مهندس موسی کلهری

کارشناس ارشد مهندسی عمران- گرایش
دانشجوی مهندسی و مدیریت عمران گرایش
مهندسی و مدیریت ساخت

- عضو هیئت مدیره و دبیر انجمن بتن ایران
- عضو کمیسیون فنی تدوین استانداردهای ملی ISIRI و بین المللی ISO
- مدیر بخش افزودنیهای بتن شرکت شیمی ساختمان از ابتدای سال ۸۴ تاکنون

سومین نشست تخصصی راهبر مهندسان ساختمان

مجری ذیصلاح

راهبر مهندسان ساختمان
Leader Of Building Engineers

سومین نشست تخصصی راهبر مهندسان ساختمان
تهران - ۳۰ بهمن ۱۳۹۳

ضرورت کنترل کیفیت و موارد مهم سفارش، تولید، حمل و تحویل بتن

مهندس موسی کلهری
عضو هیئت مدیره و دبیر انجمن بتن ایران

سر فصل مطالب

- معرفی مدل مدیریتی
- الزامات و پشتوانه های قانونی
- استاندارد ملی ۶۰۴۴
- سفارش
- تولید بتن آماده
- حمل، پمپاژ، پذیرش

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

سازمان مدیریت عمران

تفاهم نامه

در اجرای قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و اجرای جزء ۹ ماده ۸ قانون تشکیل سازمان مدیریت بحران کشور این تفاهم نامه بین سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با نمایندگی **آقای نظام الدین برزگری** (که از این پس **سازمان** نامیده می شود) و سازمان مدیریت بحران کشور با نمایندگی **آقای حسین باقری** (که از این پس **سازمان مدیریت بحران** نامیده می شود) به امضا می رسد.

ماده ۱- موضوع

استفاده بهینه از توانمایی علمی، فنی، پژوهشی و همکاری در فعالیت های زیر:

۱-۱- برنامه ریزی جهت اجرای قوانین مربوطه تولید مصالح ساختمانی با کیفیت، مطابق با استانداردهای ملی

۱-۲- سیاست گذاری و برنامه ریزی در امر نظارت دقیق و هنگام و همچنین مرتبط جهت جلوگیری از مصرف مصالح ساختمانی نامرغوب

۱-۳- مشارکت در تدوین استانداردهای ملی مصالح ساختمانی

ماده ۲- تعهدات

۲-۱- تعهدات سازمان استاندارد

۲-۱-۱- پیگیری جهت الزام ارکان های صادر کننده مجوز تولید مصالح ساختمانی در کشور به اخذ تأییدیه از سازمان استاندارد

۲-۱-۲- شناسایی کارگاه ها و کارخانه هایی که مصالح ساختمانی غیر استاندارد تولید می نمایند و تعیین ضرب الاجل جهت اخذ نشان استاندارد از مراجع ذیربط و اعلام گزارش

۲-۱-۳- تهیه برنامه آموزشی جهت مهندسین ناظر، مشاوران و پیمانکاران در زمینه استفاده از مصالح استاندارد و ارائه گواهینامه در این زمینه

۲-۱-۴- تهیه برنامه زمانبندی جهت تدوین استاندارد مصالح ساختمانی فاقد استاندارد ملی

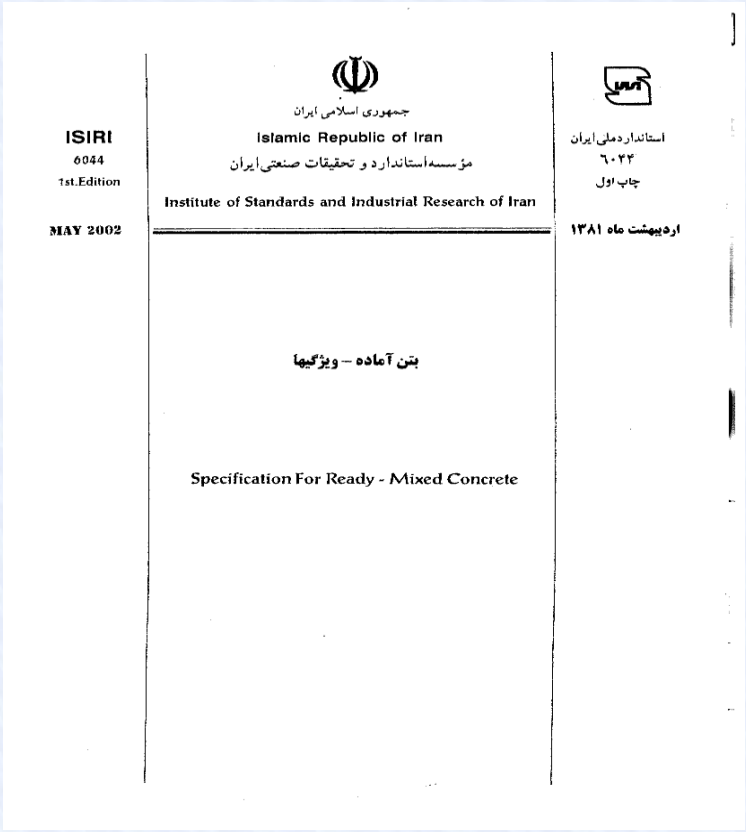
۲-۱-۵- الزام واحدهای تولیدی مصالح ساختمانی جهت تهیه پروانه بهره برداری و اندازه های زمانی مشخص به منظور بررسی تعهد الزامات تولید استاندارد و مصالح

۲-۱-۶- فرهنگ سازی در تولید و مصرف مصالح ساختمانی استاندارد و انجام اقدامات تبلیغاتی و آموزشی با همکاری سازمان صدا و سیما، سازمان نظام مهندسی و شورای عالی

۲-۱-۷- تهیه و صدور الصاق جهت الزام و همکاری و همکاری های اجرایی در عدم پذیرش اسناد خرید مواد و مصالح ساختمانی فاقد نشان استاندارد

۲-۱-۸- پیگیری گزارش اقدامات انجام شده و درصد پیشرفت اجرایی ماده ۴ مصوبه شماره ۷۹۸۸۰ مورخ ۸۴/۱۲/۲۳ هیئت وزیران در اعطای پروانه تولید از طرف وزارت صنایع و معادن، وزارت کشور تنها تولید کننده کالایی که تولید آنها بر مبنای استاندارد مشخص باشد

تذهیب شماره ۱۷ - کتاب پویه تلفن: ۶۶۹۵۸۶۷۶ - ۰۹۱۲۵۳۷۰۹۹ - حق چاپ محفوظ (اثر: پوران ملکی)



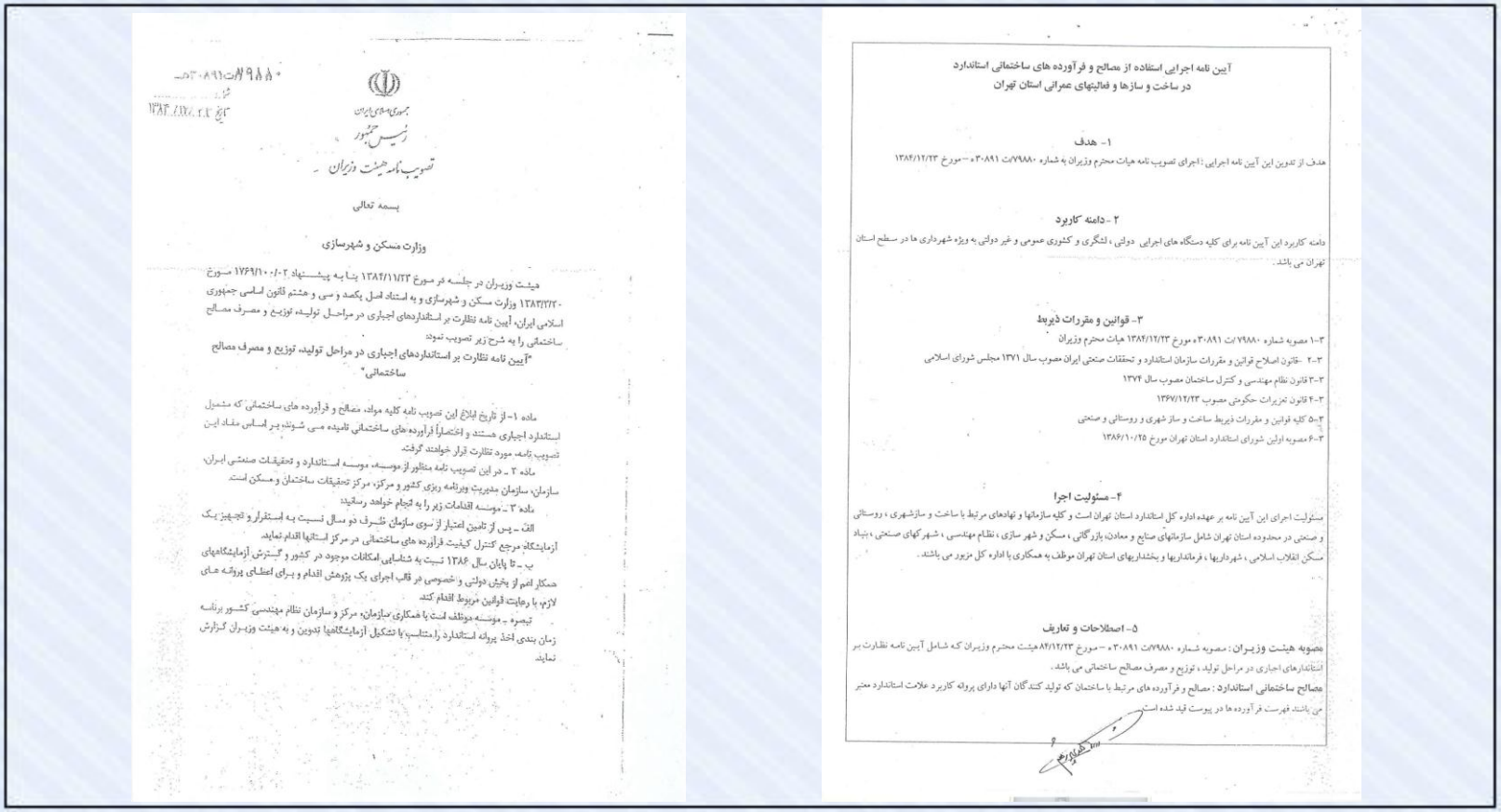
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۶۰۴۴
چاپ اول
اردیبهشت ماه ۱۳۸۱

ISIRI
6044
1st.Edition
MAY 2002

بتن آماده – ویژگیها

Specification For Ready - Mixed Concrete



آیین نامه اجرایی استفاده از مصالح و فرآورده های ساختمانی استاندارد
در ساخت و سازها و فعالیتهای عمرانی استان تهران

۱- هدف

هدف از تدوین این آیین نامه اجرایی : اجرای تصویب نامه هیات محترم وزیران به شماره ۷۹۸۸۰/ت ۳۰۸۹۱ه – مورخ ۱۳۸۴/۱۲/۲۳

۲ - دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این آیین نامه برای کلیه دستگاه های اجرایی دولتی ، لشگری و کشوری عمومی و غیر دولتی به ویژه شهرداری ها در سطح استان تهران می باشد.

۳- قوانین و مقررات ذیربط

۳-۱ مصوبه شماره ۷۹۸۸۰/ت ۳۰۸۹۱ه مورخ ۱۳۸۴/۱۲/۲۳ هیات محترم وزیران
۳-۲ -قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب سال ۱۳۷۱ مجلس شورای اسلامی
۳-۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴
۳-۴ قانون تعزیرات حکومتی مصوب ۱۳۷۶/۱۲/۲۳
۳-۵ کلیه قوانین و مقررات ذیربط ساخت و ساز شهری و روستائی و صنعتی
۳-۶ مصوبه اولین شورای استاندارد استان تهران مورخ ۱۳۸۶/۱۰/۲۵

۴- مسئولیت اجرا

مسئولیت اجرای این آیین نامه بر عهده اداره کل استاندارد استان تهران است و کلیه سازمانها و نهادهای مرتبط با ساخت و سازشهری ، روستائی و صنعتی در محدوده استان تهران شامل سازمانهای صنایع و معادن، بازرگانی ، مسکن و شهر سازی ، نظام مهندسی ، شهرکهای صنعتی ، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی ، شهرداریها ، فرمانداریها و بخشداریهای استان تهران موظف به همکاری با اداره کل مزبور می باشند.

۵- اصطلاحات و تعاریف

مصوبه هیئت وزیران : مصوبه شماره ۷۹۸۸۰/ت ۳۰۸۹۱ه – مورخ ۸۴/۱۲/۲۳ هیئت محترم وزیران که شامل آیین نامه نظارت بر استانداردهای اجباری در مراحل تولید ، توزیع و مصرف مصالح ساختمانی می باشد.

مصالح ساختمانی استاندارد : مصالح و فرآورده های مرتبط با ساختمان که تولید کنندگان آنها دارای پروانه کاربرد علامت استاندارد معتبر می باشند. فهرست فرآورده ها در پیوست قید شده است.

جمهوری اسلامی ایران
رئیس جمهور

تصویب نامه هیئت وزیران

بسمه تعالی

وزارت مسکن و شهرسازی

هیئت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۸۴/۱۱/۲۳ بنا به پیشنهاد ۱۷۶۹/۱۰۰/۲ مورخ ۱۳۸۴/۲/۲۲۰ وزارت مسکن و شهرسازی و به استناد فصل یکصد و سی و هشتم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، آیین نامه نظارت بر استانداردهای اجباری در مراحل تولید، توزیع و مصرف مصالح ساختمانی را به شرح زیر تصویب نمود:

"آیین نامه نظارت بر استانداردهای اجباری در مراحل تولید، توزیع و مصرف مصالح ساختمانی"

ماده ۱- از تاریخ ابلاغ این تصویب نامه کلیه مواد، مصالح و فرآورده های ساختمانی که مشمول استاندارد اجباری هستند و اختصاراً فرآورده های ساختمانی نامیده می شوند، بر اساس مفاد این تصویب نامه، مورد نظارت قرار خواهند گرفت.

ماده ۲ - در این تصویب نامه منظور از موسسه، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان، سازمان مدیریت وبرنامه ریزی کشور و مرکز، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن است.

ماده ۳ - موسسه اقدامات زیر را به ترتیب خواهد رسانید:

الف - پس از تامین اعتبار از سوی سازمان ظرف دو سال نسبت به استقرار و تجهیز یک آزمایشگاه مرجع کنترل کیفیت فرآورده های ساختمانی در مرکز استانها اقدام نماید.

ب - تا پایان سال ۱۳۸۶ نسبت به شناسایی امکانات موجود در کشور و گسترش آزمایشگاههای همکار اعم از بخش دولتی و خصوصی در قالب اجرای یک پژوهش اقدام و برای اعضای پروتکل های لازم، با رعایت قوانین مربوط اقدام کند.

تبصره - موسسه موظف است با همکاری سازمان، مرکز و سازمان نظام مهندسی کشور برنامه زمان بندی اخذ پروانه استاندارد را متناسب با تشکیل آزمایشگاهها تدوین و به هیئت وزیران گزارش نماید.

سفارش بتن آماده

۱– پایه خرید
۲–مقاومت مشخصه
۳– اسلامپ
۴– نوع انتخاب الف، ب، ج
۵– دانه بندی و بزرگترین بعد
۶– نسبت آب به سیمان ونوع سیمان
۷ – دمای بتن و فرصت کاری
۸– افزودنی و مواد معدنی

پایه خرید

بهترین کار وزن مخصوص توافقی است چون:

۱– کنترل وزن ممکن است و باسکول ملاک می شود

۲– وزن مخصوص متغیر است و به عوامل زیادی مانند نسبت آب به سیمان، عیار سیمان، چگالی اجزا، درصد هوا و ... بستگی دارد (حدود ۲.۳ تن بر مترمکعب)

نکته یک : باسکول کالیبره و استاندارد باشد.

نکته دو: وزن خالی تراک میکسر روزانه با مخزن آب پر محاسبه و توزین شود سپس بارگیری شود.

BETON
Iran Framel

❑ مقاومت فشاری مشخصه و متوسط لازم

معمولا مقاومت مشخصه از نقشه و اطلاعات سازه ای استخراج می شود

مقاومت فشاری متوسط لازم مطابق با " آیین‌نامه بتن ایران " باید برابر با بزرگترین مقدار بدست آمده از هر یک از دو رابطه زیر در نظر گرفته شود:

$fcm = fc + 1.34\,s + 1.5$ N/mm² (۱-۲)

$fcm = fc + 2.33\,s - 4$ N/mm² (۲-۲)

که در آنها :

fcm= **مقاومت فشاری متوسط بتن:** N/mm2

fc= **مقاومت فشاری مشخصه بتن ، بر اساس آزمونه‌های استوانه‌ای:** N/mm2

S= **انحراف استاندارد مقاومت فشاری نمونه‌ها:** N/mm2

1N/mm29.81 =kg/cm2

نکته : نباید عیار سیمان با مقاومت مشخصه اشتباه گرفته شود.

SEIDNER
10 17 2006

❑ تبدیل مقاومت مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری به استوانه استاندارد و بالعکس

شرح	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
ضریب تبدیل استوانه به مکعب	1/25	1/20	1/17	1/14	1/13	1/11	۱/۱
مقاومت فشاری استوانه های استاندارد MPa	با توجه به ضریب ۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
ضریب تبدیل مکعب به استوانه	0.8	0.833	0.857	0.875	0.888	0.9	0.91

- **مطابق آیین نامه بتن ایران و استاندارد ملی ۶۰۴۴ رده بندی مقاومت:**
  - C6 , C8 , C10 , C12 , C16
  - C20 , C25 , C30 , C35
  - C40 , C45 , C50
  - **C بیانگر مقاومت استوانه ای ۲۸ روزه بر حسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع می باشد.**
  - **مقاومت استونه ای Fc = 210 kg/cm2 و یا مکعبی Fb = 300 kg/cm2 جزء رده های استاندارد نمی باشد.**
  - **مشاوران باید فقط از رده های استاندارد در قراردادها و نقشه ها استفاده کنند.**

❑ قوانین مهم مقاومت بتن

مقاومت فشاری

– تاثیر نسبت $\frac{W}{C}$ در مقاومت و پایایی بتن

● قانون آبرام (Abram - 1919) $f_c = \frac{k_1}{k_2 w/c}$

● قانون فرت (Féret - 1896) $R = K\left(\frac{c}{c + w + v}\right)^2$

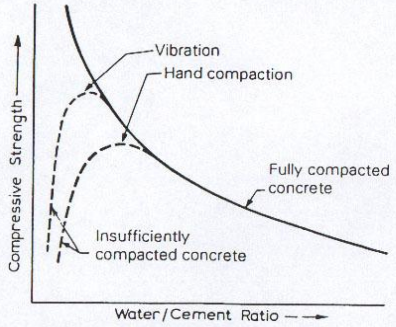


Fig. 6.1 The relation between strength and water/cement ratio of concrete

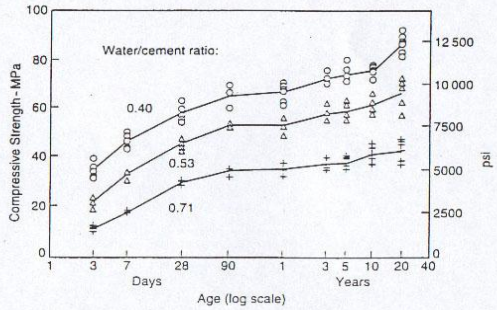


Fig. 6.32 Development of strength of concrete (determined on 150 mm (6 in.) modified cubes) over a period of 20 years; storage under moist conditions[6.117]

روش انتخاب نوع سفارش مطابق با استاندارد ملی ۶۰۴۴:

انتخاب (الف):

زمانیکه خریدار مسئولیت تعیین نسبت های مواد تشکیل دهنده برای مخلوط بتن را بعهده تولید کننده می گذارد.

انتخاب (ب):

زمانیکه خریدار مسئولیت تعیین نسبت های مواد تشکیل دهنده برای مخلوط بتن را بعهده می گیرد.

انتخاب (ج):

زمانیکه خریدار مسئولیت تعیین نسبت های مواد تشکیل دهنده برای مخلوط بتن را بعهده تولید کننده می گذارد و حداقل مقدار سیمان مصرفی را مشخص می نمایید.

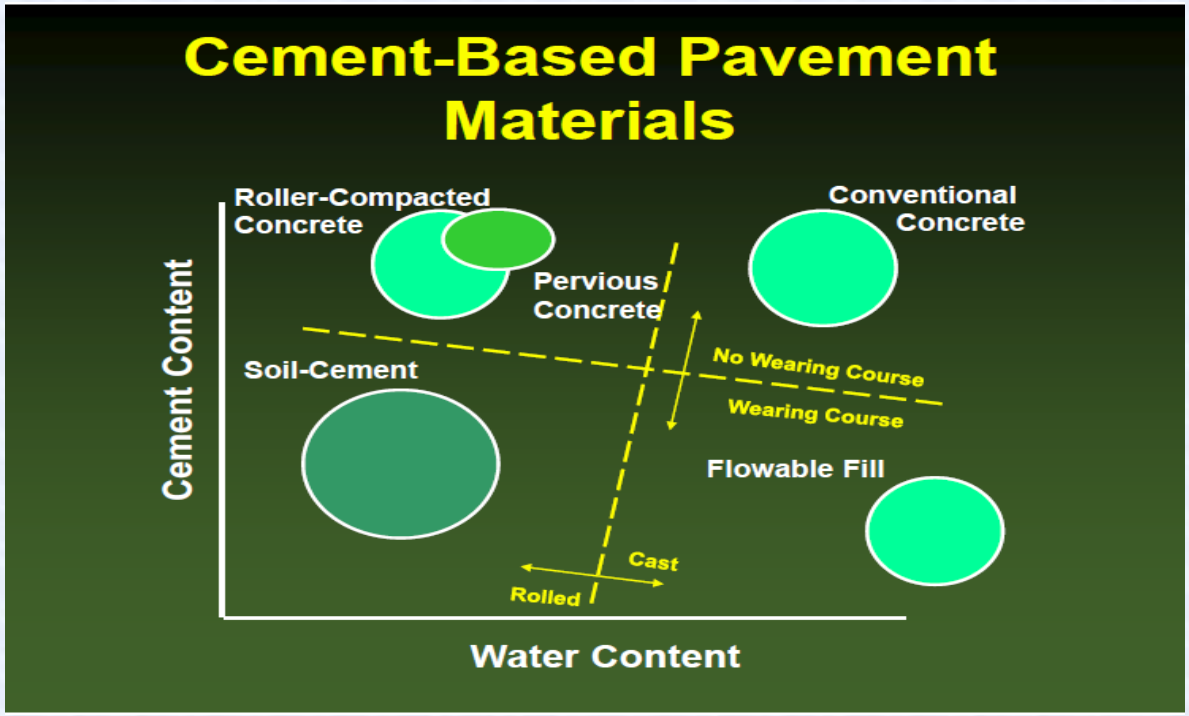
❑ کارآیی بتن تازه طبقه بندی روانی و میزان اسلامپ

- **طبقه‌بندی روانی بتن بر اساس آزمون اسلامپ (بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۵۱۹)، مطابق جدول زیر می‌باشد:**

طبقه‌بندی روانی	میزان اسلامپ (mm)
S_1	۱۰ تا ۴۰
S_2	۵۰ تا ۹۰
S_3	۱۰۰ تا ۱۵۰
S_4	بیشتر از ۱۶۰

- مقایسه کارایی بتن ها

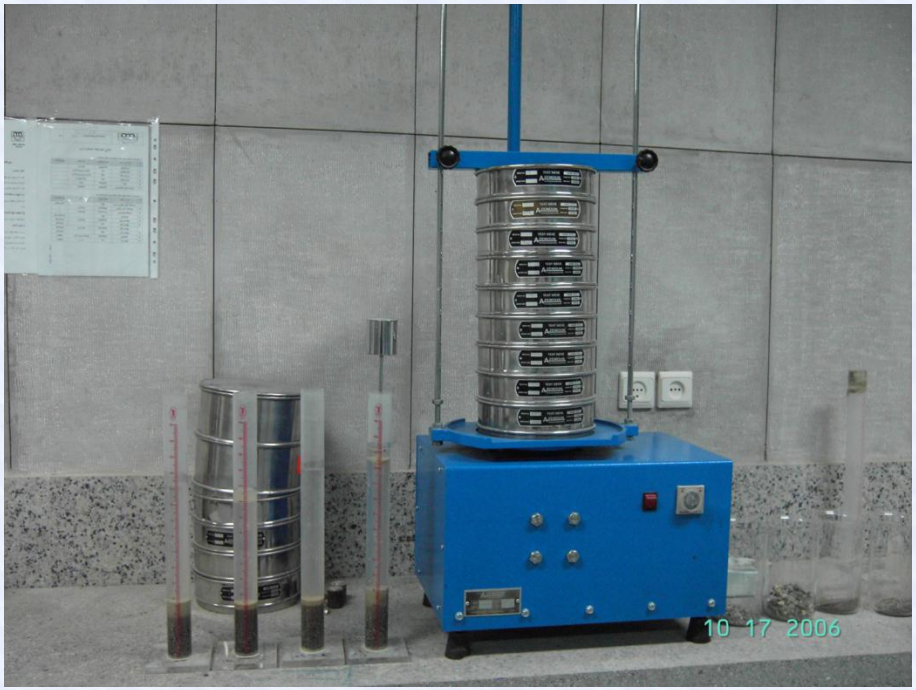
❑ مقایسه رویه های حاوی مواد سیمانی

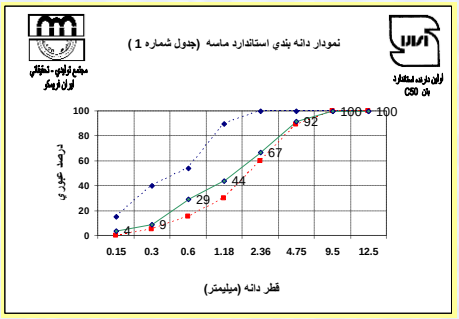


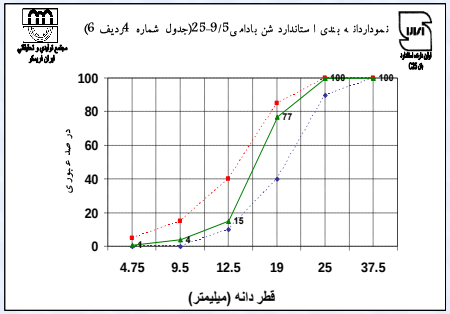
❑ آب مصرفی برای بتن

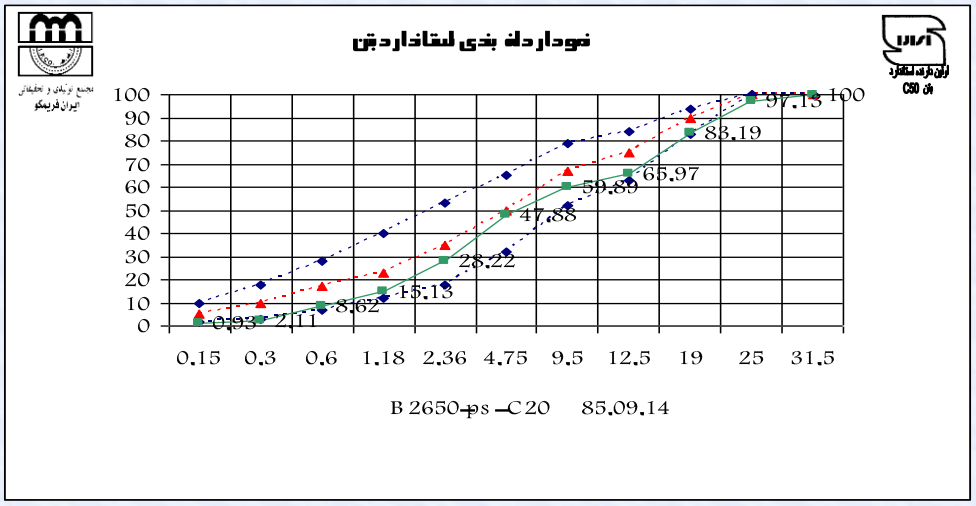
- برای انجام آبگیری و یا هیدراسیون کامل ذرات سیمان ۲۳ تا ۲۷ درصد آب به نسبت وزن سیمان لازم است. مابقی آب صرف ایجاد کارایی در مخلوط بتن می شود.
- آب مصرفی در بتن بایستی تمیز و عاری از مواد شیمیایی از قبیل: اسید، قلیا، و نمک باشد.
- آب خوردنی به شرط نداشتن کلر برای بتن ایده آل است. آب چاه و یا رودخانه بایستی قبل از مصرف آزمایش گردد. آب دریا به هیچوجه در بتن مسلح استفاده نگردد، گر چه برای سایر بتن ها و یا ملات نیز ممکن است باعث کاهش دوام شود.

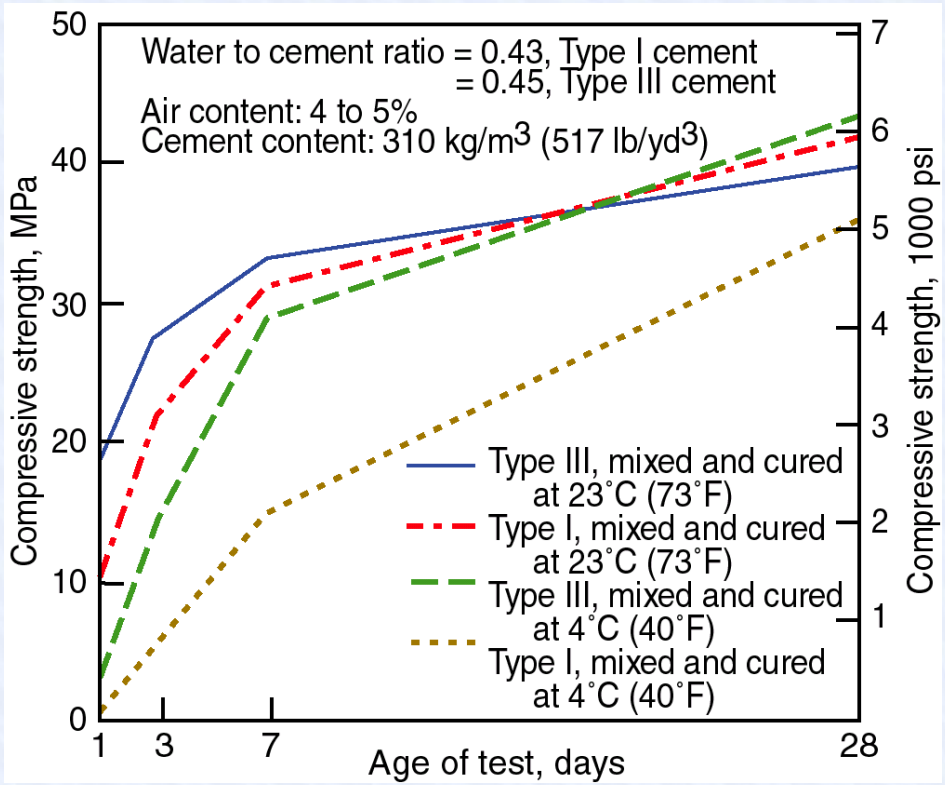
❑ آزمایش های دانه بندی وارزش ماسه ای



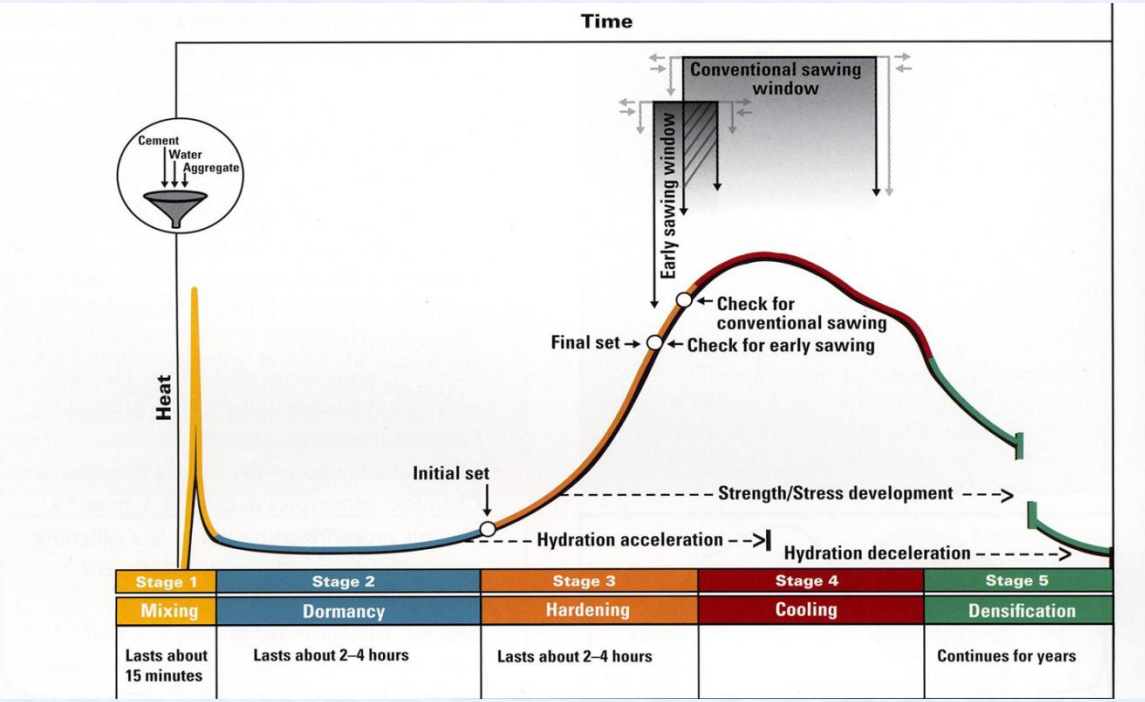

نمودار دانه بندی استاندارد ماسه (جدول شماره 1)
مجتمع فولاد - تحقیقاتی ایران فریمکو
ایران فرآورد استاندارد CSD ان
درصد عبوری
100
80
60
40
20
0
0.15 0.3 0.6 1.18 2.36 4.75 9.5 12.5
4 9 29 44 67 92 100 100
قطر دانه (میلیمتر)

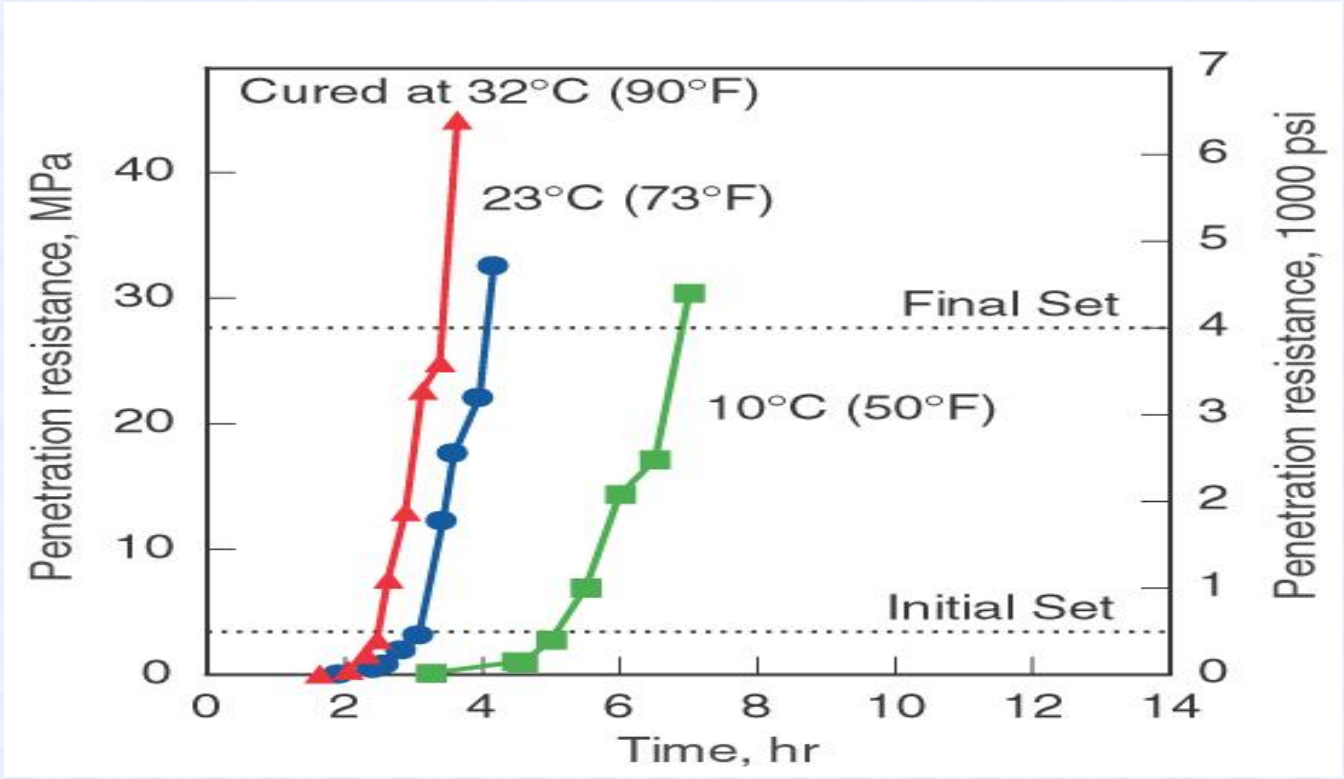

نمودارداز ه بندی ا ستاندارد شن بادامی 25-9/5(جدول شماره 4ردیف 6)
مجتمع فولاد - تحقیقاتی ایران فریمکو
ایران فرآورد استاندارد CSD ان
درصد عبوری
100
80
60
40
20
0
4.75 9.5 12.5 19 25 37.5
4 4 15 77 100 100
قطر دانه (میلیمتر)


نمودار دانه بندی استاندارد بتن
مجتمع فولادی و تحقیقاتی ایران فریمکو
ایران فرآورد استاندارد CSD ان
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.15 0.3 0.6 1.18 2.36 4.75 9.5 12.5 19 25 31.5
0.93 2.11 8.62 15.13 28.22 47.88 59.89 65.97 83.19 97.13 100
B 2650-ps-C 20 85.09.14


Water to cement ratio = 0.43, Type I cement
= 0.45, Type III cement
Air content: 4 to 5%
Cement content: 310 kg/m3 (517 lb/yd3)
Compressive strength, MPa
Compressive strength, 1000 psi
Age of test, days
Type III, mixed and cured at 23˚C (73˚F)
Type I, mixed and cured at 23˚C (73˚F)
Type III, mixed and cured at 4˚C (40˚F)
Type I, mixed and cured at 4˚C (40˚F)
0
10
20
30
40
50
1
2
3
4
5
6
7
1
3
7
28

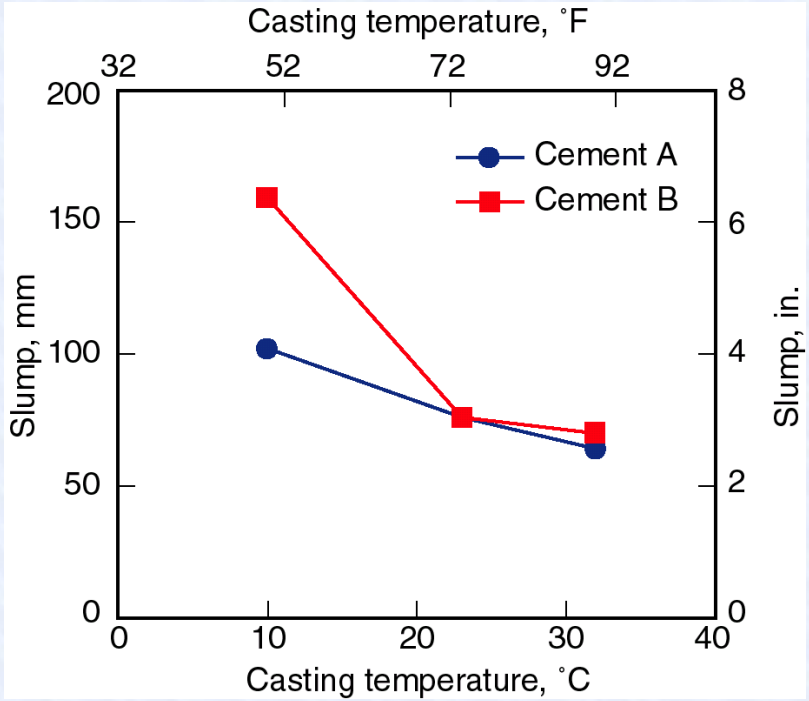
- Hydration Stages (23 ºC)




Cured at 32°C (90°F)
23°C (73°F)
10°C (50°F)
Final Set
Initial Set
Penetration resistance, MPa
Penetration resistance, 1000 psi
Time, hr
0
10
20
30
40
0
1
2
3
4
5
6
7
0
2
4
6
8
10
12
14

- حساب تخمینی (Rule of Thumb)
- *“For every 10°C (18°F) reduction in concrete temperature, the times of setting of the concrete double...”*
- هر ۱۰ درجه کاهش دمای بتن تقریبا زمان گیرش را ۲ برابر می کند.

❑ اثر دمای بتن ریزی بر اسلامپ



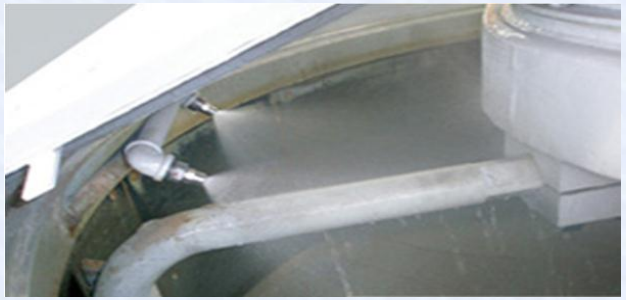
ساخت بتن

❑ انواع بچینگ (دستگاه ساخت بتن):

بتن کاملا مخلوط شده در ایستگاه مرکزی (بچینک دو محوره)

❑ انواع بچینگ (دستگاه ساخت بتن):

بچینگ پارویی



بتن کاملا مخلوط شده در ایستگاه مرکزی (بچینک دو محوره)

❑ انواع بچینگ (دستگاه ساخت بتن):

درام بچینگ (بچینگ خشک)

بتن کاملا مخلوط شده در ایستگاه مرکزی (بچینگ دو محوره)

- **آنچه از یک خط تولید بتن آماده انتظار می رود داشتن قابلیت هایی برای وفاداری به طرح مخلوط بتن است. بنابراین یک خط تولید بتن آماده باید شریط زیر را داشته باشد:**

۱– سیستم توزین دقیق مصالح (سیمان، شن، ماسه، آب، مواد افزودنی جامد و مایع)

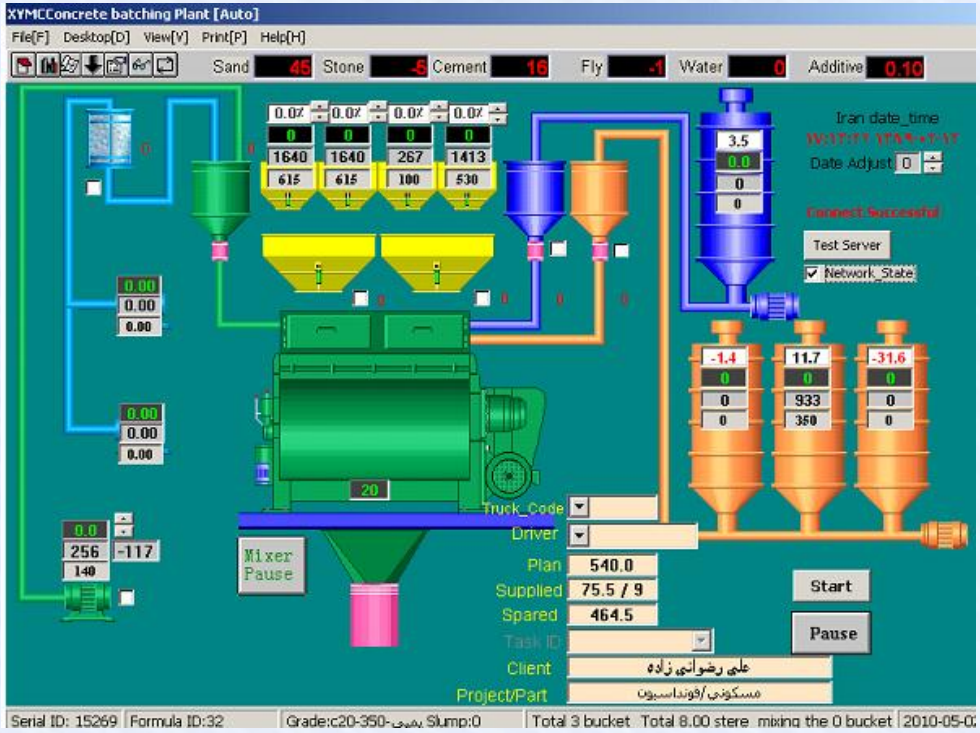
۲– امکان کنترل های لازم در مرحله تولید را داشته باشد.

۳– قابلیت کنترل شرایط محیطی موثر بر کیفیت بتن را داشته باشد.

۴– مجهز به سیستم ثبت و جمع آوری داده ها باشد.

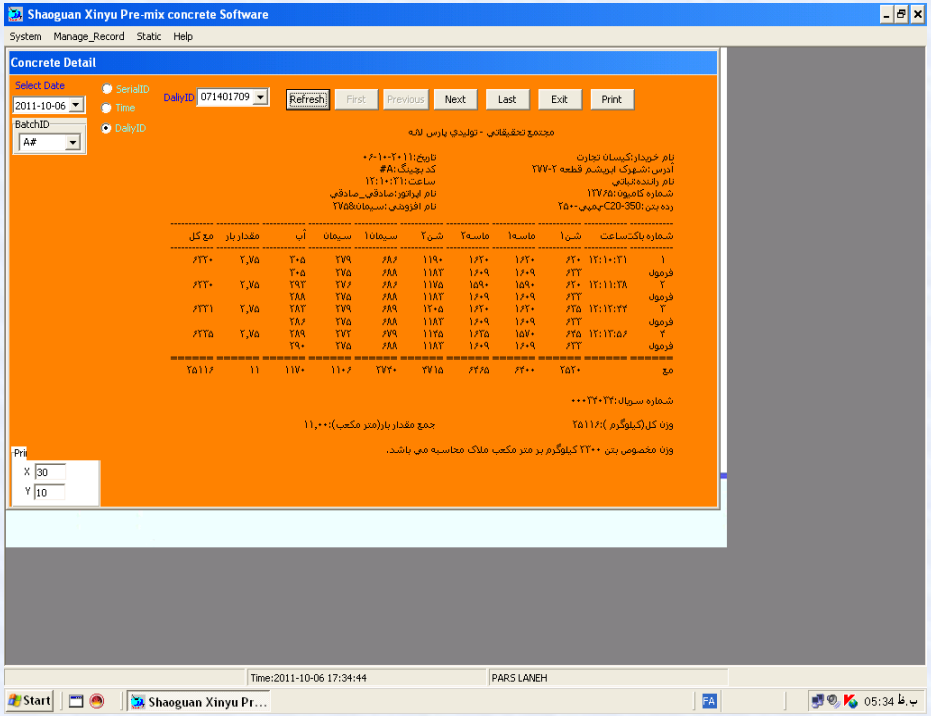
۱– سیستم توزین دقیق مصالح: (سیمان، شن، ماسه، آب، مواد افزودنی جامد و مایع)

۲- امکان کنترل های لازم در مرحله تولید را داشته باشد



۳- قابلیت کنترل شرایط محیطی موثر بر کیفیت بتن را داشته باشد.

۴- مجهز به سیستم ثبت و جمع آوری داده ها باشد.



❑ امتیازات تولید و مصرف بتن آماده

۱- تضمین کیفیت ۲ - مصرف بهینه سیمان ۳- تثبیت کیفیت در تیراژ ۴- کاهش هزینه های تولید ۵- امکان رد گیری بر اساس مستندات ۶- کاهش آلایندگی های زیست محیطی ۷-کنترل های دائمی شن و ماسه ۸- استفاده از دست آوردهای تکنولوژی بتن	۹- بکار گیری مستندات آماری در طرح اختلاط ۱۰- تضمین یکپارچگی بتن در طول پروژه ۱۱- تضمین اسمرار بتن ریزی در بتن ریزی های بزرگ ۱۲- وفاداری به برنامه زمان بندی بتن ریزی ۱۳- استقرار سیستم کنترل کیفیت ۱۴- امکان تولید بتن های ویژه

۱– تضمین کیفیت

۲ – مصرف بهینه سیمان

۳- تثبیت کیفیت در تیراژ

۵– امکان رد گیری بر اساس مستندات

QC-FR-004/REV02

مجتمع تحقیقاتی – تولیدی بتن پارس لانه

مرکز تحقیق و توسعه و کنترل کیفیت

رسید نمونه برداری بتن

گواهی می شود در مورخه ..... ساعت ..... تعداد یک سری نمونه برداری از بتن رده ..... ارسالی از پجینگ A□ / B□با کد شماره ..... مطابق استاندارد ملی شماره ۳۲۰۱ با تعداد ..... آزمونه از نوع مکعبی □استوانه ای □
در حضور نماینده دستگاه نظارت□و نماینده کارفرما□ توسط کارشناس مجتمع تحقیقاتی – تولیدی بتن پارس لانه از محل بتن ریزی پروژه ..... واقع در آدرس ..... با مختصات نقشه ..... و با مشخصات فنی، اسلامپ ..... دمای ..... در محل پروژه□/ کارخانه□ اخذ گردید.

نام و امضاء	نام و امضاء	نام و امضاء
نماینده پارس لانه	نماینده کارفرما	نماینده دستگاه نظارت

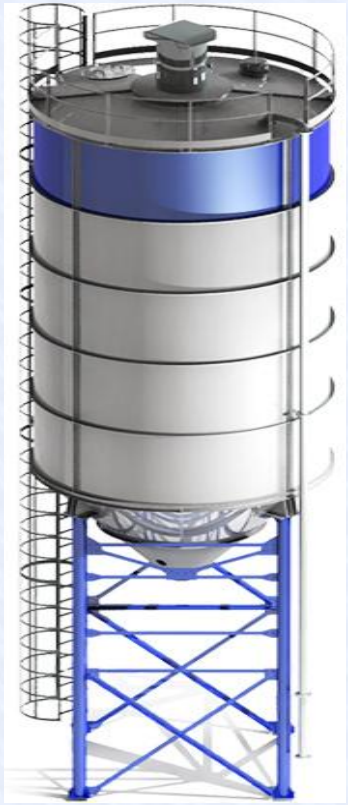
بتن پارس لانه QC-FR-004/REV02 تحقیق و توسعه، کنترل کیفیت			
خریدار:		کد نمونه:	
آدرس:		کد پجینگ: A□ B□	
نام راننده:		نوع پمپ:	
رده بتن:	دمای بتن:	اسلامپ:	
ساعت نمونه گیری:		تاریخ نمونه گیری:	
محل نمونه گیری: کارخانه□	پروژه□		
امضا نماینده آزمایشگاه:		امضا مشتری:	

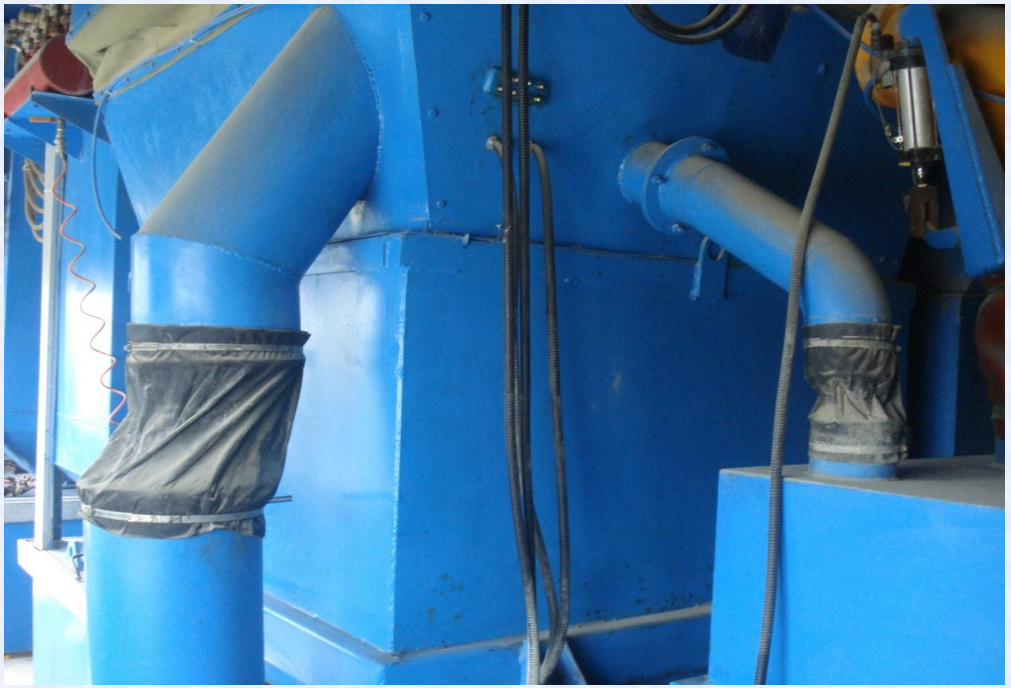
بتن پارس لانه QC-FR-004/REV02 تحقیق و توسعه، کنترل کیفیت			
خریدار:		کد نمونه:	
آدرس:		کد پجینگ: A□ B□	
نام راننده:		نوع پمپ:	
رده بتن:	دمای بتن:	اسلامپ:	
ساعت نمونه گیری:		تاریخ نمونه گیری:	
محل نمونه گیری: کارخانه□	پروژه□		
امضا نماینده آزمایشگاه:		امضا مشتری:	

بتن پارس لانه QC-FR-004/REV02 تحقیق و توسعه، کنترل کیفیت			
خریدار:		کد نمونه:	
آدرس:		کد پجینگ: A□ B□	
نام راننده:		نوع پمپ:	
رده بتن:	دمای بتن:	اسلامپ:	
ساعت نمونه گیری:		تاریخ نمونه گیری:	
محل نمونه گیری: کارخانه□	پروژه□		
امضا نماینده آزمایشگاه:		امضا مشتری:	

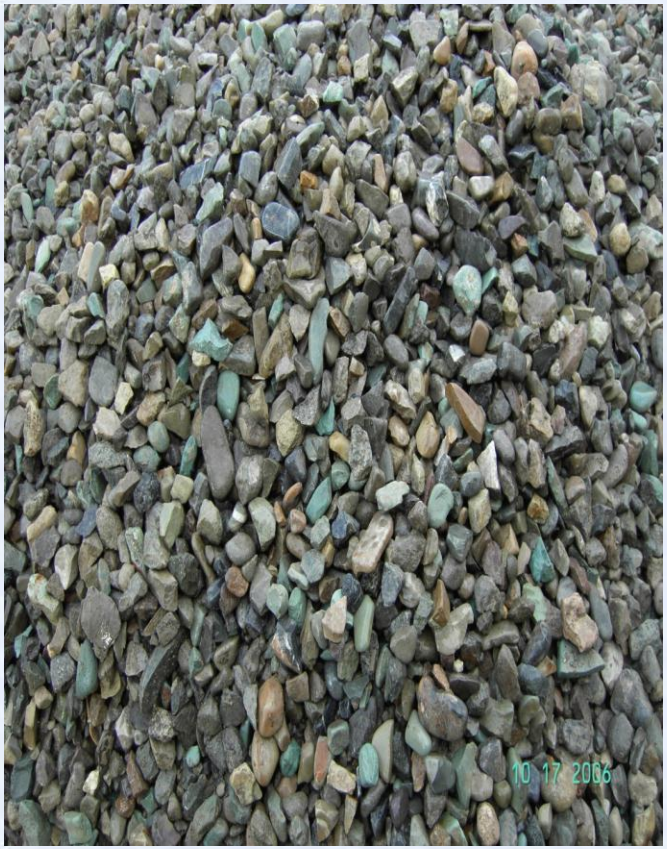
بتن پارس لانه QC-FR-004/REV02 تحقیق و توسعه، کنترل کیفیت			
خریدار:		کد نمونه:	
آدرس:		کد پجینگ: A□ B□	
نام راننده:		نوع پمپ:	
رده بتن:	دمای بتن:	اسلامپ:	
ساعت نمونه گیری:		تاریخ نمونه گیری:	
محل نمونه گیری: کارخانه□	پروژه□		
امضا نماینده آزمایشگاه:		امضا مشتری:	

۶- کاهش آلایندگی های زیست محیطی





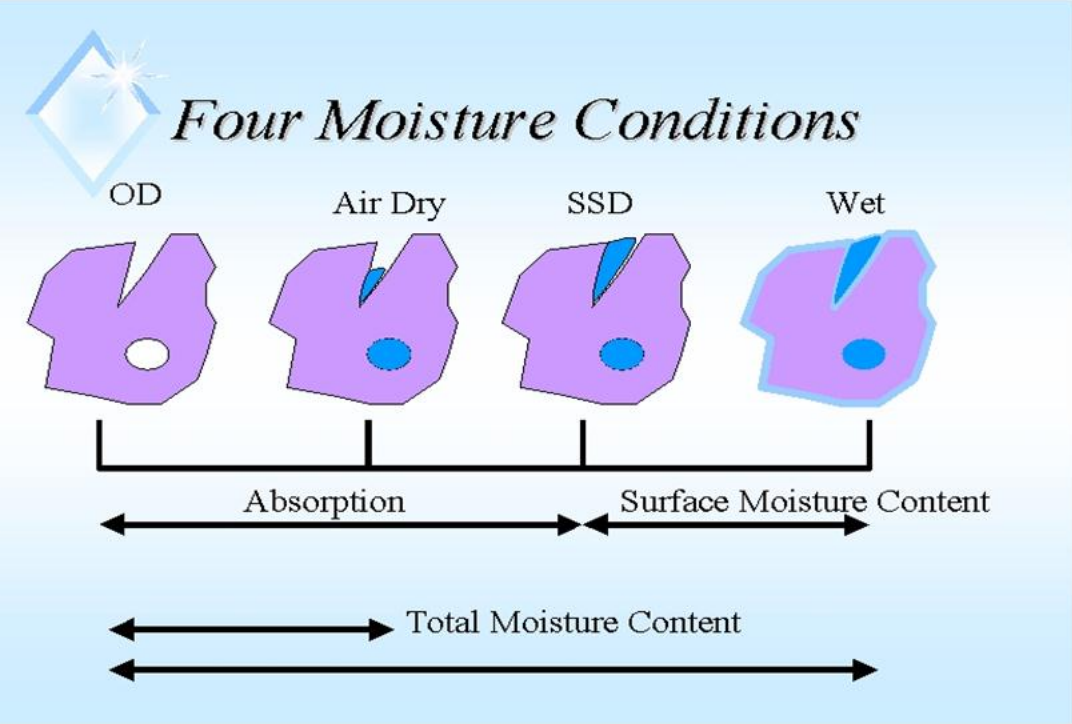
۷–کنترل های دائمی شن و ماسه



❑ نکات مهم در باره سنگدانه ها

۱-درشت دانه ها به آلودگی و اندود گل حساس ترند و مقاومت را به شدت کم میکنند.
۲- توده های یخ زده دمای بتن را کاسته حتی در مخلوط باز نمی شوند.
۳-آب ها ی سنگدانه ته نشین شده زهکش و هدایت شوند.
٤_آفتاب شدید سنگدانه را گرم و داغ میکند با آب پاشی یا روکش و سایه جلوگیری شود.

❑ حالت مختلف رطوبت دانه ها



$$A_{SSD} = \rho_{ASSD}\left(۱۰۰۰ - \frac{C}{\rho_c} - \frac{W_f}{\rho_w} - Va\right) = ۲/۵۹\left(۱۰۰۰ - \frac{۳۳۰}{۳/۱۷} - \frac{۱۶۴}{۱} - ۱۰\right)$$

SSD =۱۸۷۰ Kg/m3

با توجه به سهم هر بخش اندازه سنگدانه می‌توان به تفکیک مقدار هر سنگدانه در حالت SSD را مشخص نمود.

مقدار شن درشت SSD	$G_1SSD = ۴۳۰\ Kg/m^3$
مقدار شن متوسط SSD	$G_2SSD = ۲۹۹\ Kg/m^3$
مقدار شن ریز SSD	$G_3SSD = ۲۶۲\ Kg/m^3$
مقدار ماسه SSD	$S_{SSD} = ۸۷۹\ Kg/m^3$

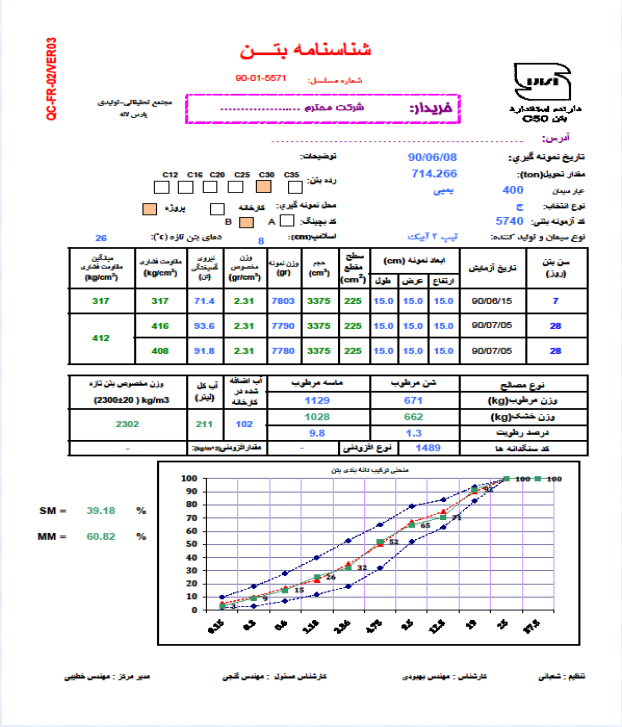
ac = ظرفیت جذب آب به صورت اعشاری است	$A_d = \frac{A_{SSD}}{1+ac}$
مقدار شن درشت خشک	$G_{1d} = \frac{430}{1+0/019} \approx 422 kg/m^3$
مقدار شن متوسط خشک	$G_{2d} = \frac{299}{1+0/021} \approx 293 kg/m^3$
مقدار شن ریز خشک	$G_{3d} = \frac{262}{1+0/023} \approx 265 kg/m^3$
مقدار ماسه خشک	$S_d = \frac{879}{1+0/028} \approx 855 kg/m^3$

آب کل در واقع برابر مجموع آب آزاد و آب موجود در سنگدانه اشباع با سطح خشک است.

Wt = Wf + WASSD = ۱۶۴+۸+۶+۶+۲۴= ۲۰۸ kg/m3

- Stock Pile Segregation

۸– استفاده از دستاوردهای تکنولوژی بتن



شناسنامه بتـــن

شماره مسلسل: 90-01-5571

QC-FR-02/VER03

مجتمع تحقیقاتی-تولیدی پارس آلاء

خریدار: شرکت محترم .....

دارای حسن اجرا کارخانه بتن C50

آدرس: .....

تاریخ نمونه گیری:	90/06/08	توضیحات:	
مقدار تحویل(ton):	714.266	رده بتن:	C35 C30 C25 C20 C16 C12
عیار سیمان	400	پمپی	
نوع انتخاب:	ج	محل نمونه گیری:	کارخانه پروژه
کد آزمونه بتنی:	5740	کد بچینگ:	A B
نوع سیمان و تولید کننده:	تیپ ۲ آبیک	اسلامپ(cm):	8
		دمای بتن تازه (°c):	26

سن بتن (روز)	تاریخ آزمایش	ابعاد نمونه (cm) ارتفاع	عرض	طول	سطح مقطع (cm^2)	حجم (cm^3)	وزن نمونه (gr)	وزن مخصوص (gr/cm^3)	نیروی گسیختگی (t)	مقاومت فشاری (kg/cm^2)	میانگین مقاومت فشاری (kg/cm^2)
7	90/06/15	15.0	15.0	15.0	225	3375	7803	2.31	71.4	317	317
28	90/07/05	15.0	15.0	15.0	225	3375	7790	2.31	93.6	416	412
28	90/07/05	15.0	15.0	15.0	225	3375	7780	2.31	91.8	408	

نوع مصالح	شن مرطوب	ماسه مرطوب	آب اضافه شده در کارخانه	آب کل (لیتر)	وزن مخصوص بتن تازه (2300±20) kg/m3
وزن مرطوب(kg)	671	1129	102	211	2302
وزن خشک(kg)	662	1028			
درصد رطوبت	1.3	9.8			
کد سنگدانه ها	1489	نوع افزودنی -		مقدارافزودنی(lit/m3)	-

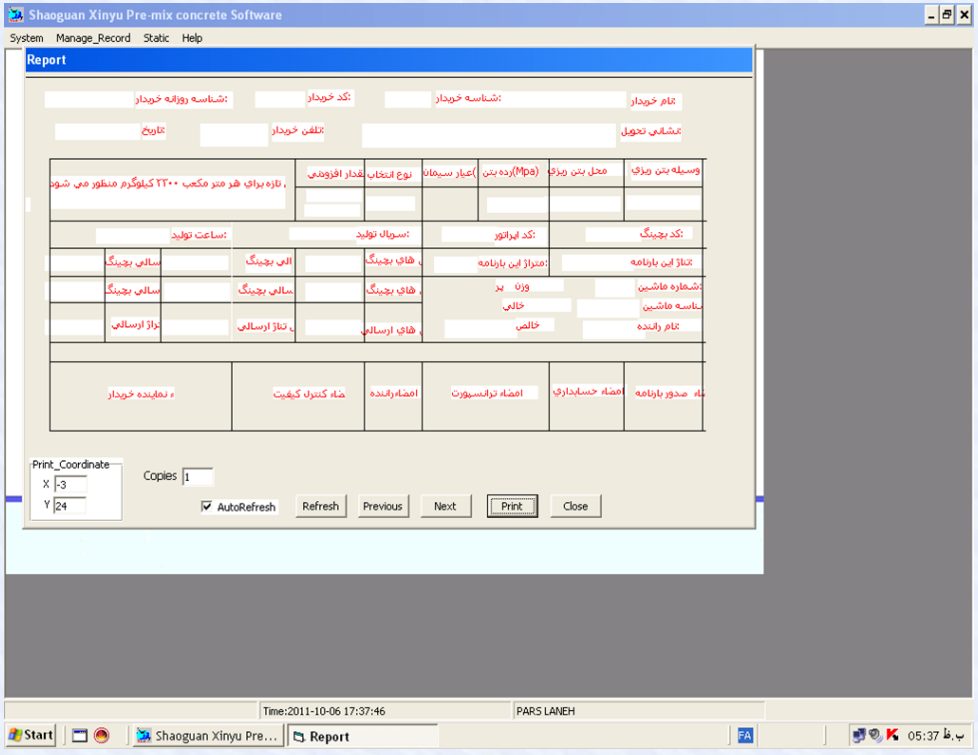
منحنی ترکیب دانه بندی بتن

SM = 39.18 %

MM = 60.82 %

تنظیم : شعبانی کارشناس : مهندس بهبودی کارشناس مسئول : مهندس قدمی مدیر مرکز : مهندس خطیبی

۹- بکار گیری مستندات آماری در طرح اختلاط



نکات مهم

۱- قبل از بارگیری بتن داخل دیگ تراک میکسر آب نباشد.

۲- پره های داخل دیگ کنترل شود تا سالم باشد و آزمایش همگنی انجام شود.

۳- رانندگان آموزش ببینند که دور میکسردر حمل خیلی تند نباشد و به حفظ سلامت و کیفیت بتن آگاهی یابند.

۴- مواد افزودنی دیرگیر کننده و روان ساز همراه تراک میکسر باشد تا در زمان اضطرار با رعایت دستو رالعمل مصرف شود.

۱۱– تضمین استمرار بتن ریزی در بتن ریزی های بزرگ

۱۲– وفاداری به برنامه زمان بندی بتن ریزی

پمپاژ بتن

- **بتن ریزی**

۱۳- استقرار سیستم کنترل کیفیت

۱۴– امکان تولید بتن های ویژه

کنترل و پذیرش بتن

- بررسی کیفی برای همه محصولات تولیدی به دو صورت انجام می‌شود.
  - تضمین کیفیت (Quality Assurance)
  - کنترل کیفیت (Quality Control)

❑ تضمین کیفیت Quality Assurance

- **زمان انجام:**
  - قبل یا هنگام تولید محصول

- **نحوه انجام:**
  - آزمایش های کنترل کیفی مواد اولیه مصرفی
  - آموزش نیروهای انسانی
  - کنترل کیفیت نیروهای انسانی
  - ایجاد سازمان و مدیریت مناسب برای تولید
  - ایجاد مدیریت کیفیت مناسب برای تولید
  - کنترل وسائل و دستگاه ها وکالیبره کردن وسائل اندازه گیری
  - کنترل روش های تولید
  - توجه به دستورالعمل ها و آیین نامه ها و ضوابط موجود اجرایی

مزایای تضمین کیفیت

- کاهش احتمال مردود شدن محصول
- اقتصادی تر شدن تولید محصول با کیفیت
- کاهش تعداد نمونه برداری جهت کنترل کیفی
- افزایش اطمینان محصول
- کاهش هزینه های کنترل کیفی
- کاهش زمان کنترل کیفی
- حفظ منابع طبیعی و مواد اولیه و کاهش افت و ریز
- کاهش آلودگی محیط زیست
- استفاده بهینه از نیروی انسانی و وسائل

- **کنترل کیفیت** Quality Control
  - **زمان انجام:**
    - **بعد از تولید محصول**
  - **نحوه انجام :**
    - **نمونه برداری از محصول نهایی با تواتر پیش بینی شده و روش استاندارد**
    - **آزمایش بر روی محصول نهایی**
    - **مقایسه نتایج حاصله با ویژگی های استاندارد**
    - **قضاوت در مورد محصول نهایی (رد یا قبول هر مجموعه که نمونه برداری شده)**

مزایا و معایب کنترل کیفی

- ایجاد اطمینان نسبی از کیفیت تولید با توجه به علم آمار و احتمال
- نیاز به نمونه گیری های متعدد و افزایش آن برای دستیابی به اطمینان بیشتر
- صرف هزینه قابل توجه برای نمونه گیری و آزمایش
- صرف وقت قابل توجه برای کنترل و قضاوت در مورد محصول نهایی

تضمین کیفیت بتن

- کنترل کیفی اجزای بتن (سیمان و سنگدانه و آب و افزودنی و الیاف) پس از تهیه
- کنترل نحوه انبار کردن اجزای بتن در کارگاه
- کنترل کیفی اجزای بتن پس از انبار کردن طولانی یا غلط
- کنترل کارایی، مهارت و دانش پرسنل دست اندرکار تولید بتن
- کنترل کیفی وسائل و دستگاه های تولید و حمل بتن
- کالیبره باسکول ها و سیستم های سنجش وزنی یا حجمی اجزای بتن
- کنترل مقادیر و نسبت های بتن در هنگام ساخت
- کنترل دستگاه های مخلوط کننده، روش و مدت اختلاط
- کنترل روش حمل و تخلیه بتن و کنترل دما

❑ کنترل کیفی بتن

❖ **در دو مرحله انجام می شود:**

– **کنترل کیفی در مرحله خمیری بودن بتن (بتن تازه)**

– **کنترل کیفی بتن سخت شده**

کنترل و تضمین کیفی قطعه بتنی یا سازه

- آزمایش روی قطعه یا سازه بتنی (روش بارگذاری یا تحلیلی)
- کنترل کیفی قالب
- کنترل کیفی میلگرد و میلگردگذاری
- کنترل کیفی بتن ریخته شده در قالب
- کنترل بکارگیری روش های استاندارد و آیین نامه ها در مراحل اجرایی

❑ کنترل کیفی بتن تازه (خمیری)

❖ هدف:

- دستیابی به بتن سخت شده مناسب (تضمین کیفیت برای بتن سخت شده)
- کنترل دستیابی به اهداف تعیین شده برای بتن خمیری (کنترل کیفی بتن تازه)

❖ نحوه انجام : آزمایش های بتن تازه

- کارایی
- درصد هوا
- دما
- وزن مخصوص
- زمان گیرش
- آب انداختن
- تجزیه بتن تازه
- تغییر حجم یا طول

کنترل کارایی در کارگاه

- **هدف:**
  - کنترل سریع W/Cبا فرض صحت مقادیر و نسبت ها و کیفیت اجزای بتن
  - تضمین کیفیت مقاومتی و دوام
  - تضمین کیفیت مناسب بودن بتن جهت حمل و ریختن با وسائل گوناگون
  - کنترل یکنواختی اختلاط
- **روش : اسلامپ، درجه تراکم پذیری، پهن شدگی یا میز آلمانی، وی بی و ...**
- **زمان : قبل از حمل و یا قبل از ریختن در قطعه یا هر دو**

❑ کنترل درصد هوا

❖ **هدف :**

- کنترل مقدار حباب هوای موجود در بتن
- کنترل یکنواختی مخلوط بتن

❖ **روش : وزنی، حجمی و فشاری**

❑ کنترل دما

❖ هدف:

- **تعیین دما و مقایسه آن با حداقل یا حداکثر مجاز مشخصات فنی عمومی، خصوصی یا آیین نامه**

کنترل وزن مخصوص بتن

❖ **هدف :**

- کنترل یکنواختی بتن
- کنترل صحت ساخت بتن
- کنترل طرح اختلاط بتن (مخلوط آزمون)
- کنترل درصد هوا
- مقایسه با حداقل و حداکثر مجاز در بتن سبک و یا سنگین

❑ تجزیه بتن تازه

❖ هدف:

- کنترل یکنواختی بتن
- تعیین مقادیر تقریبی آب، سیمان، سنگدانه و نسبت آب به سیمان

❑ آب انداختن

❖ هدف :

- تعیین مقدار و سرعت آب انداختن بتن در پروژه های خاص مانند کف ها، سرریزها و کف تونل آب بر

زمان گیرش اولیه و نهایی بتن

هدف :

- تعیین زمان گیرش اولیه جهت بررسی احتمال یا ایجاد درز سرد
- امکان حمل طولانی
- بررسی اثر مواد افزودنی
- بتن ریزی در هوای گرم
- اجرای قالب لغزنده
- تولید قطعات پیش ساخته
- بتن پاشی
- بتن ریزی ترمی

وسیله:

- بکارگیری سوزن و میله های نفوذی مخصوص در ارتباط با ملات حاصله از بتن در شرایط مورد نظر

❑ تغییر حجم بتن تازه

❖ هدف:

- تعیین میزان جمع شدگی (خودزا – ناشی از تبخیر)
- کنترل ترک خوردگی بویژه در قطعات غیر مسلح
- تعیین میزان انبساط یا کاهش جمع شدگی با مصرف مواد منبسط کننده و تعیین میزان مصرف آنها

❑ کنترل بتن سخت شده

❖ **سه روش به کار می رود:**

- نمونه گیری از بتن تازه و قالبگیری و سپس آزمایش بر روی بتن سخت شده
- تهیه نمونه از بتن سخت شده و ریخته شده در قطعه
- انجام آزمایش در جا بر روی بتن سخت شده در قطعه

آزمایش های کنترل بتن سخت شده

- مقاومت فشاری، کششی و خمشی
- خشک شدگی و جمع‌شدگی بتن سخت شده
- مدول الاستیسیته استاتیکی و نسبت پواسون
- آزمایش اولتراسونیک جهت تعیین سرعت پالس در بتن و تعیین مدول الاستیسیته دینامیکی
- تعیین چگالی و جذب آب و تخلخل
- تعیین عیار سیمان بتن سخت شده
- تعیین وضعیت میکروسکپی سیستم حبابهای هوا
- مقاومت بتن در برابر یخبندان و آب شدن سریع
- مقاومت در برابر سایش
- تهیه مغزه و تعیین مقاومت آن
- تعیین مقاومت در برابر بیرون کشیدن

آزمایش های کنترل بتن سخت شده

- آزمایش بتن با اشعه گاما
- تعیین یون کلر بتن
- مقاومت بتن در برابر یون کلر با شاخص الکتریکی
- مقاومت الکتریکی بتن
- آزمایش جذب آب حجمی
- آزمایش جذب آب سطحی
- آزمایش جذب آب موئینه
- تعیین نفوذپذیری تحت فشار آب
- تعیین نفوذپذیری تحت فشار هوا
- چکش اشمیت و تعیین عدد برجهندگی

نمونه برداری از بتن تازه

- **هدف**
  - آزمایش بتن تازه
  - آزمایش بر روی نمونه بتن سخت شده قالب گیری شده

- **نمونه برداری برای آزمایش بتن تازه و سخت شده** ASTM C ۱۷۲ **و استاندارد ۴۸۹ ایران**
- **تهیه نمونه و قالب گیری و نگهداری در آزمایشگاه** ASTM C ۱۹۲ **و استاندارد ۵۸۱ ایران**
- **تهیه نمونه و قالب گیری و نگهداری در کارگاه** ASTM C۳۱
- **تهیه نمونه و قالب گیری درجا و نگهداری در کارگاه** ASTM C۸۷۳

- **تهیه نمونه از بتن سخت شده داخل قطعه یا قالب**

❖ **هدف**

- **کنترل مقاومت و سایر ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی بتن**
- **کنترل میلگرد و پوشش بتن روی میلگرد**

❖ **روش کار:**

- **تهیه مغزه استوانه ای یا تیر خمشی طبق ASTM C۴۲**

نکات مهم در نمونه برداری از بتن تازه

- بین اولین و آخرین بخش نمونه اخذ شده نباید بیش از ۱۵ دقیقه فاصله زمانی وجود داشته باشد.
- بخش‌های نمونه اخذ شده باید به کمک یک بیل یا بیلچه مجدداً بخوبی مخلوط شود تا یکنواختی در حداقل مدت زمان ممکن حاصل گردد.
- آزمایش های تعیین اسلامپ و هوای بتن یا هر دو آن ها را باید ظرف مدت ۵ دقیقه پس از تهیه آخرین بخش بتن آغاز کرد.
- قالب‌گیری از آزمونه‌های مقاومتی باید ظرف مدت ۱۵ دقیقه پس از تهیه نمونه مخلوط شده، آغاز شود و سریعاً ادامه یابد (طبق دستور تهیه قالب).
- آزمونه باید در برابر باد، آفتاب و سایر عوامل تبخیر سریع و نیز از نزدیکی با مواد مضر و عوامل آسیب رسان محافظت شود.

نکات مهم در نمونه برداری از بتن تازه

- حداقل اندازه نمونه برای آزمایش های مقاومت ۲۵ لیتر است (حداقل ۵ برابر حجم آزمونه‌ها) نمونه‌های کوچکتر برای انجام آزمایش های روانی و درصد هوا مجاز تلقی می‌شوند.

- تهیه نمونه از مخلوط کن‌های ثابت (بجز بتونیرها) با مخلوط نمودن ۲ بخش یا بیشتر از نمونه‌های اخذ شده در فواصل منظم زمانی در هنگام تخلیه بخش‌های میانی مخلوط بتن انجام می‌شود. هرگز نباید از قسمت های اول و آخر مخلوط نمونه گرفته شود. نمونه اخذ شده باید از تمام سطح جریان مخلوط گرفته شود و نباید جدا شدگی در جریان بوجود آید.

- تهیه نمونه از بتونیرها با اخذ حداقل ۵ بخش از بتن تخلیه شده از بتونیر و اختلاط آن ها انجام می‌شود. بتن تخلیه شده نباید در معرض تبخیر شدید یا جذب آب توسط سطح جاذب باشد.

❑ نکات مهم در نمونه برداری از بتن تازه

❖ تهیه نمونه از تراک میکسر با مخلوط نمودن ۲ بخش یا بیشتر از نمونه‌های اخذ شده در فواصل منظم زمانی در هنگام تخلیه بخش‌های میانی انجام می‌شود. باید از قسمت های اول و آخر تراک نمونه گرفته شود و نباید قبل از اختلاط کامل آب یا افزودنی مورد نظر نمونه‌گیری شود. توصیه می‌شود بخش‌های این نمونه از تخلیه ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ تهیه شود. در انجام آزمایش روانی می‌توان پس از تخلیه ۳/۰ مترمکعب بتن از تراک میکسر، نمونه‌گیری را انجام داد.

انواع نمونه های بتن سخت شده قالب گیری شده

- نمونه های آزمایشی یا کنترلی (عمل آمده در آزمایشگاه) برای کنترل انطباق بر مقاومت مشخصه و دوام مورد نظر
- نمونه های عمل آمده در کارگاه برای کنترل کفایت عمل آوری (مدت و نحوه)
- نمونه های آگاهی برای اطلاع از مقاومت و دوام بتن در شرایط عمل آوری واقعی کارگاهی
- نمونه های کنترل یکنواختی برای کنترل یکنواختی اختلاط بتن یا بتن تخلیه شده و بتن آماده
- نمونه های مربوط به مخلوط آزمون برای کنترل مقاومت بتن و دوام آن و انطباق با مقاومت و دوام هدف طرح اختلاط

❑ کنترل کفایت عمل آوری با نمونه های عمل آمده در کارگاه

❖ هدف:

- **بررسی و قضاوت در مورد نحوه و مدت عمل آوری رطوبتی، حرارتی و حفاظتی**

❖ روش:

- نمونه شامل چند آزمونه برای عمل آوری در شرایط کارگاهی و آزمایشگاهی تا مدت ۲۸ روز
- انجام آزمایش مقاومت فشاری بر روی دو نوع بتن (از نظر شرایط عمل آوری) در سن ۲۸ روز
- بررسی و اظهار نظر در مورد کفایت عمل آوری (نحوه و مدت) با برقراری یکی از دو رابطه روبرو $fcp \geq 0.85fcl$ و $fcp \geq fc + 4.0\ Mpa$

fcp مقاومت فشاری نمونه استوانه ای در شرایط عمل آوری واقعی کارگاهی در سن ۲۸ روزه

fcl مقاومت فشاری نمونه استوانه ای در شرایط عمل آوری استاندارد آزمایشگاهی در سن ۲۸ روزه

fc مقاومت فشاری مشخصه استوانه ای ۲۸ روزه بتن پروژه در شرایط تعریف شده استاندارد

❑ کنترل مقاومت بتن نمونه های آگاهی

❖ هدف:

- بررسی مقاومت فشاری نمونه های عمل آمده در کارگاه (شرایط واقعی موجود) در هر زمان دلخواه و آگاهی از مقاومت برای اهداف مختلف، ازجمله زمان باز کردن قالب، برداشتن پایه اطمینان، حمل و نقل قطعات پیش ساخته، کفایت عمل آوری حفاظتی اولیه در بتن ریزی هوای سرد و یخبندان، بهره برداری از قطعات پیش ساخته و تعیین مدت عمل آوری تسریع شده و ... .

❖ روش :

- تهیه آزمونه هایی با تعداد حداقل ۲ عدد برای یک سن و نگهداری در شرایط عمل آوری واقعی موجود در کارگاه
- تعیین مقاومت فشاری بتن در سن مورد نظر
- مقایسه مقاومت فشاری موجود با مقاومت مورد نیاز برای تامین هدف مورد نظر (طبق نظرطراح یا آیین نامه)

❑ کنترل بتن از نظر یکنواختی اختلاط بویژه برای بتن آماده

- ❖ **هدف: بررسی یکنواختی بتن مخلوط شده (بتن آماده)، کنترل مدت و نحوه اختلاط، کنترل نحوه حمل و بتن ریزی از نظر جداشدگی.**
- ❖ **روش:**
  - **تهیه دو نمونه از دو بخش مخلوط کن پس از اختلاط و در هنگام تخلیه (۱۵ و ۸۵ درصد) و یا تهیه دو نمونه از دو بخش بتن مشکوک به عدم یکنواختی (جداشدگی) پس از حمل یا ریختن**
  - **انجام آزمایش های خاص مانند تعیین وزن مخصوص بتن، درصد هوا، روانی، درصد مانده روی الک شماره ۴ و تعیین مقاومت فشاری ۷ روزه بر روی نمونه های حاصله از دو بخش مختلف**
  - **مقایسه نتایج دو نمونه با یکدیگر و قرار گرفتن در محدوده اختلاف مجاز**

❑ کنترل بتن از نظر یکنواختی اختلاط بویژه برای بتن آماده

حداکثر اختلاف مجاز دونمونه	آزمایش
۱۶kg/m^3	وزن مخصوص بتن تازه کاملاً متراکم
۱ درصد	درصد هوای بتن
۲۵ میلی‌متر	اسلامپ برای ۱۰۰ میلی متر و کمتر
۳۸ میلی‌متر	اسلامپ برای بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر
۶ درصد	درصد مانده روی الک شماره ۴
۵/۷ درصد	مقاومت فشاری ۷ روزه

❑ تهیه نمونه برای کنترل مقاومت مخلوط آزمون آزمایشگاهی

❖ هدف:

- تعیین مقاومت فشاری نمونه های اخذ شده از بتن تازه مخلوط آزمون برای کنترل طرح اختلاط اولیه با عمل آوری استاندارد جهت مقایسه با مقاومت هدف طرح مخلوط بتن

❖ روش:

- تهیه نمونه بتن ساخته شده در آزمایشگاه با اعداد اولیه طرح مخلوط آزمون
- نگهداری و عمل آوری نمونه طبق استاندارد آزمایشگاهی
- تعیین مقاومت فشاری نمونه (۳ آزمونه)
- مقایسه با مقاومت هدف و تعدیل طرح اختلاط اولیه برای دستیابی به طرح مخلوط نهایی

❑ تهیه نمونه های کنترلی (آزمایشی) جهت بررسی انطباق با رده مورد نظر

❖ هدف:

- تعیین مقاومت فشاری نمونه های اخذ شده از بتن ساخته شده در کارگاه قبل از ریختن در قطعه و بتن نگهداری شده در شرایط عمل آوری استاندارد و بررسی انطباق با رده مورد نظر در سن مقرر (۲۸ روزه)

❖ روش:

- تهیه نمونه بتن در کارگاه طبق ضوابط و تواتر مورد نظر از آخرین محل مصرف بتن قبل از ریختن در قطعه به تعداد آزمونه های مورد نظر آیین نامه
- نگهداری و عمل آوری نمونه طبق استاندارد
- تعیین مقاومت فشاری بتن در سن مقرر و مقایسه آن با مقاومت مشخصه
- پذیرش مجموعه بتن ها با توجه به ضوابط آیین نامه یا عدم پذیرش و مراجعه به مبحث بررسی بتن کم مقاومت

- تهیه نمونه های کنترلی (آزمایشی) جهت بررسی انطباق با رده مورد نظر

❖ **محدودیت:**

- این نمونه کیفیت بتن را پس از ریختن و تراکم و عمل آوری در قطعه نشان نمی دهد.
- این نمونه نمی تواند کیفیت اجرا و قطعه بتنی را به نمایش گذارد.
- این نمونه فقط کیفیت بتن مخلوط شده را قبل از ریختن در قطعه نشان می دهد.

ضوابط نمونه برداری و آزمایش نمونه های کنترلی

- نمونه‌گیری باید بصورت تصادفی (عدم نمونه‌گیری عمدی از بتن سفت‌تر یا شل تر یا دارای وضعیت خاص در زمان خاص) باشد تا مبانی آماری پذیرش بتن مخدوش نگردد و قضاوت صحیح میسر باشد.
- برداشتن نمونه از آخرین محل قبل از ریختن در قطعه برداشت شود.
- به هیچ وجه بتن‌هایی که در قالب قطعه ریخته شده‌اند مجدداً برداشت نشوند.
- هر نوبت نمونه‌گیری شامل حداقل دو آزمونه برای سن مقاومت مشخصه (۲۸ روز) می‌باشد که در صورت نیاز به تعیین مقاومت بتن در سن دیگر می‌توان تعداد آزمونه را افزایش داد.
- با توجه به نکات مندرج در تفسیر جدید آیین نامه بتن ایران بهتر است یک آزمونه اضافی برای قضاوت در زمانی که اختلاف زیادی بتن دو آزمونه وجود دارد تهیه شود. این آزمونه همان آزمونه شاهد که اخذ آن در کارگاه ها رایج است نمی‌باشد.

ضوابط نمونه برداری و آزمایش نمونه های کنترلی

- تهیه آزمونه‌های شاهد در آیین نامه خاصی پیش‌بینی نشده است اما رویه رایج در ایران است و تهیه و آزمایش آن مانعی ندارد.
- در هر روز برای هر نوع بتن حداقل یک نوبت نمونه‌برداری لازم است.
- حداقل ۶ نوبت نمونه‌برداری از یک سازه برای یک رده بتن الزامی است (در ACI پنج نوبت).
- در ACI برای سازه های معمول ساختمانی اخذ یک نوبت نمونه به ازاء هر ۱۱۰ مترمکعب بتن یا هر ۴۶۰ مترمربع سطح دال و دیوار ضروری است اما برای بسیاری از سازه‌های خاص (بجز بتن حجیم و سد) به ازاء هر ۷۵ مترمکعب یک نوبت نمونه‌برداری لازم است. در قالب لغزنده حداقل یک نوبت نمونه‌برداری در هر ۸ ساعت کار روزانه ضروری است.

ضوابط نمونه برداری و آزمایش نمونه های کنترلی

- در آبا در صورتیکه حجم هر نوبت اختلاط بیشتر از یک مترمکعب باشد برای دال و دیوار از هر ۳۰ مترمکعب بتن یا هر ۱۵۰ مترمربع سطح یک نوبت نمونه‌برداری ضروری است. همچنین در آبا برای تیر و کلاف (در صورت ریختن قطعات بصورت جدا از هم) به ازاء هر ۱۰۰ متر طول و برای ستونها به ازاء هر ۵۰ متر طول یک نوبت نمونه‌برداری پیش‌بینی شده است . در تفسیر جدید برای قطعاتی مانند شالوده هایی با حجم زیاد، یک نمونه‌برداری از هر ۶۰ مترمکعب بتن توصیه شده است (بویژه هر نوبت اختلاط بیش از ۲ مترمکعب).

- در آبا گفته شده است که اگر حجم هر نوبت اختلاط کمتر از یک مترمکعب بتن باشد می‌توان مقادیر فوق را به همان نسبت کاهش داد یعنی تعداد دفعات نمونه‌برداری بیشتر می‌شود. مسلماً اگر به تشخیص دستگاه نظارت، کنترل کیفی مطلوبی در ساخت بتن دیده نشود و یکنواختی خوبی حاصل نگردد، می‌توان از این اختیار استفاده نمود.

- طبق تفسیر جدید آبا اگر حجم هر نوبت اختلاط بیش از ۳ مترمکعب باشد (مانند تراک میکسر) می‌توان مقادیر فوق را سه برابر نمود (از هر ۹۰ مترمکعب بتن دال و دیوار و ۴۵۰ مترمربع سطح، ۳۰۰ متر تیر و کلاف و ۱۵۰ متر ستون).

ضوابط نمونه برداری و آزمایش نمونه های کنترلی

- طبق تفسیر جدید آبا توصیه شده است نوبت‌های نمونه‌برداری در سازه بین طبقات مختلف و اعضاء مختلف توزیع گردد.
- در محاسبه سطح دال و دیوار فقط یک وجه آن در نظر گرفته می‌شود.
- طبق آبا اگر حجم بتنی در یک کارگاه از ۳۰ مترمکعب کمتر باشد دستگاه نظارت به تشخیص خود در صورت رضایت می‌تواند برای بخش بدون کیفیت بتن (با توجه به سابقه مصرف بتن آماده یا طرح مخلوط خاص در سایر پروژه‌ها) از نمونه‌برداری و آزمایش مقاومت صرفنظر کند. مسلماً ناظر باید شواهد و قرائنی را دال به رضایت بخش بودن بتن دردست داشته باشد و به هرحال مسئولیت عدم نمونه‌برداری به عهده ناظر خواهد بود (در ACIبرابر ۳۸ مترمکعب).
- نتیجه هر نوبت نمونه‌برداری میانگین نتیجه دو آزمونه در یک سن (مانند سن ۲۸ روزه) می‌باشد.

ضوابط نمونه برداری و آزمایش نمونه های کنترلی

- آزمونه‌های استاندارد استوانه‌هائی به قطر ۱۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر است. در تفسیر آبا در صورتیکه نمونه مکعبی تهیه شود، این نمونه می‌تواند به استوانه استاندارد تبدیل شود. نحوه تبدیل در جدول زیر مشاهده می‌شود. همچنین درآبا مکعب ۱۵۰ میلی‌متری و ۲۰۰ میلی‌متری یکسان فرض شده است و در صورت تهیه استوانه به قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر ضریب تبدیل آن به استوانه استاندارد۱/۰۲ خواهد بود.

جدول – تبدیل مقاومت مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری به استوانه استاندارد و بالعکس

مقاومت فشاری مکعبی MPa	کمتر از ۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
ضریب تبدیل استوانه به مکعب	۲۵/۱	۲۰/۱	۱۷/۱	۱۴/۱	۱۳/۱	۱۱/۱	۱/۱
مقاومت فشاری استوآن های استاندارد MPa	با توجه به ضریب کمتر از ۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
ضریب تبدیل مکعب به استوانه	۸/۰	۸۳۳/۰	۸۵۷/۰	۸۷۵/۰	۸۸۸/۰	۹/۰	۹۱/۰

ضوابط نمونه برداری و آزمایش نمونه های کنترلی

- در برخی آیین نامه ها و مشخصات ممکنست نحوه تبدیل مقاومت مکعبی به استوانه ای متفاوت می‌باشد که در آبا معتبر تلقی نمی‌شود.
- طبق تفسیر جدید آبا اگر اختلاف مقاومت دو آزمونه بیشتراز ۵ درصد میانگین آن دو باشد نتیجه آزمونه سوم قاضی خواهد بود در این صورت نتیجه پرت حذف می‌شود و دو نتیجه دیگر میانگین‌گیری می‌شوند.
- طبق تفسیر جدید آبا اگر مشخص شود ایرادی در مراحل نمونه‌گیری تا آزمایش وجود دارد، نتیجه آزمونه مربوطه قابل استناد و میانگین گیری نمی‌باشد.
- اگر خطاهای عمده‌ای در تهیه نمونه، قالب‌گیری و تراکم، نگهداری و محافظت، مراقبت، حمل، عمل‌آوری و یا در انجام آزمایش تعیین مقاومت بتن وجود داشته باشد، نتیجه آن نوبت نمونه‌برداری در مرحله پذیرش نادیده گرفته می‌شود و از لیست نتایج حذف می‌گردد. در غیر اینصورت از نتیجه هیچیک از آزمونه ها نمی‌توان صرفنظر کرد.

ضوابط نمونه برداری و آزمایش نمونه های کنترلی

- عدم یکنواختی بتن تازه، عدم تراکم صحیح و کامل، نگهداری بتن در محیطی با دمای کمتر یا بیشتر از محدوده استاندارد بویژه در روز اول، فراهم ننمودن پوشش مانع تبخیر آب، قراردادن نمونه درزیر آفتاب یا در برابر باد، وجود شوک‌های حرارتی و رطوبتی، اعمال ضربه در خروج از نمونه از قالب و در حمل و نقل بویژه در روز اول، عمل‌آوری غیر استاندارد از نظر رطوبتی و دما، انجام آزمایش فشاری برروی آزمونه‌های ناصاف و غیرگونیا یا لب پریده و بدون بکارگیری پوشش مناسب در سطح نمونه استوانه ای، طبق تفسیر جدید آبا دلیلی قابل قبول برای صرفنظر نمودن از نتایج نمونه‌برداری خواهد بود. بدیهی است در غیراینصورت از نتیجه نمونه‌ها نمی توان صرفنظر کرد.

❑ ضوابط پذیرش بتن نمونه های آزمایشی (عمل آمده در آزمایشگاه)

- ❖ نتایج نمونه ها باید طبق تاریخ و ساعت اخذ آن ها فهرست گردد.
- ❖ وقتی بتن منطبق بر رده و قابل قبول تلقی می‌شود که هر دو شرایط زیر برقرار باشد.
- ❖ طبق ACI (برای هر سه نمونه متوالی):

$$f_3 \geq f'_c \qquad , \qquad f_i \geq f'_c - 3.5$$

- ❖ در غیراینصورت بتن کم مقاومت تلقی می‌شود و مشمول بررسی بتن کم مقاومت خواهد بود که شکل و محتوای آن با آبا تقریباً یکسان است.

❑ ضوابط پذیرش بتن نمونه های آزمایشی (عمل آمده در آزمایشگاه)

❖ در آبا وقتی بتن منطبق بر رده و قابل قبول تلقی می‌شود که یکی از دو شرایط زیر برآورد شود:

الف– هیچیک از سه نتیجه نمونه متوالی مقاومتشان کمتر از مقاومت مشخصه نباشد (مقاومت همه آن ها مساوی یا بیشتراز مقاومت مشخصه باشد).

ب – شرایط دو گانه زیر برآورده شود:

$f_3 \geq f_c + 1.5$, $f_i \geq f_c + 4.0$

❖ بتن غیر قابل قبول خواهد بود اگر یکی از دو شرایط زیر برقرار باشد:

$f_3 < f_c$, $f_{min} < f_c - 4.0$

ضوابط پذیرش بتن نمونه های آزمایشی (عمل آمده در آزمایشگاه)

- اگر بتن منطبق برده نباشد اما طبق شرایط فوق نیز غیر قابل قبول تلقی نگردد می‌توان به تشخیص طراح، بدون بررسی بیشتر، آن را از نظر سازه‌ای قابل قبول تلقی نمود. مسلماً طراح به درجه اهمیت مقاومت فشاری بتن در منطقه مورد نظر و نحوه اعمال ضرائب ایمنی در تحلیل و طراحی توجه خواهد کرد. به هرحال طراح می‌تواند بتن را از نظر سازه‌ای بدون بررسی بیشتر قبول ننماید. در این صورت باید بررسی بتن با مقاومت کم در دستور کار قرار گیرد.

- در صورتی که بتن از نظر انطباق با رده قبول نشود ولی از نظر تأمین مقاومت سازه‌ای پذیرفته گردد کارفرما و مسئول نظارت می‌توانند طبق دستورالعمل موجود، پیمانکار را جریمه کنند زیرا پیمانکار ضوابط موجود در مشخصات را رعایت نکرده است.

ضوابط تهیه مغزه بتن سخت شده از قطعه

جهت بررسی بتن کم مقاومت، بررسی نحوه بتن‌ریزی، تراکم و عمل‌آوری مشکوک، ارزیابی سازه‌های اجرا شده و ایمنی آن، بررسی و ارزیابی سازه‌های آسیب دیده بایستی موارد ذیل را در نظر گرفت:

- در صورتیکه منطقه ضعیف در بررسی بتن کم مقاومت مشخص شده باشد یا احتمال ضعف در آنجا داده شود ضمن بررسی مدارک کارگاهی و پس از انجام آزمایش های شناسائی توسط چکش اشمیت یا اولتراسوتیک تهیه حداقل سه مغزه از نقاط ضعیف انجام می‌شود. مناطق مشکوک یا محلهائی برای اخذ مغزه در بررسی و ارزیابی سازه‌های اجرا شده یا آسیب دیده باید توسط ناظر یا مشاور مشخص شود و مغزه‌ها اخذ شودکه در این حالت ممکن است مغزه‌ها بیش از سه مغزه باشد.
- بهتر است محل مزبور فاقد میلگرد باشد و در جائی واقع شود که آسیب و ضعف اساسی در عضو بوجود نیاورد. تهیه مغزه از قطعاتی که ارتفاع (ضخامت) آن ها از نظر مغزه کمتر باشد امکان پذیر نیست. در این حالت از دستگاههائی که محل میلگرد رامشخص میکند استفاده می‌شود.

ضوابط تهیه مغزه بتن سخت شده از قطعه

- پس از تهیه مغزه‌ها باید سر و ته آن بریده شود و کلاهک‌گذاری گردد. توصیه می‌شود حتی اگر سطح خارجی صاف باشد باز هم به میزان ۲ تا ۳ سانتیمتر بریده شود تا ترکهای ناشی از جمع شدگی، بر مقاومت موجود اثر نگذارد.

- مغزه ها بصورت خشک یا اشباع تحت آزمایش فشاری قرار می‌گیرند. در بررسی بتن معمولاً به شرایط بهره‌برداری توجه می‌شود و شرایط رطوبتی مغزه مشخص می‌شود. برای مغزه‌های خشک باید ۷ روز آن ها را در دمای ۱۶ تا ۲۷ درجه و در رطوبت نسبی کمتر از ۶۰ درصد نگهداشت در صورتی که شرایط اشباع مد نظر باشد مغزه‌ها باید به مدت حداقل ۴۰ ساعت در آب (یا آب آهک) غوطه‌ور شوند. بدیهی است در صورت نیاز به اشباع کردن، عمل کلاهک گذاری پس از خروج از آب انجام می‌شود.

ضوابط تهیه مغزه بتن سخت شده از قطعه

- نتایج آزمایش مقاومت فشاری مغزه‌ها باید به مقاومت نمونه استوانه ای استاندارد تبدیل شود. دو نوع ضریب تبدیل در این رابطه بکار می‌رود. ضرایب تبدیل مقاومت مغزه بدلیل نداشتن نسبت ارتفاع به قطر مورد نظر در جدول زیر دیده می‌شوند. حداقل قطر مغزه معمولاً ۱۰۰ میلی‌متر است، لذا ارتفاع مغزه نیز نمی‌تواند کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر باشد. در صورتیکه قطر مغزه ۱۰۰ میلی‌متر باشد بایدآن را بر ۰۲/۱ تقسیم نمود تا مقاومت قطر ۱۵۰ میلی متری بدست آید.

ضوابط تهیه مغزه بتن سخت شده از قطعه

جدول – ضرائب تبدیل مقاومت نمونه استوانه ای با نسبت ارتفاع به قطر کمتر از ۲ به مقاومت نمونه استاندارد

نسبت ارتفاع به قطر	بیشتر از ۱/۹۴	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱
ضریب تبدیل	۱	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۷

- مقادیر جدول برای بتن‌های معمولی یا بتن‌های سبک با چگالی بیشتر از 1600 kg/m3 (بصورت خشک یا اشباع) بکار می‌رود و مقاومت نمونه‌ها باید بین ١٤ تا ٤٢ مگاپاسکال باشد. از درون‌یابی می‌توان ضریب تبدیل را بدست آورد و در صورتیکه نسبت ارتفاع به قطر مغزه بیشتر از ۱/۲ باشد باید آنرا کوتاه‌تر نمود.
- نتایج هر آزمونه و متوسط آن ها باید پس از تبدیل به مقاومت استوانه استاندارد در گزارش آورده شوند.

بررسی بتن کم مقاومت

جهت بررسی وضعیت بتن سازه از نظر عملکرد عضو یا کل سازه بواسطه وجود بتن کم مقاومت یا غیر قابل قبول در سازه یا عضو بایستی موارد ذیل را در نظر گرفت :

- با وجود عدم انطباق بتن برده مورد نظر و غیر قابل قبول بودن آن ممکن است بتن از نظر سازه‌ای مورد قبول واقع شود و یا قطعه یا سازه پذیرفته شود. بدیهی است قبول بتن از نظر سازه‌ای رافع مسئولیت پیمانکار نیست و کارفرما می‌تواند جریمه‌های لازم را در نظر بگیرد.
- تدابیر زیر را برای بررسی بتن کم مقاومت و حصول اطمینان از ظرفیت باربری سازه می‌توان به ترتیب موجود اتخاذ نمود. برخی از آن ها در مراحل اول کاملاً تحلیلی و برخی از آن ها در مرحله دوم توأم با آزمایش است.
- در وهله اول، می‌توان همان مقاومت کم را مورد استفاده قرار داد. با استفاده از تحلیل موجود سازه و صرفاً با دقت در تحلیل مقاطع (بدون تحلیل مجدد و طراحی مجدد) اگر بتوان نشان داد به ازای مقاومت بتن کمتر از مقاومت مشخصه نیز ظرفیت باربری سازه تأمین می‌شود، نوع بتن از نظر تأمین مقاومت سازه‌ای قابل قبول است. بکارگیری ابعاد بزرگتر و مصرف میلگرد بیشتر برای بکارگیری تعداد صحیحی از میلگرد و یکسان بودن قطر آن ها عاملی برای جواب گرفتن در این مرحله می‌باشد.

بررسی بتن کم مقاومت

- در صورتیکه در طی انجام مراحل فوق نتیجه‌ای حاصل نشود می‌توان با تحلیل و طراحی مجدد و با فرض وجود بتن کم مقاومت در قسمت هائی از سازه که احتمال می‌رود در این نقاط مصرف شده باشد، کنترل باربری سازه و مقاطع آنرا به انجام رسانید. مسلماً در این مرحله، از تلاشها و لنگرهای هر عضو که در تحلیل مجدد سازه بدست آمده است، استفاده می‌شود. بسیاری از اقدامات انجام شده در طراحی مانند تیپ کردن اعضاء و تقریب‌های مربوط به تحلیل و غیره می‌تواند باعث شود که در این مرحله نتیجه حاصل شود و بتوان بتن را از نظر تأمین مقاومت سازه‌ای قابل قبول تلقی نمود . داشتن بایگانی برای بررسی مدارک کارگاهی شرط مهمی برای استفاده از این بند می‌باشد و دقت در این مرحله می‌تواند احتمال قبول بتن را از نظر سازه‌ای بیشتر نماید.

بررسی بتن کم مقاومت

- در صورتیکه بررسی‌های تحلیلی فوق به سرانجام نرسد، مغزه‌گیری از قسمت هائی که احتمال وجود بتن با تفاوت کمتر در آن ها داده می‌شود در دستور کار قرار می‌گیرد. حداقل سه مغزه از قسمت هایی از سازه که نمونه بتن آن ها شرایط پذیرش را فراهم نکرده‌اند، تهیه می‌شود و در صورتی بتن از نظر تأمین مقاومت پذیرفته می‌شود که شرایط زیر برآورده شود. که در اینصورت نیازی به بررسی‌های تحلیلی فوق وجود نخواهد داشت.

مغزه‌ها $fCC \geq 0.85\ fC$

$fCCmin \geq 0.75\ fC$

- در این حالت ۱۵ درصد کاهش در متوسط مقاومت مغزه‌ها و ۲۵ درصد کاهش در مقاومت حداقل مغزه‌ها مجاز شمرده شده است زیرا در عملیات بتن‌ریزی، تراکم و عمل‌آوری در کارگاه کاستی‌هائی نسبت به تهیه نمونه‌های عمل‌آمده در آزمایشگاه وجود دارد.

بررسی بتن کم مقاومت

- در صورتی که با انجام مراحل فوق باز هم نتوان بتن را از نظر سازه‌ای و تأمین مقاومت ، قابل قبول تلقی نمود و تردید در مورد آن کماکان باقی بماند، ظرفیت باربری عضو و سازه با آزمایش بارگذاری برروی عضو خمشی مشکوک مورد بررسی قرار می گیرد. بدیهی است این امر برای اعضاء غیر خمشی و یا حتی برخی اعضاء خمشی میسر نیست. این آزمایش طبق ضوابط آبا در فصل ۱۹ و ACI 437 انجام می‌شود و نتیجه آن نشان می دهد که عضو مشکوک در زیر بار استاتیکی آزمایش رفتار قابل قبولی را ارائه می‌دهد یا نه؟ اما این آزمایش از اینکه نشان دهد صرفاً بتن دارای مقاومت مطلوب و قابل قبول است عاجز می‌باشد. طراحی محافظه کارانه، اجرای قطعات با ابعاد بزرگتر، مصرف میلگرد بیشتر و با مقاومت بالاتر از مقاومت مشخصه و یا ایجاد بازوی لنگر بیشتر بدلیل نحوه قرارگیری میلگردها از جمله دلائلی است که حتی مصرف بتن کم مقاومت نیز، ظرفیت باربری قابل قبولی را در آزمایش بارگذاری نشان می‌دهد. از طرفی ممکن است حتی در صورتی که بتن قابل قبول و منطبق برررده هر مصرف، شده باشد، بارگذاری جواب قابل قبولی ندهد. بنابراین تفکیک صحت طراحی و اجرای صحیح و مصرف مصالح منطبق با مشخصات از یکدیگر با آزمایش بارگذاری به سهولت امکان پذیر نمی‌باشد.

بررسی بتن کم مقاومت

- اگر به هر دلیل در مورد مغزه‌های اخذ شده (قبول یا رد شده) شکی وجود داشت، می‌توان مغزه‌گیری را تکرار کرد مسلماً اگر که عضو مورد نظر یا سازه از اهمیت و حساسیت ویژه ای برخوردار باشد و یا مسئول نظارت در انتخاب نقاط مورد نظر برای مغزه‌گیری شک نماید، تکرار مغزه‌گیری توصیه می‌شود.
- در آبا گفته شده است که در کنار آزمایش بارگذاری می‌توان اقدامات مقتضی دیگری را به اجرا درآورد. غالباً این تصور پیش می‌آید که مقصود از اقدامات مقتضی دیگر احتمالاً تخریب بتن و قطعه مردود می‌باشد اما چنین تصوری صحیح نیست. ممکن است با تغییر بارهای مرده قطعه (تغییر نقشه، تغییر مصالح و جزئیات اجرا) بتوان بتن و سازه را از نظر تأمین مقاومت و باربری سازه‌ای قابل قبول تلقی نمود. تغییر شرایط بهره‌برداری و همچنین تغییر بار زنده نیز از جمله اقداماتی است که می‌تواند انجام شود. در هر صورت این اقدامات باید با نظر مساعد کارفرما و زیر نظر دستگاه نظارت و طراح پروژه به دقت و با بررسی جمیع جهات صورت گیرد.

بررسی بتن کم مقاومت

- ممکن است بتوان با تقویت و ترمیم بتن و سازه و اتخاذ روشهای مناسب، بتن را از نظر سازه‌ای به حد قابل قبول رساند که از جمله اقدامات مقتضی تلقی می‌شود.

- از جمله اقدامات مقتضی دیگر آن است که اگر مقاومت مغزه‌ها طبق ضوابط فوق مورد پذیرش واقع نشده باشد می‌توان این مقاومت کم و غیر قابل قبول را در محاسبات سازه‌ای و مقطع مانند روش های تحلیلی بکار برد و در مورد قابل قبول بودن بتن از نظر سازه‌ای اظهار نظر کرد. در این حالت باید توجه شود که مقاومت مغزه را نمی‌توان مستقیماً در روابط طراحی و تحلیل مقطع بکار برد ولازم است آنرا بر ۸۵/۰ تقسیم نمود و سپس از آن استفاده کرد و یا ضرائب ایمنی مربوط به بتن را افزایش داد زیرا در روابط موجود از مقاومت مشخصه (پتانسیل) استفاده شده است در حالیکه مقاومت مغزه یک مقاومت موجود (اکتیو) به حساب می‌آید.

بررسی بتن کم مقاومت

- ضعف مقاومتی بتن اغلب نشانه افزایش نسبت آب به سیمان است که باعث کم شدن پایائی و افزایش نفوذ پذیری بتن خواهد بود. در این موارد لازم است ضوابط پایائی نیز مورد توجه قرار گیرد. در این حالت می‌توان حدس زد که نسبت آب به سیمان مخلوط بتن تا چه حد افزایش یافته است و سپس به طرح مسئله دوام و پایائی پرداخت.
- نکته دیگری که باید بدان توجه نمود موضوع پیوستگی بتن با میلگردهاست. این پیوستگی متناسب با مقاومت فشاری بتن می‌باشد و ضعف در مقاومت بتن باعث ضعف در پیوستگی است که کنترل آن در محاسبات سازه و طول پوشش میلگردها ضروری می‌باشد.
- اگر در شرایط خصوصی یا مشخصات فنی خصوصی موارد دیگری مطرح شده باشد رعایت آن ها نیز در کنار بررسی بتن کم مقاومت ضروری است که البته در بیشتر موارد موضوع پایائی اهمیت بیشتری دارد.

بررسی بتن کم مقاومت

- تخریب بخش هائی از سازه معمولاً بعنوان آخرین راه حل باید مد نظر قرار گیرد. تخریب بتن و سازه علاوه بر هدر رفتن سرمایه‌های ملی می‌تواند آثار نامطلوبی را بر بخش‌های سالم و قابل قبول برجای گذارد. تخریب باید طبق دستور دستگاه نظارت و زیر نظر ناظر و با دقت تمام انجام گیرد و از اعمال ضربه برای تخریب حتی‌الامکان خودداری شود.

- بهرحال با پذیرش بتن از نظر سازه‌ای مسئله جریمه منتفی نیست و می‌تواند طبق ضوابطی محاسبه گردد و وصول شود.

❑ آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

❖ **جهت بررسی ظرفیت باربری خمشی اعضاء سازه مانند تیر و دال جهت قبول یا رد بتن از نظر سازه‌ای و یا ارزیابی سازه‌های اجراء شده و ایمنی آن و یا ارزیابی سازه‌های آسیب دیده و یا عدم انطباق با آئین نامه فعلی در زمان ساخت و یا تغییر شرایط بهره‌برداری بایستی موارد ذیل را در نظر گرفت:**

- **دستگاه نظارت در صورت بروز و وجود تردید در ظرفیت باربری پس از انجام محاسبات تحلیلی می‌تواند درخواست آزمایش بارگذاری را برروی قسمت مشکوک و یا تمام سازه ارائه نماید.**
- **آزمایش بارگذاری باید تحت نظر نظارت و پس از گذشت حداقل ۸ هفته از زمان اجراء آن قسمت مشکوک انجام شود مگر آنکه طراح و کارفرما و پیمانکار همگی با انجام آزمایش در سن کمتر موافقت کنند.**

آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- آزمایش بارگذاری باید به نحوی انجام گیرد که اولاً منجر به خرابی و ریزش سازه یا بخشی از آن نشود و در صورت بروز خرابی، امنیت جانی افراد و سالم ماندن تجهیزات موجود تأمین شود. ملاحظات ایمنی نباید بر نتایج آزمایش و خیزها اثر گذارند.
- هدایت و انجام آزمایش توسط مهندس ذیصلاح و با سابقه در این کار که مورد قبول نظارت باشد ضروری است.
- اگر قرار باشد فقط قسمتی از سازه بارگذاری شود باید به نحوی بارگذاری گردد که عامل ضعف مورد شک بخوبی بررسی شود. این امر در تیرها و دالهای یکسره دارای اهمیت زیادی است و باید به توزیع باربرروی عضو خمشی و ایجاد حداکثر لنگر و تلاشهای ممکن توجه نمود.
- ۴۸ ساعت قبل از آن که بارهای آزمایش وارد شود، لازم است بارمرده قطعات کامل شود و تا زمان اتمام آزمایش در محل باقی بماند و معمولاً بار مرده به دلایلی هنوز در این زمان کامل نیست که در اینصورت اعمال تتمه بار مرده (بدون ضریب) لازم است.

آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- بارهای وارده می‌تواند توسط مصالح مختلف و با قرار دادن برروی عضو خمشی اعمال گردد. استفاده از کیسه‌های توزین شده مواد و مصالح ساختمانی یا غیر ساختمانی، آجر، بلوک، جدول و ... بلامانع است اما باید وزن متوسط این مصالح را بدست آورد. امکان استفاده از ماسه یا خاک بصورت فله‌ای و بدون کیسه نیز وجود دارد اما هر نوع مصالح بارگذاری نباید در هنگامی که روی عضو قرار دارد دارای اثر قوس باشد و بتواند بار خود را مستقیماً در همان نقطه وارد نماید.
- قبل از اینکه تتمه بار مرده وارد شود باید ابعاد محل بارگذاری، ابعاد مقطع عضو یا اعضاء مورد نظر و روندکار مشخص شود و مقدار تتمه بار مرده لازم و مقدار بارهای آزمایشی در کل و در هر مرحله مشخص گردد و مصالح بارگذاری تهیه شود تا در حین کار مشکل یا وقفه ناخواسته پیش نیاید.

❑ آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- پس از اعمال تتمه بار مرده لازم است مبانی قرائت‌های خیز و تغییر مکان ها قبل از اعمال بار آزمایش مشخص شود و اقدامات لازم جهت نصب تیر مرجع و وسایل اندازه‌گیری صورت گیرد. بدیهی است مبنای قرائت خیز باید چنان باشد که فقط خیز را در نقطه مورد نظر در اثر بارگذاری برروی قطعه مزبور نشان دهد و تأثیر تغییر طول سایر اعضاء در خیز مربوطه وارد نشود. معمولاً برای این امر تیر مرجع را برروی ستونها یا دیواره‌های بار مربوطه قرار می‌دهند تا بطور خودکار تغییر شکل قائم آن ها از کل خیز کسر گردد و خیز خالص بدست آید. خیز معمولاً در نقاطی که احتمال داده می‌شود حداکثر خیز و تغییر شکل حاصل شود اندازه‌گیری می‌شود.

آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- **بار آزمایش با احتساب بار مرده موجود در هنگام آزمایش برابر ۰/۹۵ بار نهایی مرده و زنده (با ضریب) واقع می‌شود و برروی عضو یا بخش مورد نظر وارد می‌گردد. بار زنده با مراعات ضوابط کاهش سربارها طبق آیین نامه بارگذاری مورد نظر مشخص می‌شود. بنابراین باری که باید علاوه بر اعمال تتمه بار مرده وارد آید عبارت است از :**

بار کل آزمایش = 0.95*(1.25D+1.5L)

بار آزمایش = 0.95(1.25D+1.5L) – D = 0.1875D+1.425L

- **بطور مثال اگر** D **برابر** ۵۰۰Kg/m2 **و** L **برابر** ۲۰۰Kg/m2 **باشد بار آزمایش عبارت است از:**

بار آزمایش = 0.1875 x 500 + 1.425 x 200 = 380 Kg/m2

- **این بار علاوه بر بار مرده** ۵۰۰Kg/m2 **به عضو مزبور وارد می‌شود که بار کل در واقع** ۸۸۰ Kg/m2 **است در حالیکه بارهای مرده وزنده سرویس جمعاً** ۷۰۰ Kg/m2 **می‌باشد.**
- **مسلماً اگر دهانه بزرگی وجود داشته باشد و طبق آیین نامه‌های بارگذاری، کاهش سربار مجاز باشد، باید آن را کاهش داد.**

❑ آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- بار آزمایش باید حداقل در چهار مرحله و با افزایش تقریباً یکسان در هر مرحله بدون وارد کردن ضربه به سازه اعمال شود. در این مرحله هدایت تیم و نظارت بر آن کاملاً ضروری است و باید از توزیع یکنواخت بار و اعمال همه آن (نه کم و نه زیاد) بر عضو خمشی مطمئن گردید و از عملکرد قوسی مصالح بارگذاری جلوگیری به عمل آورد. توصیه می‌شود در انتهای یک مرحله از مراحل بارگذاری، بار سرویس مرده و زنده اعمال شده باشد به همین دلیل افزایش دقیقاً یکسان مطرح نشده است.
- در مثال فوق اگر در چهار مرحله بارگذاری شود، بارگذاری هر مرحله Kg/m2 ۹۵ خواهد بود و مسلماً پس از مراحل اول Kg/m2 ۵۹۵ و پس از مرحله دوم ۶۹۰Kg/m2 وجود خواهد داشت که می‌توان آنرا به Kg/m2 ۷۰۰ رسانید و مرحله بعدی را Kg/m2 ۹۵در نظر گرفت.
- برخی علاقمندند در زیر بار سرویس نیز وضعیت عضو موردنظر را دقیقاً بررسی نمایند که در این مرحله می‌توانند خواسته‌های خود را به اجرا در آورند.

❑ آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- **در آبا و ACI 318 زمان شروع بارگذاری مرحله بعد مشخص نشده است. در ACI 437 برای اعمال هر مرحله از بار باید خیز در فواصل زمانی مساوی اندازه‌گیری شود تا تغییر شکلها تقریباً به وضعیت مقادیر ثابت برسند. برای این منظور اگر تغییر بین دو قرائت خیز متوالی به فاصله حداقل ۲ ساعت از ۱۰ درصد خیز کل اولیه ثبت شده برای مرحل بارگذاری جاری تجاوز نکند، می‌توان تغییر شکلها را تقریباً ثابت شده تلقی کرد و بار مرحله بعدی را وارد نمود.**

- **اگر در طول آزمایش خیزها از حداکثر خیز مجاز تجاوز نماید آزمایش را باید متوقف کرد اما در صورت صلاحدید مهندس ناظر و مهندس آزمایش کننده، آزمایش می‌تواند ادامه یابد که این مسئله دقیقاً به اینکه آزمایش در چه مرحله‌ای است و چه وضعیتی در قطعه حاکم است و چه تدابیری برای جلوگیری از خرابی و آسیب دیدگی تدارک دیده مربوط می‌شود.**

آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- شروع باربرداری هر مرحله نیز تابع ضوابط بارگذاری در هر مرحله است با این تفاوت که در اینجا خیزها در حال کاهش است و وقتی آهنگ برگشت خیز ثابت شد مرحله بعدی باربرداری آغاز می‌شود. مسلماً در این حالت بار مرده سرویس وجود خواهد داشت.
- ۲۴ ساعت پس از حذف بار آزمایش قرائت نهایی خیز انجام می‌گیرد.
- معیار پذیرش سازه از نظر ظرفیت باربری آن است که خیز حاصل از قرائت اولیه در پایان بارگذاری با بار آزمایش از مقدار مجاز زیر تجاوز نکند

$$d_{m1} = \frac{L_t^2}{20000\ h}$$

- که در آن Lt طول دهانه (فاصله محور تا محور تکیه‌گاه و یا فاصله آزاد بین تکیه‌گاهها به اضافه ارتفاع عضو، هر کدام کوچکتر است، می‌باشد. در تیرها یا دالهای طره‌ای طول مربوطه در برابر فاصله تکیه‌گاه تا انتهای طره است و h ارتفاع قطعه می‌باشد
- همچنین نباید آثار شکست یا گسیختگی ریختن بتن و چرخش مشاهده شود وگرنه نباید اجازه آزمایش مجدد هم در آن قسمت داده شود.

❑ آزمایش بارگذاری اعضای خمشی

- در صورتیکه خیز موجود از حد مجاز فوق تجاوز نماید اما برگشت تغییر مکان طی ۲۴ ساعت پس از حذف بار آزمایش مساوی با ۷۵ درصد حداکثر خیز اولیه باشد ظرفیت باربری تأمین است در غیر اینصورت نمی‌توان سازه یا عضو را از این نظر قبول نمود. برگشت خیز نشانه رفتار الاستیک می‌باشد و نشان می دهد سازه به محدوده پلاستیک بصورت جدی وارد نشده است (در عضو پیش تنیده این مقدار ۸۰ درصد است). زیر بار سرویس نباید از خیز محاسباتی طراحی تجاوز شود و ترکی بوجود آید.
- درصورتیکه قطعات از نوع غیر پیش تنیده و در آزمایش مردود تلقی شده باشند می‌توان آنرا پس از حداقل ۷۲ ساعت از شروع باربرداری مجدداً مورد آزمایش قرار داد. در این حالت اگر ترک یا شکست و گسیختگی خاصی مشاهده نشود و برگشت تغییر مکان نیز مساوی یا بیشتر از ۸۰ درصد حداکثر خیز اولیه در آزمایش مجدد باشد می‌توان آنرا قبول نمود.
- اگر باز هم قطعه مردود شود اما ترک و خرابی حاصل گردد و قطعه تعمیر شود یا سطح انتظار از قطعه تغییر کند نباید آزمایش مجدد انجام گردد مگر اینکه در تعمیر و مقاوم سازی سطح کیفی سازه ارتقاء یافته باشد.

همیشه با شکر