به دانه‌بندی	۱- اولین محموله از منبع یا معدن جدید ۲- در صورت مشکوک بودن پس از هر بازرسی عینی ۳- روزانه یکبار
۵		آزمایش تعیین ارزش ماسه‌ای	مقایسه نتایج آزمایش با ضوابط استاندارد و الزامات مربوطه	مطابق ضوابط استاندارد و الزامات ۱- اولین محموله و ۲- بالا در همین ستون و ۳- مطابق ضوابط استاندارد و الزامات ۴- مطابق ضوابط استاندارد و الزامات
۶		آزمایش تعیین مواد زیان‌آور	تعیین مقدار مواد زیان‌آور در سنگدانه‌ها و نوع آن	مطابق ضوابط استاندارد و الزامات ۱- اولین محموله و ۲- بالا در همین ستون
۷		آزمایش تعیین درصد رطوبت	تعیین میزان آب در مخلوط بتن	روزانه یکبار و کار موارد لازم <sup>۴</sup>
۸		آزمایش وزن مخصوص	اندازه‌گیری وزن واحد حجم	مطابق ضوابط استاندارد و الزامات ۱- اولین محموله و ۲- بالا در همین ستون

۱- حداقل ماهی یکبار و یا بازای هر ۱۰۰ تن سیمان، هر کدام زودتر اتفاق افتاد، و به ازای هر نوع سیمان، نمونه‌گیری و تست مورد آزمایش قرار گیرد. در ضمن به ازای هر محموله سیمان تحویل شده به کارگاه لازم است، حداقل پنج کیلوگرم نمونه تهیه و به نحو مناسب علامت‌گذاری و در مدت ۴ ماه نگهداری شود. در صورت لزوم مورد آزمایش قرار گیرد.  
۲- برای هر محموله وارد شده به کارگاه، مشخصات کارخانه و نوع سیمان باید در برگه تحویل ثبت شده باشد.  
۳- برای هر تغییر معدن یا منبع سنگدانه وارد شده به کارگاه باید اطلاعاتی در مورد حداکثر میزان کلرید، سولفات و سولفات (SO<sub>3</sub>) بتن در آب موجود در مصالح و خم - چنین قابلیت و حساسیت احتمالی سنگدانه نسبت به واکنش‌زایی قلیایی، مشخص شود.



## آب

### نقش آب در بتن:

- ۱- سیمان در مجاورت آب شروع به فعل و انفعالات شیمیایی برای سخت شدن و بهم چسبانیدن دانه‌ها می‌نماید.
- ۲- آب سطح جانبی دانه‌ها را تر نموده و به اصطلاح آنها را روغن کاری می‌نماید و باعث می‌شود که دانه‌ها روی هم بلغزند و در کنار یکدیگر قرار گیرند.
- ۳- برای آنکه کل توده بتن به راحتی قالب خود را پر نموده و کاملاً به شکل قالب خود درآید تا حداکثر تراکم در آن ایجاد شود و بعبارت دیگر برای آنکه بتن کارپذیری داشته باشد، باید به اندازه کافی روان باشد که این روانی باید بوسیله آب تأمین گردد



TABLE 1 Performance Requirements for Mixing Water

	Limits
Compressive strength, min % control at 7 days <sup>A</sup>	90
Time of setting, deviation from control, h: min <sup>A</sup>	From 1:00 earlier to 1:30 later

ارائه استناد نعهنی  
انتشار از کتاب تکنولوژی بتن پیشرفته



TABLE 2 Optional Chemical Limits for Combined Mixing Water

	Limits
Maximum concentration in combined mixing water, ppm <sup>B</sup>	
A. Chloride as Cl <sup>-</sup> , ppm	
1 in prestressed concrete, bridge decks, or otherwise designated	500 <sup>C</sup>
2 other reinforced concrete in moist environments or containing aluminum embedments or dissimilar metals or with stay-in-place galvanized metal forms	1000 <sup>C</sup>
B. Sulfate as SO <sub>4</sub> , ppm	3000
C. Alkalies as (Na <sub>2</sub> O + 0.658 K <sub>2</sub> O), ppm	600
D. Total solids by mass, ppm	50 000



## بازرسی و کنترل کیفیت اجزاء بتن

ردیف	نوع مصالح	بازرسی - آزمایش	هدف	دوره بازرسی و آزمایش
۱۵	آب	آزمایش نمونه شیمیایی بر اساس استاندارد مربوطه	اطمینان از عدم وجود ناخالصی‌های زیان‌آور در آب	فقط وقتی که آب از منابع آب شرب عمومی نبوده و یا وقتی که آب از منابع جدید تهیه شده و مورد تردید باشد.
۱۶		آزمایش عملت بر اساس استاندارد مربوطه	برای مقایسه نتایج حاصل از آزمایش‌های استاندارد با آب مصرفی و آب مقطر	به شرح مورد بالا در همین ستون

ارائه استناد نفعنی  
انتشار از کانال تکنولوژی بتن پیشرفته



# استاندارد ۲۹۳۰



INSO  
2930-1  
1st.Edition  
Jan.2014



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران  
Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۲۹۳۰-۱  
چاپ اول  
بهمن ۱۳۹۲

افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت ۱:  
الزامات مشترک

Admixtures for Concrete, Mortar and  
Grout - Part 1: Common Requirements

ارائه استاندارد نهایی  
انتشار از کانال تکنولوژی بتن پیشرفته



جدول ۱- الزامات عمومی

ردیف	ویژگی	روش آزمون	الزامات
۱	یکنواختی <sup>الف</sup>	چشمی	در هنگام استفاده باید یکنواخت باشد. جداسدگی آن نباید بیشتر از حد اعلام شده توسط تولید کننده باشد.
۲	رنگ <sup>الف</sup>	چشمی	یکنواخت و مشابه با توصیف اظهار شده توسط تولیدکننده باشد.
۳	ترکیب مونتر <sup>الف</sup>	استاندارد ملی ۶-۸۱۱۷-۳	هنگامی که طیف مادون قرمز با طیف مرجع ارایه شده توسط تولیدکننده مقایسه شود، تغییر بااهمیتی نشان ندهد.
۴	چگالی خالص <sup>الف</sup> (فقط برای افزودنی‌های مایع)	استاندارد ملی ۳-۲۶۴۶	چگالی بیان شده توسط تولیدکننده را <b>D</b> فرض می‌کنیم: - اگر $D > 1,1 \text{ kg/l}$ باشد: چگالی اندازه‌گیری شده باید $(D \pm 0,03) \text{ kg/l}$ باشد؛ - اگر $D \leq 1,1 \text{ kg/l}$ باشد: چگالی اندازه‌گیری شده باید $(D \pm 0,02) \text{ kg/l}$ باشد.
۵	مقدار ماده خشک <sup>الف</sup> (درصد جرمی)	استاندارد ملی ۸-۸۱۱۷-۳	مقدار بیان شده توسط تولیدکننده را <b>T</b> و مقدار اندازه‌گیری شده را <b>X</b> فرض می‌کنیم، - اگر $T \geq 20\%$ باشد: $0,95T \leq X \leq 1,05T$

جدول ۱- ادامه

ردیف	ویژگی	روش آزمون	الزامات
			اگر $T < 2\%$ باشد: $1,10 \cdot T \leq X \leq 0,90$
۶	مقدار pH <sup>الف</sup> (فقط برای افزودنی‌های مایع)	استاندارد ملی ۳۱۷۸-۱۸	مقدار اندازه‌گیری شده در محدوده $\pm 1$ نسبت به مقدار بیان شده توسط تولیدکننده و یا در درون گستره‌ی بیان شده توسط تولیدکننده باشد.
۷	کلر <sup>ا</sup> کل‌اصح	استاندارد ملی ۹۱۶	کمتر یا مساوی ۰,۱۰ درصد جرمی باشد <sup>ب</sup> و یا این‌که بیش‌تر از مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.
۸	کلرید محلول در آب <sup>ف</sup>	استاندارد ملی ۸۱۱۷-۱۰	کمتر یا مساوی ۰,۱۰ درصد جرمی باشد <sup>ب</sup> و یا این‌که بیش‌تر از مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.
۹	قلیایی (معادل سدیم اکسید) <sup>ف</sup> - درصد جرمی	استاندارد EN 480-12	بیش‌تر از مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.
۱۰	رفتار خوردگی	استاندارد EN 480-14	بند ۵ را ببینید.
۱۱	مقدار سیلیسیم دی‌اکسید <sup>ج</sup>	استاندارد ملی ۱۶۹۲	بیش‌تر از ماکسیمم مقدار بیان شده توسط تولیدکننده نباشد.

الف- این مقادیر را باید تولید کننده مشخص کرده و به صورت اطلاعات فنی به مصرف کننده ارائه کند.  
 ب- اگر استاندارد ۸۱۱۷-۶ مناسب نباشد، تولیدکننده باید یک استاندارد روش آزمون جایگزین را مشخص کند.  
 پ- استاندارد ۲۶۴۶ روش مرجع است. روش دیگر ممکن است به کار برده شود در صورتی که بتواند نشان داده شود نتایج مشابه با استاندارد ۲۶۴۶ را می‌دهد.  
 ت- اگر روش استاندارد ۸۱۱۷-۸ مناسب نباشد، تولیدکننده باید یک استاندارد روش آزمون جایگزین را مشخص کند.  
 ث- در صورتی که مقدار کلرید کمتر یا مساوی ۰,۱۰ درصد جرمی باشد، ممکن است افزودنی تحت‌عنوان «بدون کلرید» توصیف شود.  
 ج- اگر مقدار کلرین کل و کلرید محلول در آب اختلاف زیادی با هم نداشته باشند، توصیه می‌شود در آزمون‌های بعدی فقط کلرید محلول در آب تعیین شود.  
 چ- روش استاندارد ۹۱۶ باید طبق موارد زیر اصلاح شود:  
 - افزایش اندازه‌ی نمونه به روش ب تا ۰,۱ گرم از افزودنی خشک؛  
 - استفاده از محلول‌های ۰,۱ نرمال نقره نیترات و آمونیم تیوسیانات.  
 ح- مقدار سیلیسیم دی‌اکسید فقط زمانی الزامی است که سیلیس (جدول الف) عنوان یک ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی افزودنی بوده و مقدار آن نیز بیش از ۵ درصد جرمی افزودنی باشد.  
 خ- این الزام به ماسه‌ی طبیعی اعمال نمی‌شود.

جدول ۱- الزامات عملکردی برای انواع اختصاصی افزودنی‌ها

بند اصطلاحات و تعاریف	نام افزودنی	الزامات عملکردی
۲-۲-۳	ماده افزودنی کاهنده آب/ روان کننده	جدول ۲
۳-۲-۳	ماده افزودنی فوق کاهنده آب/ فوق روان کننده	جدول ۱-۳ و ۲-۳
۴-۲-۳	ماده افزودنی نگه‌دارنده آب	جدول ۴
۵-۲-۳	ماده افزودنی حباب‌هواساز	جدول ۵
۶-۲-۳	ماده افزودنی زودگیر کننده	جدول ۶
۷-۲-۳	ماده افزودنی زودسخت کننده (تسریع کننده زمان سخت شدگی)	جدول ۷
۸-۲-۳	ماده افزودنی دیرگیر کننده	جدول ۸
۹-۲-۳	ماده افزودنی کاهنده میزان جذب آب	جدول ۹
۱۰-۲-۳	ماده افزودنی کاهنده آب/ روان کننده/ دیرگیر کننده	جدول ۱۰
۱۱-۲-۳	ماده افزودنی فوق کاهنده آب/ فوق روان کننده/ دیرگیر کننده	جدول ۱-۱۱ و ۲-۱۱
۱۲-۲-۳	ماده افزودنی کاهنده آب/ روان کننده/ زودگیر کننده	جدول ۱۲
۱۳-۲-۳	ماده افزودنی اصلاح‌کننده‌ی گرانی	جدول ۱۳

جدول ۲- الزامات اختصاصی مواد افزودنی کاهنده آب / روان کننده (با روانی برابر)

ردیف	خواص	بتن شاهد	روش آزمون	الزامات
۱	کاهش آب	بتن شاهد I استاندارد ملی ۸۱۱۷	اسلامپ: استاندارد ملی ۲-۳۲۰۳ یا جریان: EN12350-5	میزان کاهش آب مخلوط آزمایشی نباید کم‌تر از پنج درصد در مقایسه با آب مخلوط کنترل باشد.
۲	مقاومت فشاری	بتن شاهد I استاندارد ملی ۸۱۱۷	استاندارد ملی ۳۲۰۶	مقاومت فشاری ۷ روزه و ۲۸ روزه‌ی مخلوط آزمایشی نباید کم‌تر از ۱۱۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد.
۳	مقدار هوای بتن تازه	بتن شاهد I استاندارد ملی ۸۱۱۷	استاندارد ملی ۳۵۲۰	مقدار هوای مخلوط آزمایشی حداکثر دو درصد حجمی می‌تواند بیش از مقدار هوای مخلوط کنترل باشد، مگر آن‌که تولیدکننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

جدول الف-۱- حداقل توان آزمون‌ها برای کنترل تولید کارخانه‌ای

اصلاح کننده‌ی گرانروی	کاهنده آب / روان کننده / زودگیر کننده	فوق کاهنده آب / فوق روان کننده / دیرگیر کننده	کاهنده آب / روان کننده / دیرگیر کننده	کاهنده جذب آب	دیرگیر کننده	تسریع کننده زمان سخت شدن	زودگیر کننده	حباب مولد	نگهدارنده آب	فوق کاهنده آب / فوق روان کننده	کاهنده آب / روان کننده	آزمون‌ها
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	یکبار
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	چگالی نسبی (فقط برای مایعات) <sup>۱</sup>
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	مقدار مواد خشک <sup>۲</sup>
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	مقدار pH (فقط برای افزودنی‌های مایع)
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	مقدار کلرید (Cl <sup>-</sup> ) <sup>۳</sup>
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	مقدار قلیایی
	A	A	A							A	A	کاهش آب
		A									A	افزایش روانی
		A									A	روانی تاخیری
	A	A	A	A		A						زمان گیرش
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	A	۱	۱	۱	۱	مقدار هوای بتن تازه
								A				آب انداختگی
								۱				تخلخل (میزان هوای) خواسته در بتن سخت شده
۱	۱	۱	۱	۱	۱	A	۱	۱	۱	۱	۱	مقاومت فشاری
				A								جذب مویینه
۱												جدایش جزیی

اعداد درج شده در این جدول، حداقل تعداد آزمون‌ها در سال و بخش شده براساس تولید است؛ اگر دفعات تولید کمتر است، تمامی بهره‌ها باید آزمون شود.  
 A: متوسط تعداد آزمون‌ها برای هر ۵۰۰ تن تولید یکبار و حداقل دویار در سال است.  
 B: به‌طور متوسط برای هر پیمانانه یکبار آزمون انجام شود.  
 الف: برای کنترل تولید کارخانه‌ای، ماده افزودنی فوق کاهنده آب، فوق روان کننده ممکن است آزمون در حالت کاهش آب یا افزایش روانی انجام شود.  
 ب: برای کنترل تولید کارخانه‌ای، ماده افزودنی زودگیر کننده و ماده افزودنی کاهنده جذب آب، آزمون ۹۰ روزه ممکن است انجام نشود.  
 پ: برای کنترل تولید کارخانه‌ای چگالی و مقدار مواد خشک، روش‌های آزمون دیگری غیر از روش‌های درج شده در جدول ۱ استاندارد ملی ۲۹۲۰۰-۱ ممکن است به‌کار برده شود، در صورتی که یک همبستگی بین روش به‌کار رفته و روش مشخص شده اثبات شده باشد.  
 ت: اگر مقدار کلرید با مقدار کلرید تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، این تعداد آزمون‌ها باید انجام شود.  
 یادآوری: نیاز نیست که ترکیب موثر (الایز مادون فرمز) در برنامه کنترل تولید کارخانه‌ای باشد، این مورد در آزمون اولیه‌ی نوع قرار دارد.





## بازرسی و کنترل کیفیت اجزاء بتن

ردیف	نوع مصالح	بازرسی - آزمایش	هدف	دوره بازرسی و آزمایش
۹	افزودنی‌های شیمیایی <sup>۵</sup>	بازرسی اسناد تحویل مواد به کارگاه و برجسب روی بسته‌بندی‌ها و انجام آزمایش‌های استاندارد	اطمینان از انطباق مواد یا سفارش خرید و همچنین علامت و نشانه‌های روی بسته‌بندی‌ها و مقایسه نتایج آزمایش با ویژگی‌های درج شده در استانداردهای مربوطه	په ازاء هر محموله وارد شده به کارگاه
۱۰		بازرسی و مشاهده وضعیت ظاهری افزودنی‌ها	مقایسه با شرایط ظاهری	برای هر محموله و در موارد لازم به تشخیص کارشناس مربوطه
۱۱		آزمایش وزن واحد حجم و عدد PH	برای مقایسه با ویژگی اعلام شده توسط تولیدکننده	تشخیص کارشناسی مربوطه
۱۲	افزودنی‌های امولسیون <sup>۵</sup>	بازرسی اسناد تحویل مواد به کارگاه	اطمینان از انطباق مواد یا سفارش خرید و نام کارخانه تولیدکننده مواد به شرح ثبت شده در سفارش	په ازاء هر محموله وارد شده به کارگاه
۱۳	افزودنی‌ها (پودر) <sup>۵</sup>	آزمایش وزن واحد حجم	اطمینان از یکپارچگی مواد	په ازاء هر محموله وارد شده به کارگاه
۱۴	افزودنی‌ها (بصورت پودر) <sup>۵</sup>	بازرسی اسناد تحویل مواد به کارگاه	اطمینان از انطباق مواد یا سفارش خرید از نظر نوع کیفیت و نام کارخانه تولیدکننده در برگه سفارش	په ازاء هر محموله وارد شده به کارگاه

۵- از هر محموله ماده افزودنی وارد شده به کارگاه، باید نمونه‌گیری شده و ضمن نگهداری نمونه‌ها در صورت لزوم، در روزهای آتی آنها آزمایش‌های لازم بعمل آید.



## بازرسی و کنترل تجهیزات ساخت بتن

### کنترل و بازرسی تجهیزات ساخت بتن

ردیف	شرح تجهیزات	نوع بازرسی - آزمایش	هدف	زمان تکرار
۱	دبوی مصالح، سیلو و غیره	بازرسی عینی	حصول اطمینان از انطباق با موارد مورد نیاز	یکبار در هفته
۲	تجهیزات مربوطه به اندازه‌گیری	بازرسی عینی از نحوه کارکرد	اطمینان از اینکه تجهیزات مربوطه به اندازه‌گیری وزن بطور صحیح عمل می‌نمایند	روزانه
۳		آزمایش دقت اندازه‌گیری وزن	حصول اطمینان از دقت مورد نظر	۱- در مرحله نصب ۲- بطور متناوب، بنابه تشخیص دستگاه نظارت
۴	دستگاه اندازه‌گیری و توزین ماده افزودنی	بازدید عینی از نحوه کارکرد	حصول اطمینان از اینکه دستگاه اندازه‌گیری و توزین تمیز است و با دقت عمل می‌نمایند	برای اولین پیمانچه هر ماده افزودنی در هر روز
۵		آزمایش دقت	اجتناب از توزیع غیریکپارچگی	۱- در مرحله نصب ۲- بطور ماهانه پس از نصب ۳- در موارد ترمیم و بنابه تشخیص دستگاه نظارت
۶	آب سنج	مقایسه مقدار واقعی با مقدار قرائت شده روی درجه دستگاه اندازه‌گیری	حصول اطمینان از دقت مورد نظر	بشرح موارد ۱ و ۲ بالا در همین ستون
۷	تجهیزات اندازه‌گیری مداوم میزان رطوبت سنگدانه‌های ریز	مقایسه مقدار واقعی با مقدار قرائت شده روی درجه دستگاه اندازه‌گیری	حصول اطمینان از دقت مورد نظر	بشرح موارد ۱ و ۲ بالا در همین ستون
۸	سیستم پیمانچه و مخلوط کردن	بازدید عینی	حصول اطمینان از دقت پیمانچه کردن	بشرح موارد ۱ و ۲ بالا در همین ستون
۹		مقایسه جرم واقعی مواد تشکیل دهنده مخلوط با جرم مورد نظر بر اساس یک روش مناسب	حصول اطمینان از اینکه سیستم پیمانچه و مخلوط کردن درست کار می‌کند	روزانه
۱۰	وسایل آزمایش	آزمایش‌های لازم مطابق با استانداردها یا سایر مقررات	کنترل انطباق	برحسب نوع وسایل آزمایش بطور مرتب، اما حداقل سالی یکبار
۱۱	مخلوط‌کن (از جمله کامیون‌های مخلوط‌کن و حمل بتن)	بازدید عینی	کنترل فرسودگی تجهیزات مخلوط‌کن	ماهانه



## مشخصات بتن تازه

□ بتن تازه معمولاً از نظر انطباق با طرح اختلاط (روانی، نسبت آب به سیمان، مقدار و دانه‌بندی سنگدانه، درصد حباب هوای بتن، عیار سیمان و وزن مخصوص) و یا یکنواختی پس از اختلاط و حمل، مورد بررسی و کنترل قرار می‌گیرد.

□ برای کنترل کیفی بتن تازه، علاوه بر بررسی چشمی و نظری آن در طول ساخت و کنترل یکنواختی، روانی و دانه‌بندی، لازم است هر روز حداقل یکبار و یا در صورت بروز تغییراتی که به صورت نظری مشهود است به دفعات متعدد طبق دستورالعمل‌های استاندارد از بتن نمونه‌برداری کرد.

ارائه استناد نعننی  
انتشار از کانال تکنولوژی بتن پیشرفته



## مشخصات بتن سخت شده

□ یکی از مهم‌ترین مشخصات بتن سخت‌شده، مقاومت فشاری آن است. مقاومت فشاری بتن باید با ضوابط پذیرش کنترل شود.

□ در صورت استفاده از بتن با مشخصات ویژه، مثلاً تأمین یک یا چند مورد از پارامترهای دوام، کنترل دوام آن نیز اجباری است.



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- روانی (اسلامپ)

□ روانی بتن باید با روانی مندرج در طرح مخلوط بتن مقایسه گردد. معمولاً در طرح‌های مخلوط بتن، مقدار روانی قید می‌شود. لازم است در هر طرح مخلوط، متوسط اسلامپ بتن و یا حداکثر مجاز آن قید شود. مسلماً میزان اسلامپ باید به همراه فاصله زمانی از اختلاط ارائه گردد، زیرا اسلامپ بتن به شدت تابع شرایط ساخت بتن و طرح مخلوط است.

□ اگر حداکثر اسلامپ مشخص شده باشد، اسلامپ بتن ساخته شده در کارگاه و یا بتن آماده نباید در فاصله زمانی مورد نظر، بیشتر از آن باشد. ضمناً لازم است اسلامپ بتن فاصله زیادی با حداکثر اسلامپ مجاز نداشته باشد، زیرا کارکردن با بتن دشوار خواهد شد.



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- روانی (اسلامپ)

□ اگر متوسط اسلامپ داده شده باشد، بهتر است اسلامپ بتن ساخته شده در کارگاه و یا بتن آماده در فاصله زمانی مورد نظر، بیش از یک سوم، کمتر یا بیشتر نباشد.

□ روانی و اسلامپ بتن در صورت بکارگیری مقادیر صحیح اجزای بتن (به جز آب) می‌تواند نشانه استفاده از نسبت آب به سیمان مورد نظر در طرح مخلوط باشد. بنابراین، کنترل روانی و اسلامپ، کنترل کیفی زودهنگام و پیشگیرانه بتن سخت‌شده از نظر مقاومتی و دوام نیز هست.



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- روانی (اسلامپ)

□ در صورتیکه در مشخصات پروژه رواداری‌های خاصی داده نشده باشد، رواداری اسلامپ با توجه به نحوه اعلام اسلامپ باید مطابق جدول زیر باشد.

رواداری (میلی‌متر)		اندازه اسلامپ مشخص شده (میلی‌متر)	نحوه اعلام اسلامپ
رواداری منفی	رواداری مثبت		
۴۰	۵۰	۷۵ میلی‌متر یا کمتر بیشتر از ۷۵ میلی‌متر	وقتی که در مشخصات پروژه، اسلامپ به صورت ماکزیمم یا کوچکتر یا مساوی مشخص شده باشد.
±۲۵	±۲۵	۵۰ میلی‌متر یا کمتر بیشتر از ۵۰ میلی‌متر بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر	وقتی که در مشخصات پروژه، اسلامپ به صورت ماکزیمم یا کوچکتر یا مساوی مشخص نشده باشد.
±۴۰		بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر	



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- روانی (اسلامپ)

□ میزان انحراف معیار قابل قبول برای انجام آزمایش اسلامپ در جدول زیر نشان داده شده است.

مقدار اسلامپ	آزمایش در یک آزمایشگاه انجام شود	آزمایش در چند آزمایشگاه انجام شود
۳۰ میلی‌متر	۵/۸ میلی‌متر	۷/۴ میلی‌متر
۸۵ میلی‌متر	۹/۶۵ میلی‌متر	۹/۹ میلی‌متر
۱۶۰ میلی‌متر	۱۰/۱۵ میلی‌متر	۱۳/۴۵ میلی‌متر



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- روانی (اسلامپ)

□ اسلامپ بتن طی ۳۰ دقیقه پس از رسیدن به محل تحویل یا پس از تنظیم اولیه اسلامپ، باید در حد مجاز قرار گیرد. یک‌چهارم متر مکعب اول و یک‌چهارم متر مکعب آخر تخلیه بتن از این شرایط مستثنی می‌باشد. در صورتیکه مصرف‌کننده آمادگی تخلیه بتن از وسیله حمل را نداشته باشد، تولیدکننده نسبت به محدودیت حداقل اسلامپ، ۳۰ دقیقه پس از ورود وسیله حمل به محل تحویل، یا پس از زمان تحویل مشخص شده، هر کدام که دیرتر باشد) مسئولیتی نخواهد داشت.

ارائه استناد نعننی  
از کانال تکنولوژی بتن پیشرفته



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- روانی (اسلامپ)

□ برای تنظیم مقدار روانی و اسلامپ و در نتیجه نسبت آب به سیمان، لازم است رطوبت سنگدانه‌ها در کارگاه مشخص گردد و مقدار آن از آب کل طرح مخلوط کسر شود تا مقدار آب مصرفی به دست آید. بدیهی است که آب موجود در سنگدانه‌ها باید به وزن سنگدانه‌های خشک اضافه گردد.

□ برای تعیین درصد رطوبت هر یک از سنگدانه‌ها بویژه ریزدانه، می‌توان از روش‌های سریع رطوبت‌سنجی استفاده نمود و مقادیر اجزای مصرفی برای ساخت بتن را محاسبه نمود (براساس طرح مخلوط ارائه شده به کارگاه).



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- میزان حباب هوا

□ موقعیکه بتن با حباب هوا مورد نظر باشد، خریدار باید مقدار هوای موجود در بتن را مشخص نماید.

مقدار کل هوا بر حسب درصد							
حداکثر اندازه‌های اسمی سنگدانه‌ها (میلی‌متر)							شرایط روبرویی
۷۵	۵۰	۳۸	۲۵	۱۹	۱۲/۵	۹/۵	
۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵	ملايم
۳	۴	۴	۴/۵	۵	۵/۵	۶	متوسط
۱/۵	۵	۶	۶/۵	۷	۷/۵		شدید



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- میزان حباب هوا

□ موقعیکه بتن با حباب هوا مورد نظر باشد، خریدار باید مقدار هوای موجود در بتن را مشخص نماید.

- مقصود از شرایط ملايم، شرایط معمولی کارگاه می‌باشد که که بتن قبل از یخ‌زدن معمولاً در تماس با رطوبت و مواد شیمیایی یخ‌زدا نباشد.

- مقصود از شرایط متوسط آن است که بتن، قبل از یخ زدن در هوای سرد فقط گاهی در تماس با رطوبت قرار گیرد یا تحت شرایط شیمیایی یخ‌زدا نباشد، مانند بعضی تیرها و دیوارهای خارجی و نیز دال‌هایی که در تماس مستقیم با خاک نباشد.

- مقصود از شرایط شدید آن است که بتن، قبل از یخ‌زدن در تماس تقریباً مداوم با رطوبت قرار گیرد یا تحت شرایط شیمیایی یخ‌زدا باشد، مانند رویه‌های بتنی، عرشه‌های پل، پیاده‌روها، مخازن آب.



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- میزان حباب هوا

- موقعیکه بتن با حباب هوا مورد نظر باشد، خریدار باید مقدار هوای موجود در بتن را مشخص نماید.
- میزان رواداری هوای موجود در بتن با حباب هوا، وقتیکه نمونه در محل تخلیه از وسیله حمل گرفته می‌شود، باید در حدود  $\pm 1/5$  باشد.
- در صورتیکه شرایط رویارویی بتن مسئله خاصی ایجاد نکند، میزان هوای توصیه شده در جدول قبل را می‌توان تا حد ۱ درصد برای بتن‌هایی با مقاومت مشخصه بیش از ۳۵ مگاپاسکال کاهش داد.



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- چگالی بتن تازه

- چگالی بتن تازه متراکم طبق دستورالعمل‌های استاندارد و به کمک پیمانانه مخصوص به دست می‌آید و تغییرات مجاز آن  $\pm 3$  درصد وزن مخصوص بتن طرح اختلاط است.



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- یکنواختی بتن

□ یکنواختی بتن، در هنگام اختلاط یا پس از حمل می‌تواند کنترل گردد. اگر پس از کنترل‌های چشمی، شکی در این مورد وجود داشته باشد می‌توان پس از تخلیه ۱۵ درصد از بتن، یک نمونه و پس از تخلیه ۸۵ درصد از بتن با فاصله کمتر از ۱۵ دقیقه، نمونه دیگری از بتن تازه تهیه نمود و پس از انجام آزمایش‌های اسلامپ، وزن مخصوص، دانه‌بندی سنگدانه‌ها، درصد حباب هوای بتن و همچنین مقاومت فشاری بتن سخت‌شده مربوطه، می‌توان با توجه به ضوابط پذیرش مندرج در جدول صفحه بعد، از یکنواختی بتن اطمینان حاصل نمود.

□ اگر نتایج ۵ آزمایش از ۶ آزمایش با مقادیر ذکر شده در جدول بعد که نشانگر یکنواختی بتن در حد مشخصات تعیین شده است، مطابقت نماید، این نشانگر یکنواختی بتن طبق این دستورالعمل خواهد بود.



## کنترل مشخصات بتن تازه

### ۱- یکنواختی بتن

آزمایش	شرایط لازم، به عنوان حداکثر اختلاف مجاز دو نتیجه آزمایش روی نمونه‌های تهیه شده از دو نقطه از پیمانانه بتن
وزن هر متر مکعب محاسبه شده به صورت خالی از هوا، (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱۶
درصد هوای موجود در بتن اسلامپ	۱
در صورتی که میانگین اسلامپ ۱۰۰ میلی‌متر یا کمتر باشد.	۲۵
در صورتی که میانگین اسلامپ ۱۰۰ میلی‌متر تا ۱۵۰ میلی‌متر باشد.	۴۰
درصد سنگدانه درشت موجود، وزن قسمتی از نمونه که در الک شماره ۴ باقی‌مانده است.	۶
درصد وزن مخصوص ملات خالی از هوا، <sup>۱</sup> بدست آمده بر اساس میانگین کلیه نمونه‌های آزمایش شده	۱/۶
میانگین مقاومت فشاری ۷ روزه برای هر نمونه، <sup>۲</sup> بدست آمده بر اساس مقاومت میانگین کلیه نمونه‌های آزمایش شده (درصد)	۷/۵ <sup>۳</sup>

۱- آزمایش برای تغییرات مواد مشکله در بتن

۲- کمتر از ۳ آزمونه مکعبی یا استوانه‌ای نباید قالب‌گیری و آزمایش شود.

۳- تأیید اولیه دستگاه مخلوط‌کن بستگی به نتایج آزمایش ۷ روزه مقاومت فشاری بتن دارد.





## کنترل مشخصات بتن سخت شده

### ۱- مقاومت فشاری

- نمونه‌ها باید در شرایط استاندارد شده رطوبت و دما طبق دستورالعمل‌های استاندارد عمل‌آوری شوند.
- کلیه ضوابط مربوطه به مقاومت فشاری مشخصه بتن بر اساس آزمایش‌های نمونه‌های استوانه‌ای استوار است، در صورت استفاده از نمونه‌های مکعبی باید مقاومت آنها به مقاومت نظیر نمونه‌های استوانه‌ای تبدیل شود.
- تولیدکننده باید بتن را بر اساس رده‌بندی مقاومت تعیین شده در آیین‌نامه بتن ایران شامل  $C16, C20, C25, C30, C35, C40, C45$  و  $C50$  مشخص نماید. اعداد بعد از  $C$  بیانگر مقاومت فشاری مشخصه بتن بر حسب نیوتن بر میلی‌متر مربع یا  $MPa$  است.



### لیست آزمایش‌های بر مصرف

ردیف	موضوع آزمایش	استاندارد ملی ایران	مرجع استاندارد ملی	استاندارد رایج
۱	دانه‌بندی مصالح سنگی	ISIRI 4977	<a href="#">ASTM C 136</a>	ASTM C 136
۲	تعیین درصد رطوبت کل مصالح سنگی	ISIRI 4983	<a href="#">ASTM C 566</a>	ASTM C 566
۳	تعیین درصد ذرات ریزتر از الک ۲۰۰	ISIRI 446	<a href="#">ASTM C 117</a>	ASTM C 117
۴	تعیین زمان گیرش سیمان	ISIRI 392	<a href="#">ASTM C 191</a>	ASTM C 191
۵	تعیین مقاومت فشاری ملات سیمان	ISIRI 393	ISO 679	<a href="#">ASTM C 109</a>
۶	نمونه‌گیری از بتن تازه	<a href="#">ISIRI 3201-1</a>	ISO 1920-2	ASTM C 172
۷	تعیین اسلامپ بتن تازه	ISIRI 3203-2	EN 12350-2	<a href="#">ASTM C 143</a>
۸	تعیین چگالی بتن تازه	ISIRI 3203-6	EN 12350-6	<a href="#">ASTM C 138</a>
۹	ساخت و عمل‌آوری نمونه‌ها در کارگاه	ISIRI 3205	<a href="#">EN 12390-2</a>	<a href="#">ASTM C 192</a>
۱۰	آزمایش مقاومت فشاری (مکعبی- استوانه‌ای)	ISIRI 3206 ISIRI 6048	ISO 4012 <a href="#">ASTM C 39</a>	<a href="#">EN 12390-3</a> ASTM C 39



## بخش دوم

ارائه استناد نعضنی  
تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن پیشرفته  
انتشار از کتاب تکنولوژی بتن پیشرفته



### تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

#### ۱- تعاریف

نمونه: بخشی از بتنی که در یک زمان از یک بچ یا یک بار تراک اخذ می شود.

آزمونه: یک استوانه آزمایش مقاومت فشاری

مقاومت فشاری مشخصه: مقاومتی است که سازه بر اساس آن طراحی شده است.

مقاومت متوسط آزمایشگاهی: مقاومتی است که طرح مخلوط بتن بر اساس آن تهیه می شود.



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

### ۱- تعاریف

مقاومت فشاری یک نمونه: مقاومت فشاری یک نمونه است که متوسط حداقل دو آزمون استوانه ای ۱۵\*۳۰ می باشد.

مقاومت فشاری یک آزمون: مقاومت فشاری یک آزمون استوانه ای در یک نمونه است.

تغییرات مقاومت فشاری در یک بچ: اختلاف حداقل و حداکثر مقاومت فشاری آزمون های استوانه ای در یک نمونه.

ارائه استاندارد نعلنی  
انتشار از کارشناسان تکنولوژی بتن پیشرفته



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

### ۲- ضرایب تبدیل

تبدیل مقاومت مکعبی به استوانه استاندارد و بالعکس

۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵ ≥	مقاومت فشاری مکعبی (MPa)
۱/۱۰	۱/۱۱	۱/۱۳	۱/۱۴	۱/۱۷	۱/۲۰	۱/۲۵	ضریب تبدیل مقاومت ها
۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	محاسبه؟	مقاومت فشاری استوانه ای (MPa)

ضرایب تبدیل مقاومت آزمون مکعبی ۱۵۰ میلی متری به سایر آزمون های مکعبی

۳۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	ابعاد آزمون مکعبی (mm)
۰/۹۰	۰/۹۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۵	ضریب تبدیل مقاومت ها

ضرایب تبدیل مقاومت آزمون استوانه ای ۱۵۰-۳۰۰ میلی متری به سایر آزمون های استوانه ای

۶۰۰-۳۰۰	۵۰۰-۲۵۰	۴۰۰-۲۰۰	۳۰۰-۱۵۰	۲۰۰-۱۰۰	ابعاد آزمون استوانه ای (mm)
۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۷	۱/۰۰	۱/۰۲	ضریب تبدیل مقاومت ها



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده



### ۲- ضرایب تبدیل

ضرایب تبدیل مقاومت آزمون مکعبی ۱۵۰ میلی متری به سایر آزمون‌های مکعبی

۳۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	ابعاد آزمون مکعبی (mm)
۰/۹۰	۰/۹۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۵	ضریب تبدیل مقاومت‌ها

ضرایب تبدیل مقاومت آزمون استوانه‌ای با نسبت ارتفاع به قطر کمتر از ۲ به مقاومت آزمون استاندارد

۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	نسبت ارتفاع به قطر استوانه
۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۹۶	۰/۹۸	ضریب تبدیل مقاومت‌ها



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده



### ۳- سن مقاومت فشاری و تواتر نمونه برداری

مقاومت فشاری مشخصه بتن بر اساس آزمایش‌های ۲۸ روزه تعیین می‌شود.

□ برای آزمایش مقاومت بتن، باید حداقل دو آزمون تهیه شود که آزمایش مقاومت فشاری آنها در سن ۲۸ روزه و یا هر سن مقرر شده دیگری انجام پذیرد. متوسط مقاومت‌های فشاری بدست آمده به عنوان نتیجه نهایی آزمایش منظور می‌شود. برای ارزیابی کیفیت بتن قبل از موعد مقرر می‌توان یک آزمون دیگر هم به منظور انجام آزمایش مقاومت فشاری تهیه کرد.

□ حداقل یک نمونه برداری از هر رده بتن در هر روز و حداقل ۶ نمونه برداری از کل هر سازه الزامی است.



### ۳- سن مقاومت فشاری و تواتر نمونه برداری

مقصود از هر نمونه برداری از بتن، تهیه حداقل دو نمونه از آن است که آزمایش فشاری آنها در سن ۲۸ روزه یا هر سن مقرر شده دیگر انجام پذیرد و توسط مقاومت های فشاری به دست آمده به عنوان نتایج نهایی آزمایش منظور می شود. برای ارزیابی کیفیت بتن قبل از موعد مقرر می توان حداقل یک نمونه دیگر هم به منظور انجام آزمایش مقاومت فشاری تهیه کرد.

ارائه استناد نعننی  
تکنولوژی بتن پیشرفته



### ۳- سن مقاومت فشاری و تواتر نمونه برداری

طبق آیین نامه بتن ایران:

در صورتی که حجم هر اختلاط بتن بیشتر از یک متر مکعب باشد، تواتر نمونه برداری باید به تربیت خواهد بود:

الف- برای دالها و دیوارها و پی ها، یک نمونه برداری از هر ۳۰ متر مکعب بتن یا ۱۵۰ متر مربع سطح.

ب- برای تیرها و کلافها، در صورتی که جدا از قطعات دیگر بتن ریزی می شوند، یک نمونه برداری از هر ۱۰۰ متر طول.

پ- برای ستون ها، یک نمونه برداری از هر ۵۰ متر طول



### ۳- سن مقاومت فشاری و تواتر نمونه برداری

طبق *ACI*:

در صورتی که حجم هر اختلاط بتن بیشتر از یک متر مکعب باشد، تواتر نمونه برداری باید به تربیت خواهد بود:

الف- برای احجام، یک نمونه برداری از هر ۱۱۵ متر مکعب بتن.

ب- برای سطوح، یک نمونه برداری از هر ۴۶۴ متر مربع بتن.

\* برای المان های حساس، یک نمونه برداری از هر ۸۰ متر مکعب بتن.

\* برای المان های خیلی حساس، یک نمونه برداری از هر ۳۰ متر مکعب بتن.



### ۴- تغییرات مقاومت فشاری

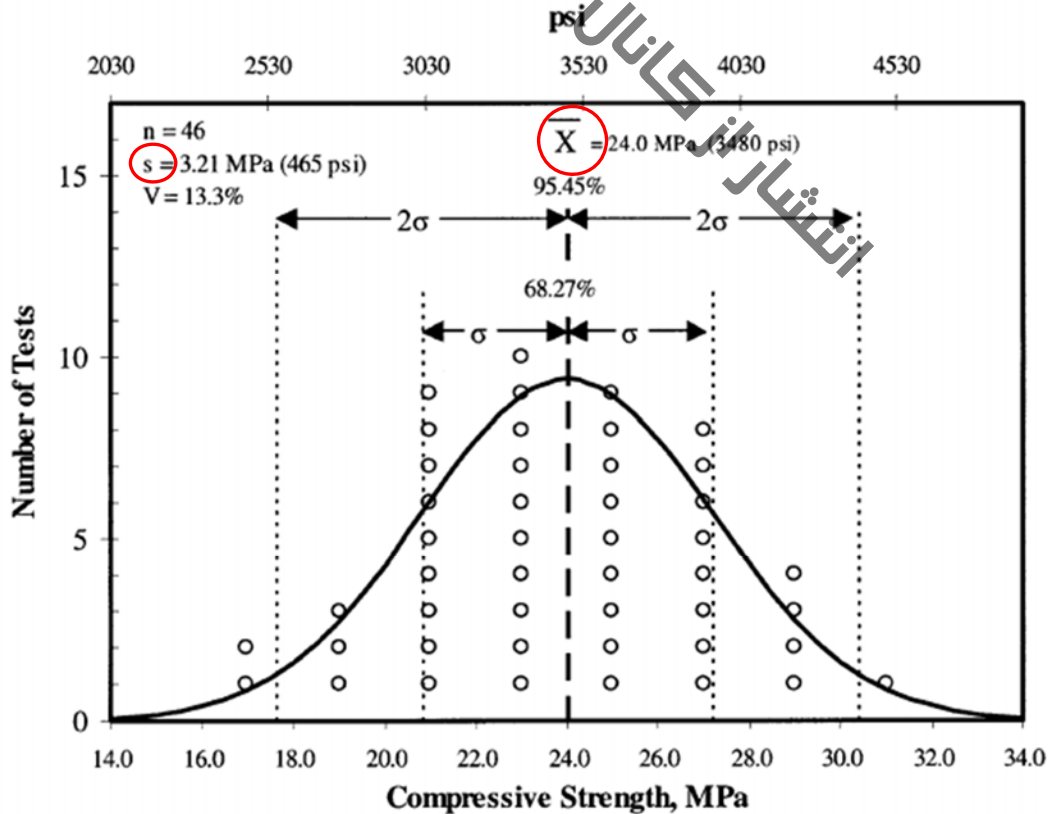
همچنین روشن شده است که در هر مخلوط بتن تغییراتی در نسبت مصالح نیز ایجاد می شود که این امر با نوع سیستم پیمانہ کردن و طرز عمل تجهیزات فوق ارتباط دارد.

□ نهایتاً تغییراتی نیز در مقاومت بتن در اثر تغییرات در مراحل نمونه گیری، ساختن، عمل آوردن و آزمایش بتن ایجاد می گردد.

□ اگرچه سعی می شود از استانداردهای معتبر در این موارد استفاده شود، ولی متأسفانه اطلاعات کمی در مورد نحوه تأثیر هر یک از این سه گروه ذکر شده بطور مجزا روی تغییرات مقاومت بتن در دست نمی باشد.

**Table 3.1—Principal sources of strength variation**

Batch-to-batch variations	Within-batch variations
<p><i>Variations in characteristics and proportions of ingredients:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggregates;</li> <li>• Cementitious materials, including pozzolans; and</li> <li>• Admixtures.</li> </ul> <p><i>Changes in w/cm caused by:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poor control of water;</li> <li>• Variation of aggregate stockpile moisture conditions;</li> <li>• Variable aggregate moisture measurements; and</li> <li>• Retempering.</li> </ul> <p><i>Variations in mixing, transporting, and sampling:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mixing time and speed;</li> <li>• Distance between plant and placement;</li> <li>• Road conditions; and</li> <li>• Failure to obtain a representative sample from the batch.</li> </ul> <p><i>Variations in placing, and consolidation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chute, pump, or buggy;</li> <li>• Internal or external vibration; and</li> <li>• Different operators.</li> </ul> <p><i>Variations in concrete temperature and curing:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Season;</li> <li>• Ambient humidity; and</li> <li>• Wind speed.</li> </ul>	<p><i>Improper sampling from the batch sample.</i></p> <p><i>Variations due to fabrication techniques:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substandard conditions;</li> <li>• Incorrect tools;</li> <li>• Poor quality, damaged, or distorted molds;</li> <li>• Nonstandard molding and consolidation; and</li> <li>• Incorrect handling of fresh test samples.</li> </ul> <p><i>Differences in curing:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Delays in beginning initial curing;</li> <li>• Temperature variation;</li> <li>• Variable moisture control;</li> <li>• Nonstandard initial curing;</li> <li>• Delays in bringing cylinders to the laboratory;</li> <li>• Rough handling of cylinders in transport; and</li> <li>• Improper final curing.</li> </ul> <p><i>Variations in sample testing:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uncertified tester;</li> <li>• Specimen surface preparation;</li> <li>• Inadequate or uncalibrated testing equipment;</li> <li>• Nonstandard loading rate; and</li> <li>• Poor record keeping.</li> </ul>





## ۵- پارامترهای آماری

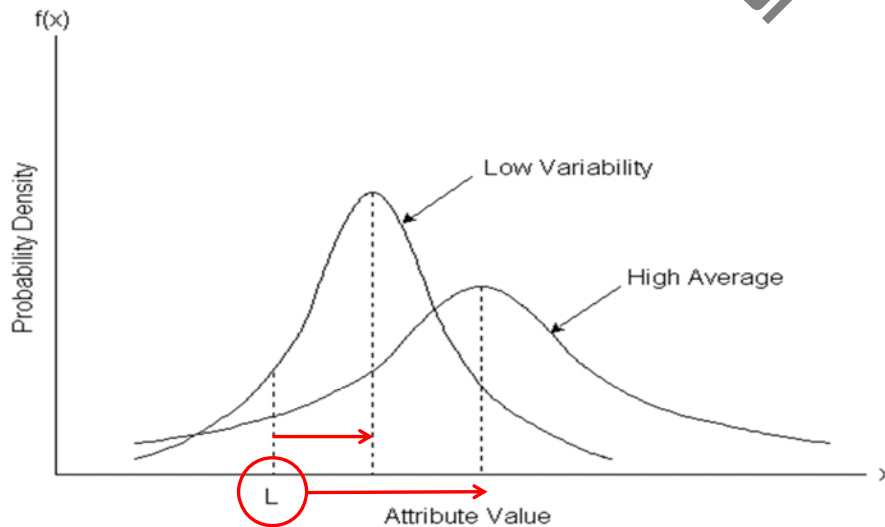
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1}{n} \sum X_i = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$V = \frac{s}{\bar{X}} \times 100$$



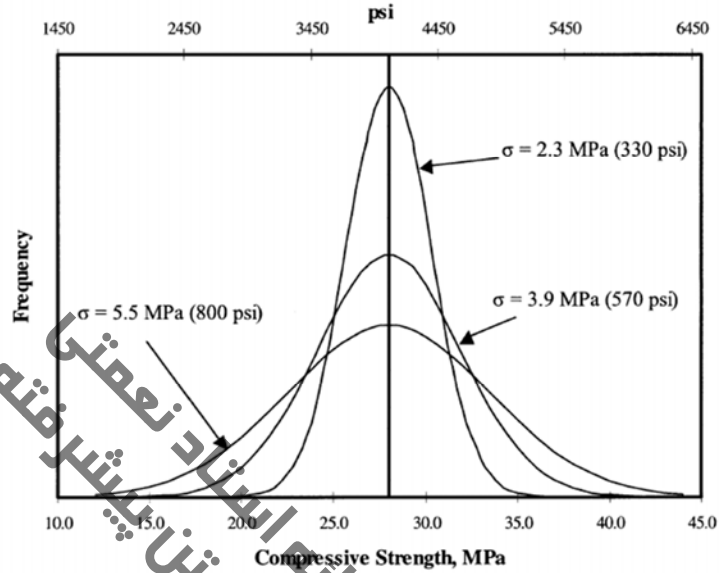
## ۵- پارامترهای آماری







## ۵- پارامترهای آماری



## ۵- پارامترهای آماری

$$f'_{cr} = f'_c \pm z\sigma$$

$$f'_{cr} = f'_c \pm z\sigma$$

Average strength $\mu$	Expected percentage of low tests	Average strength $\mu$	Expected percentage of low tests
$f'_c + 0.10\sigma$	46.0	$f'_c + 1.6\sigma$	5.5
$f'_c + 0.20\sigma$	42.1	$f'_c + 1.7\sigma$	4.5
$f'_c + 0.30\sigma$	38.2	$f'_c + 1.8\sigma$	3.6
$f'_c + 0.40\sigma$	34.5	$f'_c + 1.9\sigma$	2.9
$f'_c + 0.50\sigma$	30.9	$f'_c + 2.0\sigma$	2.3
$f'_c + 0.60\sigma$	27.4	$f'_c + 2.1\sigma$	1.8
$f'_c + 0.70\sigma$	24.2	$f'_c + 2.2\sigma$	1.4
$f'_c + 0.80\sigma$	21.2	$f'_c + 2.3\sigma$	1.1
$f'_c + 0.90\sigma$	18.4	$f'_c + 2.4\sigma$	0.8
$f'_c + 1.00\sigma$	15.9	$f'_c + 2.5\sigma$	0.6
$f'_c + 1.10\sigma$	13.6	$f'_c + 2.6\sigma$	0.45
$f'_c + 1.20\sigma$	11.5	$f'_c + 2.7\sigma$	0.35
$f'_c + 1.30\sigma$	9.7	$f'_c + 2.8\sigma$	0.25
$f'_c + 1.40\sigma$	8.1	$f'_c + 2.9\sigma$	0.19
$f'_c + 1.50\sigma$	6.7	$f'_c + 3.0\sigma$	0.13



### تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده



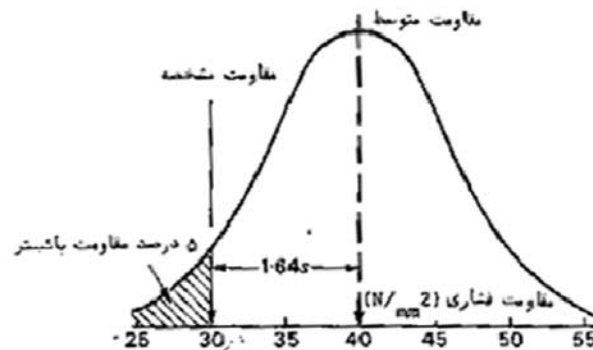
### ۵- پارامترهای آماری

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_c - x_m)^2}{n-1}}$$

$x_c$  = نتیجه هر آزمایش

$n$  = تعداد نتایج آزمایش

$x_m$  = میانگین تعداد  $n$  آزمایش



منحنی توزیع نرمال مقاومت های بتن



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

انحراف معیار نتایج آزمایش مقاومت فشاری با توجه به کیفیت ساخت (MPa) (طبق گزارش ACI 214R)

کیفیت ساخت بتن					نوع آزمایش
ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	عالی	
بیشتر از ۴/۸	۴/۸ تا ۴/۱	۴/۱ تا ۳/۴	۳/۴ تا ۲/۸	کمتر از ۲/۸	آزمایش اختلاط کارگاهی
بیشتر از ۲/۴	۲/۴ تا ۲/۱	۲/۱ تا ۱/۷	۱/۷ تا ۱/۴	کمتر از ۱/۴	آزمایش اختلاط آزمایشگاهی

ضریب تغییرات نتایج آزمایش مقاومت فشاری با توجه به کیفیت ساخت (درصد) (طبق گزارش ACI 214R)

کیفیت ساخت بتن					نوع آزمایش
ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	عالی	
بیشتر از ۱۴/۰	۱۴/۰ تا ۱۱/۰	۹/۰ تا ۷/۰	۹/۰ تا ۷/۰	کمتر از ۷/۰	آزمایش اختلاط کارگاهی
بیشتر از ۷/۰	۷/۰ تا ۵/۵	۵/۵ تا ۴/۵	۴/۵ تا ۳/۵	کمتر از ۳/۵	آزمایش اختلاط آزمایشگاهی



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

Table 3.2—Standards of concrete control

Overall variation					
Class of operation	Standard deviation for different control standards, MPa (psi)				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
General construction testing	Below 2.8 (below 400)	2.8 to 3.4 (400 to 500)	3.4 to 4.1 (500 to 600)	4.1 to 4.8 (600 to 700)	Above 4.8 (above 700)
Laboratory trial batches	Below 1.4 (below 200)	1.4 to 1.7 (200 to 250)	1.7 to 2.1 (250 to 300)	2.1 to 2.4 (300 to 350)	Above 2.4 (above 350)
Within-test variation					
Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
Field control testing	Below 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	5.0 to 6.0	Above 6.0
Laboratory trial batches	Below 2.0	2.0 to 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	Above 5.0

\* $f'_c \leq 34.5$  MPa (5000 psi).



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

**Table 3.3—Standards of concrete control\***

Overall variation					
Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
General construction testing	Below 7.0	7.0 to 9.0	9.0 to 11.0	11.0 to 14.0	Above 14.0
Laboratory trial batches	Below 3.5	3.5 to 4.5	4.5 to 5.5	5.5 to 7.0	Above 7.0
Within-test variation					
Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
Field control testing	Below 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	5.0 to 6.0	Above 6.0
Laboratory trial batches	Below 2.0	2.0 to 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	Above 5.0

\* $f'_c > 34.5$  MPa (5000 psi).



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

### ۶- معیارهای آماری برای طراحی

	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3 <sup>a</sup>	Criterion 4 <sup>b</sup>
	Maximum percent of individual tests $< f'_c$	Maximum percent of moving average of $n$ consecutive tests $< f'_c$	Maximum percent of individual tests $< (f'_c - k)$	Maximum percent of individual tests $< (k\%$ of $f'_c)$
Coefficient of variation formula	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV)$	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) / (1 - zV)$	$f'_{cr} = kf'_c / (1 - zV)$
Equation number	(5-1a)	(5-2a)	(5-3a)	(5-4a)
Standard deviation formula	$f'_{cr} = f'_c + zS$	$f'_{cr} = f'_c + (zS / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) + zS$	$f'_{cr} = kf'_c + zS$
Equation number	(5-1b)	(5-2b)	(5-3b)	(5-4b)

<sup>a</sup> Criterion 3 is for  $f'_c \leq 5000$  psi (35 MPa).

<sup>b</sup> Criterion 4 is for  $f'_c > 5000$  psi (35 MPa).



## ۶- معیارهای آماری برای طراحی

	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3 <sup>a</sup>	Criterion 4 <sup>b</sup>
	Maximum percent of individual tests $< f'_c$	Maximum percent of moving average of $n$ consecutive tests $< f'_c$	Maximum percent of individual tests $< (f'_c - k)$	Maximum percent of individual tests $< (k\% \text{ of } f'_c)$
Coefficient of variation formula	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV)$	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) / (1 - zV)$	$f'_{cr} = kf'_c / (1 - zV)$
Equation number	(5-1a)	(5-2a)	(5-3a)	(5-4a)
Standard deviation formula	$f'_{cr} = f'_c + zS$	$f'_{cr} = f'_c + (zS / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) + zS$	$f'_{cr} = kf'_c + zS$
Equation number	(5-1b)	(5-2b)	(5-3b)	(5-4b)

<sup>a</sup> Criterion 3 is for  $f'_c \leq 5000$  psi (35 MPa).

<sup>b</sup> Criterion 4 is for  $f'_c > 5000$  psi (35 MPa).

۱۰ درصد

$$f'_{cr} = f'_c / (1 - 0.105)$$

$$f'_{cr} = f'_c + zS$$

$$f'_{cr} = 4000 / (1 - 1.28 \times 0.105) = 4620 \text{ psi}$$

$$f'_{cr} = 4000 \text{ psi} + 1.28 \times 519 \text{ psi} = 4660 \text{ psi}$$

$$[f'_{cr} = 28 / (1 - 1.28 \times 0.105) = 32.3 \text{ MPa}]$$

$$[f'_{cr} = 28 \text{ MPa} + 1.28 \times (3.58) \text{ MPa} = 32.6 \text{ MPa}]$$



## ۶- معیارهای آماری برای طراحی

	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3 <sup>a</sup>	Criterion 4 <sup>b</sup>
	Maximum percent of individual tests $< f'_c$	Maximum percent of moving average of $n$ consecutive tests $< f'_c$	Maximum percent of individual tests $< (f'_c - k)$	Maximum percent of individual tests $< (k\% \text{ of } f'_c)$
Coefficient of variation formula	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV)$	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) / (1 - zV)$	$f'_{cr} = kf'_c / (1 - zV)$
Equation number	(5-1a)	(5-2a)	(5-3a)	(5-4a)
Standard deviation formula	$f'_{cr} = f'_c + zS$	$f'_{cr} = f'_c + (zS / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) + zS$	$f'_{cr} = kf'_c + zS$
Equation number	(5-1b)	(5-2b)	(5-3b)	(5-4b)

<sup>a</sup> Criterion 3 is for  $f'_c \leq 5000$  psi (35 MPa).

<sup>b</sup> Criterion 4 is for  $f'_c > 5000$  psi (35 MPa).

۱ درصد

$$f'_{cr} = f'_c / [1 - (zV / \sqrt{n})]$$

$$f'_{cr} = f'_c + zS / \sqrt{n}$$

$$f'_{cr} = 4000 \text{ psi} / [1 - (2.33 \times 0.105 / \sqrt{3})] = 4660 \text{ psi}$$

$$f'_{cr} = 4000 \text{ psi} + [(2.33 \times 519 \text{ psi}) / \sqrt{3}] = 4700 \text{ psi}$$

$$[f'_{cr} = 28 \text{ MPa} / [1 - (2.33 \times 10.5 / 100 / \sqrt{3})] = 32.6 \text{ MPa}]$$

$$[f'_{cr} = 28 \text{ MPa} + [(2.33 \times 3.58 \text{ MPa}) / \sqrt{3}] = 32.8 \text{ MPa}]$$



## ۶- معیارهای آماری برای طراحی

	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3 <sup>a</sup>	Criterion 4 <sup>b</sup>
	Maximum percent of individual tests $< f'_c$	Maximum percent of moving average of $n$ consecutive tests $< f'_c$	Maximum percent of individual tests $< (f'_c - k)$	Maximum percent of individual tests $< (k\% \text{ of } f'_c)$
Coefficient of variation formula	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV)$	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) / (1 - zV)$	$f'_{cr} = kf'_c / (1 - zV)$
Equation number	(5-1a)	(5-2a)	(5-3a)	(5-4a)
Standard deviation formula	$f'_{cr} = f'_c + zS$	$f'_{cr} = f'_c + (zS / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) + zS$	$f'_{cr} = kf'_c + zS$
Equation number	(5-1b)	(5-2b)	(5-3b)	(5-4b)

<sup>a</sup> Criterion 3 is for  $f'_c \leq 5000$  psi (35 MPa).

<sup>b</sup> Criterion 4 is for  $f'_c > 5000$  psi (35 MPa).

۱ درصد

$$f'_{cr} = (f'_c - k) / (1 - zV)$$

$$f'_{cr} = (f'_c - k) + zS$$

$$f'_{cr} = (4000 \text{ psi} - 500 \text{ psi}) / [1 - (2.33 \times 0.10534)] = 4630 \text{ psi} \quad f'_{cr} = (4000 \text{ psi} - 500 \text{ psi}) + (2.33 \times 519 \text{ psi}) = 4710 \text{ psi}$$

$$[f'_{cr} = (28 \text{ MPa} - 3.5 \text{ MPa}) / [1 - (2.33 \times 10.5/100)] = 32.4 \text{ MPa}] \quad [f'_{cr} = (28 \text{ MPa} - 3.5 \text{ MPa}) + (2.33 \times 3.58 \text{ MPa}) = 32.8 \text{ MPa}]$$



## ۶- معیارهای آماری برای طراحی

	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3 <sup>a</sup>	Criterion 4 <sup>b</sup>
	Maximum percent of individual tests $< f'_c$	Maximum percent of moving average of $n$ consecutive tests $< f'_c$	Maximum percent of individual tests $< (f'_c - k)$	Maximum percent of individual tests $< (k\% \text{ of } f'_c)$
Coefficient of variation formula	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV)$	$f'_{cr} = f'_c / (1 - zV / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) / (1 - zV)$	$f'_{cr} = kf'_c / (1 - zV)$
Equation number	(5-1a)	(5-2a)	(5-3a)	(5-4a)
Standard deviation formula	$f'_{cr} = f'_c + zS$	$f'_{cr} = f'_c + (zS / \sqrt{n})$	$f'_{cr} = (f'_c - k) + zS$	$f'_{cr} = kf'_c + zS$
Equation number	(5-1b)	(5-2b)	(5-3b)	(5-4b)

<sup>a</sup> Criterion 3 is for  $f'_c \leq 5000$  psi (35 MPa).

<sup>b</sup> Criterion 4 is for  $f'_c > 5000$  psi (35 MPa).

۱ درصد

$$f'_{cr} = 0.90 \times f'_c / (1 - zV)$$

$$f'_{cr} = 0.90 \times f'_c + zS$$

$$f'_{cr} = (0.90 \times 9000 \text{ psi}) / [1 - (2.33 \times 0.082)] = 10,010 \text{ psi} \quad f'_{cr} = 0.90 \times 9000 \text{ psi} + 2.33 \times 814 \text{ psi} = 10,000 \text{ psi}$$

$$[f'_{cr} = (0.90 \times 62 \text{ MPa}) / [1 - (2.33 \times 8.2/100)] = 69 \text{ MPa}] \quad [f'_{cr} = (0.90 \times 62 \text{ MPa}) + (2.33 \times 5.61 \text{ MPa}) = 68.9 \text{ MPa}]$$



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

### ۷- طراحی مخلوط بتن

مقاومت متوسط آزمایشگاهی، زمانیکه اطلاعات آزمایش از روند ساخت کارگاهی در دسترس است (طبق گزارش ACI

(318R

$k$	مقاومت متوسط آزمایشگاهی (MPa)	مقاومت مشخصه (MPa)
۱/۳۴	$f_{cr} = f_c + k_1 S_s$ حداکثر دو مقدار	کمتر از ۳۵MPa
۲/۳۳		
۱/۳۴	$f_{cr} = f_c + k_1 S_s$ حداکثر دو مقدار	بیشتر از ۳۵MPa
۲/۳۳		

ارائه استناد زعفرانی  
از کارشناسان تکنولوژی بتن پیشترفته



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

ضریب  $k$  برای درصد احتمال کمتر بودن مقاومت بتن ساخته شده نسبت به مقاومت مشخصه

ضریب $k$	درصد احتمال	ضریب $k$	درصد احتمال	ضریب $k$	درصد احتمال
۱/۱	۱۳/۶	۲/۰	۲/۳	۳/۰۹	۰/۱
۱/۰	۱۵/۹	۱/۹۶	۲/۵	۳/۰	۰/۱۳
۰/۹	۱۸/۴	۱/۹	۲/۹	۲/۹	۰/۱۹
۰/۸	۲۱/۲	۱/۸	۳/۶	۲/۸	۰/۲۵
۰/۷	۲۴/۲	۱/۷	۴/۵	۲/۷	۰/۳۵
۰/۶	۲۷/۴	۱/۶۴	۵/۰	۲/۶	۰/۴۵
۰/۵	۳۰/۹	۱/۶	۵/۵	۲/۵	۰/۶
۰/۴	۳۴/۵	۱/۵۰	۶/۷	۲/۴	۰/۸
۰/۳	۳۸/۲	۱/۴	۸/۱	۲/۳۳	۱/۰
۰/۲	۴۲/۱	۱/۳	۹/۷	۲/۳	۱/۱
۰/۱	۴۶/۰	۱/۲۸	۱۰/۰	۲/۲	۱/۴
		۱/۲	۱۱/۵	۲/۱	۱/۸



## ۷- طراحی مخلوط بتن

در آیین نامه بتن ایران، بزرگترین مقدار بدست آمده از دو رابطه زیر همان مقاومت هدف طرح خواهد بود.

$$f_{cm} = f_c + 1.34 s + 1.5 \longrightarrow f_{cm} = f_c + 1.64 s$$

$$f_{cm} = f_c + 2.33 s - 4.0$$

که در آن:

$f_{cm}$  = مقاومت فشاری هدف طرح برای نمونه استوانه ای بتنی بر حسب  $N/mm^2$  در سن مقاومت مشخصه

$f_c$  = مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه ای بتن بر حسب  $N/mm^2$  در سن مقاومت مشخصه

$s$  = انحراف معیار (استاندارد) مقاومت فشاری نمونه استوانه ای بر حسب  $N/mm^2$  در سن مقاومت مشخصه

اگر مقاومت مشخصه مساوی یا کمتر از ۲۰ مگاپاسکال می توان بجای ۴/۰ از مقدار ۳/۰ استفاده نمود.



## ۷- طراحی مخلوط بتن

نتایج آماری پروژه موجود باشد

تعیین انحراف معیار بتن

عدم دسترسی به اطلاعات آماری





## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده



اگر حداقل ۳۰ نتیجه متوالی مقاومت در پروژه موجود باشد:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n - 1}}$$

انحراف معیار

که در آن:

x: مقاومت فشاری آزمونه

m: میانگین مقاومت فشاری آزمونه‌ها

n: تعداد آزمونه‌ها

اعمال ضریب اصلاحی اگر حداقل ۳۰ نتیجه متوالی مقاومت در پروژه موجود نباشد:

$$R = \left[ 0.75 + \left( \frac{2}{n} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

ضریب اصلاحی انحراف معیار

که در آن:

n: تعداد آزمونه‌ها



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده



اعمال ضریب اصلاحی اگر حداقل ۳۰ نتیجه متوالی مقاومت در پروژه موجود نباشد:

$$R = \left[ 0.75 + \left( \frac{2}{n} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

ضریب اصلاحی انحراف معیار

که در آن:

n: تعداد آزمونه‌ها

**Table 4.1—Modification factors for standard deviation**

Number of tests	Modification factors
Less than 15	See Table 4.2
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 or more	1.00



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

انحراف معیار بر اساس رتبه‌بندی کارگاه و مقاومت مشخصه بتن

مقاومت مشخصه بتن (N/mm <sup>2</sup> )					رتبه‌بندی کارگاه
۴۰ و بیشتر	۳۵ و ۳۰	۲۵	۲۰	۱۶	
۴/۵	۴	۲/۵	۲	۲/۵	الف
۵/۵	۵	۴/۵	۴	۲/۵	ب
۶/۵	۶	۵/۵	۵	۴/۵	ج

رتبه‌بندی کارگاه‌ها بر اساس وضعیت تولید بتن، نظارت و کنترل کیفیت

وضعیت کنترل کیفیت			شرایط تولید و کنترل
ج	ب	الف	
حجمی	وزنی	وزنی	توزین یا پیمانانه کردن سیمان
حجمی	حجمی	وزنی	توزین یا پیمانانه کردن سنگدانه
بدون کنترل	کنترل شده	کنترل شده	کنترل دانه‌بندی سنگدانه
بدون کنترل	کنترل شده	کنترل شده	کنترل رطوبت سنگدانه
در سطح ضعیف	در سطح خوب	در سطح عالی	نظارت بر تولید
در سطح محدود	موجود است	موجود است	امکانات آزمایشگاهی
در سطح محدود	گاهی اوقات	مداوم	تداوم در آزمایش
در سطح محدود	وجود دارد	وجود دارد	نیروی متخصص تولید بتن



## تفسیر نتایج مقاومت فشاری بتن سخت شده

### ۷- طراحی مخلوط بتن

اگر نتوان انحراف معیار را بدست آورد یا حدس زد و نتوان به هیچ گونه اطلاعات خاصی در این زمینه دست یافت

**آنگاه:**

$$f_{cm} = f_c + (SM)$$

۴۰ تا ۵۰	۲۵ و ۳۰	۲۵	۲۰	۱۶ و کمتر	$f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )
۱۱	۱۰/۵	۹/۵	۸/۵	۷/۵	SM (N/mm <sup>2</sup> )



## ۷- طراحی مخلوط بتن

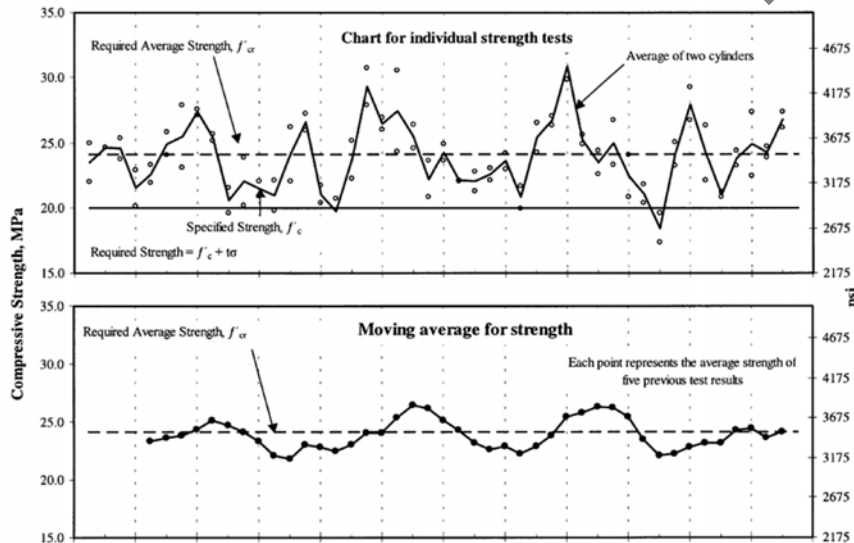
مقاومت متوسط آزمایشگاهی، زمانیکه اطلاعات آزمایش از روند ساخت کارگاهی در دسترس نیست (طبق گزارش

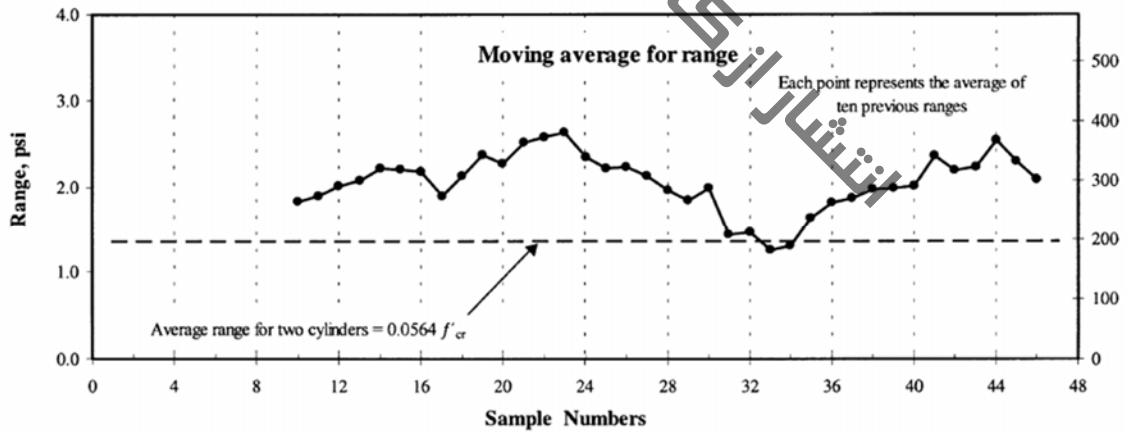
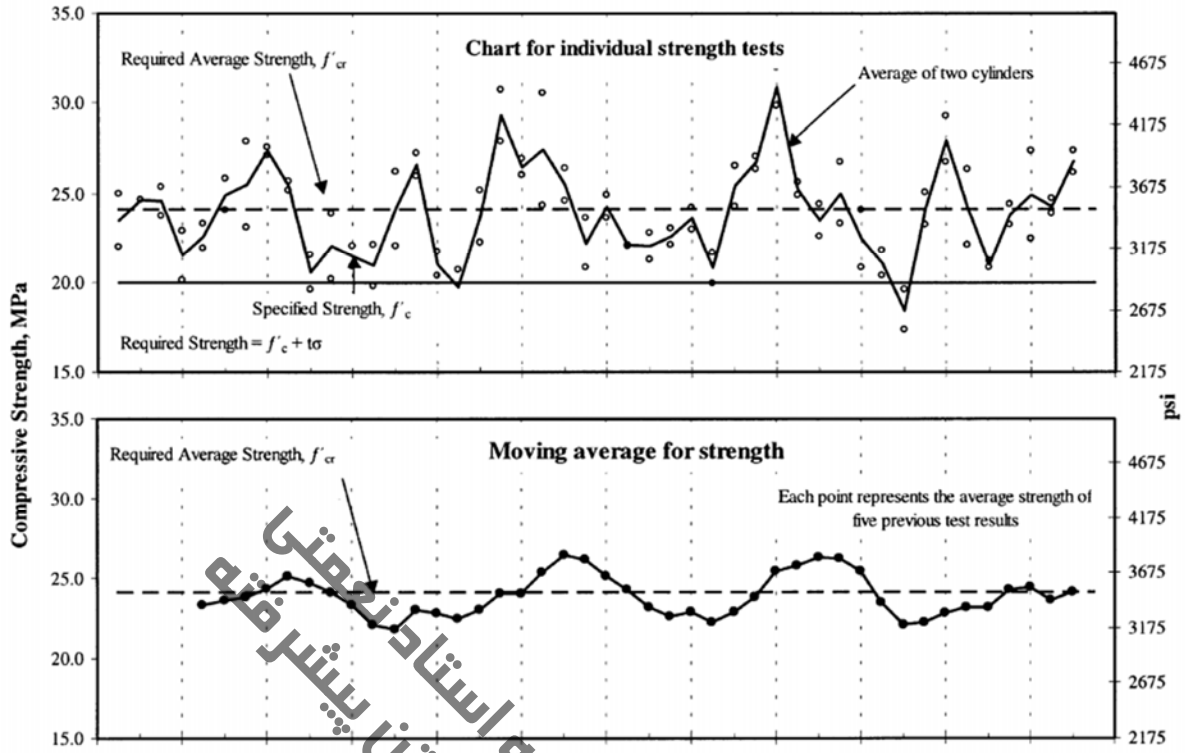
(ACI 318R

مقاومت متوسط آزمایشگاهی (MPa)	مقاومت مشخصه (MPa)
$f_{cr} = f_c + 7.0$	کمتر از ۲۱MPa
$f_{cr} = f_c + 8.5$	بیشتر از ۲۱MPa و کمتر از ۳۵MPa
$f_{cr} = 1.10 f_c + 5.0$	بیشتر از ۳۵MPa



## ۸- نمونه گیری و نمودارهای کنترل کیفیت





$$\bar{R}_m = f'_{cr} V_1 d_2$$

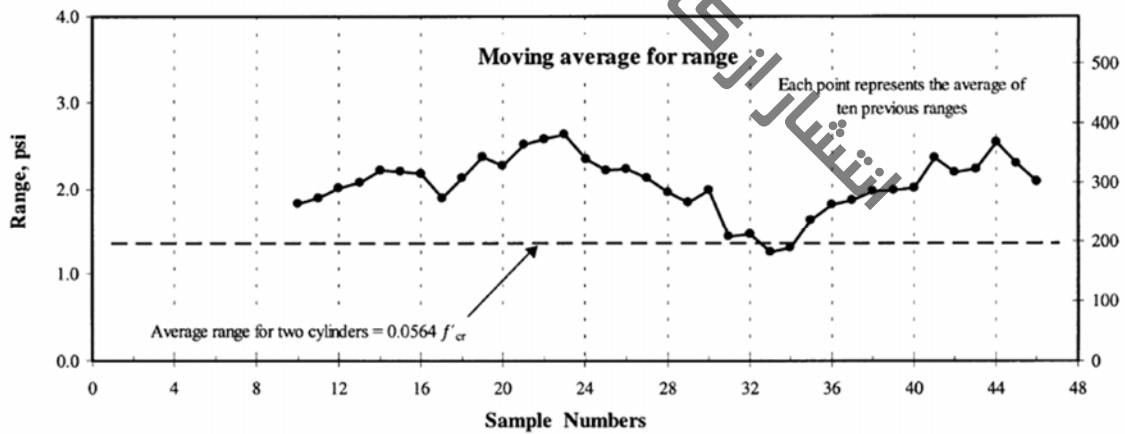
$$\overline{R}_m = f'_{cr} V_1 d_2$$

No. of specimens	$d_2$
2	1.128
3	1.693
4	2.059

Within-test variation

Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
Field control testing	Below 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	5.0 to 6.0	Above 6.0
Laboratory trial batches	Below 2.0	2.0 to 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	Above 5.0

$f'_{cr} \leq 34.5 \text{ MPa (5000 psi)}$



$$\overline{R}_m = f'_{cr} V_1 d_2$$

$$\overline{R}_m = (0.05 \times 1.128) f'_{cr} = 0.05640 f'_{cr}$$



## ۸- ضوابط پذیرش مقاومت فشاری

### طبق آیین نامه بتن ایران

الف- در آزمایش سه نمونه متوالی، مقاومت هیچکدام کمتر از مقاومت مشخصه نباشد.

$$X_{1,2,3} \geq f_c$$

یا

ب- متوسط مقاومت نمونه‌ها حداقل ۱/۵ مگاپاسکال بیشتر از مقاومت مشخصه باشد و کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه منهای ۴ مگاپاسکال کمتر نباشد.

$$\frac{X_1 + X_2 + X_3}{3} \geq f_c' + 1.5$$

$$X_{min} \geq f_c' - 4.0$$



## ۸- ضوابط پذیرش مقاومت فشاری

### طبق ACI 318

متوسط مقاومت ۳ نمونه متوالی برابر یا بیشتر از مقاومت مشخصه باشد و کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه منهای ۳/۵ مگاپاسکال کمتر نباشد.

$$\bar{X} \geq f_c$$

$$X_{min} \geq f_c - 3.5$$



## ۸- ضوابط پذیرش مقاومت فشاری

Table 5.1—Probability of at least one event in  $n$  tests for selected single-event probabilities

$n$	Single event probability = 1.5%	Single event probability = 10%
1	1.5%	10.0%
5	7.3%	41.0%
7	10.0%	54.3%
10	14.0%	65.1%
20	26.1%	87.8%
50	53.0%	99.5%
100	77.9%	Approximately 100%

$$X_i < f_c$$

$$X_{min} < f_c - 3.5$$



## ۹- اقدام

- کاهش مقاومت فشاری
- افزایش مقاومت فشاری
- افزایش انحراف معیار
- کاهش انحراف معیار

- عدم پذیرش مقاومت فشاری نمونه



## ۱۰- نحوه برخورد با بتن های غیر قابل قبول

۱- تحلیل ساختمان و طراحی مجدد

۲- مغزه گیری از بتن

۳- بارگذاری ساختمان

۴- مقاوم سازی یا تخریب

انتشار از کانال تکنولوژی بتن پیشرفته  
ارائه استناد زحمتی