



## آیین نامه بتن با دوام بالا

### ۱- مقدمه و هدف:

۱-۱- بی شک پژوهش، یکی از اساسی ترین نیازها برای برای نیل به پیشرفت و توسعه همه جانبه کشور است و قدرت و استقلال هر کشوری بر پژوهش و تولید علم استوار است. در این مسیر دانشکده مهندسی و پدافند غیرعامل دانشگاه جامع امام حسین (ع) با برگزاری کنفرانس ملی و مسابقات نقش مهمی را در فراهم آوردن بستری علمی و پژوهشی به منظور تبادل نظرات و یافته‌های جدید علمی در این زمینه داشته است. کنفرانس ملی فضایی مناسب برای ارائه پژوهش‌ها و تحقیقات علمی اساتید و دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترای دانشگاه‌ها و همچنین سایر مراکز تحقیقاتی و پژوهشی است. از طرفی نتایج این تحقیقات می‌تواند در فعالیت‌های اجرائی و پروژه‌های عمرانی و زیربنایی کشور که دست‌اندرکاران آن‌ها نیز در این کنفرانس شرکت دارند، مورد استفاده قرار گرفته و راه‌های ارتباط صنعت و دانشگاه هموارتر گردد.

۱-۲- مدت‌هاست که از بتن به‌عنوان یک ماده ساختمانی مهم و با مقاومت فشاری بالا جهت ساخت و ساز انواع سازه‌ها استفاده می‌شود. اخیراً با بررسی دوام سازه‌های بتنی مسلح، بویژه در مناطق خورنده و سخت به این مسئله رسیدند که مقاومت به تنهایی نمی‌تواند جواب‌گوی کلیه خواص مربوط به بتن به خصوص دوام آن باشد و لازم است در طول مدت بهره‌دهی، پایایی و دوام آن نیز مدنظر قرار گیرد. به همین منظور پژوهشکده مهندسی و پدافند غیرعامل دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام) در نظر دارد به منظور تاکید بر تولید علم، آگاهی، آموزش و ترقیب مهندسين نسل‌های آینده اقدام به برگزاری مسابقه نماید تا با پژوهش و تحقیقات نوین نقش مؤثری در ارتقای علمی و تخصصی کارشناسان فنی داشته باشد.

۱-۳- سند جامع چشم‌انداز بتن ۱۴۰۴ به منظور ارتقاء مقاومت و دوام بتن و سازه‌های بتنی در کشور، توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تدوین شده است. طبق این سند، لازم است مقامت فشاری بتن‌های مصرفی در پایان برنامه (۱۴۰۴) افزایش قابل توجهی نسبت به شرایط موجود پیدا کند. این سند پیش بینی نموده است که طی سه برنامه زمانی چهارساله، مقاومت مشخصه بتن پروژه‌ها در سال ۱۳۹۶ به ۳۵Mpa، سال ۱۴۰۰ به ۴۵Mpa و سال ۱۴۰۴ به حداقل ۵۰Mpa ارتقا پیدا کند. در سال ۱۴۰۴، طرح به شکل فراگیر در کشور پیاده سازی خواهد شد و می‌بایست تمامی تولیدکنندگان مصالح مصرفی در بتن، تولیدکنندگان بتن آماده و همچنین پیمانکاران، الزامات و محدودیت‌های مورد نیاز برای اجرای بتن پرمقامت را رعایت نمایند. در این سند مهم، رعایت حداقل مقاومت مشخصه ۵۰Mpa در طراحی سازه‌های بتنی و استفاده از بتن‌های پرمقاومت در اجرای انواع سازه‌ها پیش بینی شده است.

۱-۴- ساخت بتن با مقاومت بیشتر و دوام بالا، یکی از مهارت‌هایی است که لازم است دست‌اندرکاران تولید، اجرا و نظارت سازه‌های بتنی کسب نمایند. در این مسابقه تولید یک بتن با دوام بالا و با کمترین هزینه ممکن به رقابت گذاشته می‌شود.

### ۲- شرایط تیم‌های شرکت کننده:

۲-۱- اعضای هر تیم (با احتساب سرپرست یا استاد راهنما)، متشکل از حداقل ۳ نفر و حداکثر ۵ نفر می‌باشد که بنا به تشخیص و تایید سرپرست تیم انتخاب می‌شوند. فرم ثبت‌نام هر تیم باید به تایید دبیر اجرایی مسابقات برسد.

۲-۲- سرپرست تیم، ناظر بر عملکرد اعضا در اجرای قوانین مسابقه بوده و صحت عملکرد تیم را تایید می‌نماید. سرپرست تیم و هر یک از اعضا فقط می‌توانند در یک تیم عضویت داشته باشند.



- ۲-۳- هر یک از تیم‌ها می‌توانند برای خود نامی برگزیده که برگرفته از نام دانشگاه، یا موسسه و یا محل فعالیت خود باشد.  
۲-۴- یک نفر از اعضا باید به عنوان رابط تیم جهت انجام هماهنگی‌های لازم و اطلاع رسانی معرفی شود.

### ۳- مصالح مصرفی:

- ۳-۱- مشخصات مصالح مصرفی در نمونه‌های بتنی به شرح ذیل است:
- انواع سیمان پرتلند تولید داخل طبق استاندارد ISIRI ۳۸۹، آمیخته و یا روبراه‌ای طبق استاندارد ISIRI ۳۴۳۲ و ISIRI ۳۵۱۷
  - مصالح سنگی متداول با حداکثر اندازه ۱۹ میلی‌متر (الک  $\frac{3}{4}$  اینچ) منطبق بر استاندارد ISIRI ۳۰۲
  - مواد افزودنی (روان کننده، فوق روان کننده و ...) مایع منطبق بر استاندارد ISIRI ۲۹۳۰
  - میکروسلیس منطبق بر استاندارد ISIRI ۱۳۲۷۸
  - پودر سنگ آهکی
- ۳-۲- به غیر از مصالح ذکر شده، استفاده از هرگونه ماده دیگر (مانند مواد پلیمری، الیاف و ...) مجاز نیست.
- ۳-۳- در صورتی که شرکت کنندگان تمایل به استفاده از مصالح خود داشته باشند بایستی میزان مصالح مصرفی برای تولید ۴۰ لیتر بتن کافی باشد. نیمی از مصالح جهت کنترل‌های لازم نگهداری و آزمایش می‌شود. البته تیم‌ها می‌بایست در هنگام ارائه طرح مخلوط بتن، نتایج چگالی، درصد جذب آب و درصد رطوبت هر یک از مصالح مصرفی خود را نیز اعلام نمایند.
- ۳-۴- مصالح سنگی که توسط تیم‌ها آورده می‌شود لزوماً باید تمیز بوده و فاقد مواد ریزتر از الک نمره ۲۰۰ باشد.
- ۳-۵- مصالح سنگی نباید هیچ‌گونه اثر روان‌کنندگی در بتن ایجاد نماید؛ براین اساس نمونه‌ای از مصالح سنگی مورد استفاده توسط تیم‌ها، در آب غوطه‌ور شده و تاثیر آن بر خمیر سیمان ارزیابی و با آب معمولی مقایسه می‌گردد.
- ۳-۶- حداقل ۲۰ درصد مجموع وزنی مصالح سنگی نمونه‌ها باید از شن بادامی (دانه‌های درشت‌تر از ۱۲/۵ میلی‌متر) تشکیل شده باشد.
- ۳-۷- در صورت استفاده تیم‌ها از مواد افزودنی غلیظ‌تر به تناسب هزینه افزودنی در محاسبه امتیاز مربوط به تیم، لحاظ می‌شود.

### ۴- نحوه برگزاری مسابقه:

- ۴-۱- این مسابقه در دو مرحله برگزار می‌شود؛ در مرحله اول هر یک از تیم‌های شرکت کننده، لازم است سه عدد آزمون بتنی به ابعاد ۱۰\*۱۰\*۱۰ سانتی‌متر را در آزمایشگاه‌ها، پروژه‌ها و محل فعالیت خود تولید نموده و به مدت ۷ روز در شرایط استاندارد عمل‌آوری نمایند. سپس این آزمون‌ها را در داخل گرمچال به مدت ۲۴ ساعت خشک نموده و به دبیرخانه همایش و مسابقه ارسال نمایند. در این مرحله از مسابقه، ارزیابی تیم‌ها بر اساس **مقاومت فشاری بتن** و **جذب آب نهایی** نمونه‌های ارسالی انجام می‌شود. از بین تیم‌های شرکت کننده ۱۰ تیم برگزیده شده و به مرحله نهایی مسابقات راه پیدا می‌کنند. تیم‌ها در مرحله نهایی به صورت حضوری به رقابت با یکدیگر پرداخته و پس از تعیین نتایج از حائزین رتبه تقدیر خواهد شد.
- ۴-۲- از هر مؤسسه و یا دانشگاهی حداکثر دو تیم می‌تواند به مرحله نهایی مسابقه راه پیدا کند.
- ۴-۳- به دلیل برخورداری از شرایط میزبانی، تیم‌های شرکت کننده از دانشگاه جامع امام حسین (ع) به تنهایی نمی‌توانند حائز رتبه اول شوند.

#### ۴-۴-۴ ارائه طرح مخلوط بتن:

هر تیم بایستی طرح مخلوط خود را بر اساس یک مترمکعب بتن در روز مسابقه به صورت جدول زیر ارائه نماید؛

مصلح	جرم حجمی ( $kg/m^3$ )	وزن برای یک مترمکعب بتن
سیمان	$\rho_c=3150$	C
شن ریز	$\rho_{A_1}$	$A_1$
شن درشت	$\rho_{A_2}$	$A_2$
ماسه	$\rho_{A_3}$	$A_3$
پودر سنگ	$\rho_{A_4}=2600$	$A_4$
میکروسلیس	$\rho_s=2250$	S
افزودنی	$\rho_f=1130$	F
آب آزاد	$\rho_w$	W

اعداد ارائه شده در طرح مخلوط باید به صورتی باشد که مجموع حجم اجزای تشکیل دهنده بتن، برابر یک متر مکعب (معادل 1000 lit) گردد. بنابراین طرح مخلوط ارائه شده در رابطه زیر صدق کند:

$$\frac{C}{\rho_c} + \frac{A_1}{\rho_{A_1}} + \frac{A_2}{\rho_{A_2}} + \frac{A_3}{\rho_{A_3}} + \frac{A_4}{\rho_{A_4}} + \frac{S}{\rho_s} + \frac{F}{\rho_f} + \frac{W}{\rho_w} + V_a = 1 m^3$$

$V_a$ : حجم هوای محبوس در بتن که ۲ درصد حجمی فرض می‌شود. (معادل  $0.02 m^3 = 20 lit$ )

۴-۴-۴-۱ در صورتی که مجموع حجم مصالح بر اساس طرح مخلوط ارائه شده تیمی کمتر و یا بیشتر از یک متر مکعب شود، لازم است نسبت به تصحیح اعداد طرح مخلوط اقدام شود، در غیر این صورت تیم اجازه ساخت نخواهد داشت و از دوره مسابقه حذف خواهد شد.

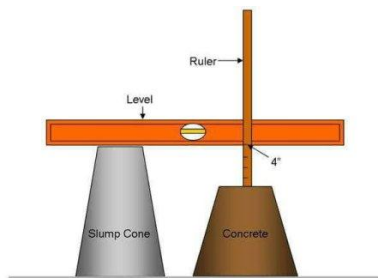
۴-۴-۴-۲ هر تیم بایستی ۲۰ لیتر بتن تولید کند. بنابراین اعداد طرح مخلوط در ضریب ۰/۰۲ ضرب شده و مصالح توسط اعضاء تیم وزن می‌شود.

۴-۴-۴-۳ الک کردن و تغییر در دانه‌بندی مصالح سنگی در مدت زمان در نظر گرفته شده برای هر تیم بلامانع است. (الک‌های مورد نیاز باید توسط اعضاء تیم تامین شود).

۴-۴-۴-۴ الک کردن سیمان مجاز نیست.

۴-۴-۵ اسلامپ بتن:

آزمایش اسلامپ طبق استاندارد ۳۲۰۳-۲ ISIRI انجام می‌شود و باید موارد زیر رعایت شود:



- بتن در ۳ لایه ریخته شود و ارتفاع بتن لایه‌ها باهم برابر باشد.
- هرلایه با ۲۵ ضربه متراکم شود و ضربات به طور یکنواخت توزیع شود.
- کل زمان اسلامپ‌گیری از آغاز پر کردن قالب تا برداشتن آن کمتر از ۴ دقیقه طول بکشد.
- هنگام آزمایش، سینی بدون حرکت بوده و پایه‌های قیف توسط فرد آزمایش کننده ثابت نگاه داشته شود.
- قیف اسلامپ بدون حرکت جانبی یا پیچشی و در فاصله زمانی ۵ تا ۱۰ ثانیه به صورت قائم برداشته شود.
- میزان افت بتن از زیر میله افقی تا بالاترین نقطه بتن اندازه‌گیری می‌شود.



۴-۵-۱- اسلامپ بتن تولید شده باید در محدود  $20 \pm 140$  میلی‌متر باشد. آزمایش اسلامپ پس از ۵ دقیقه از آغاز اختلاط می‌تواند انجام شود. پیش‌بینی می‌شود در صورتی که دمای مصالح هم‌دمای محیط باشد، دمای بتن تازه بین ۱۶ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد باشد.

۴-۵-۲- آزمایش اسلامپ توسط اعضاء تیم و در حضور داور انجام می‌شود. مراحل آزمایش بایستی به تایید داور برسد.  
 ۴-۵-۳- بتن تولیدی باید دارای چسبندگی لازم برای انجام آزمایش اسلامپ باشد. در صورتی که اسلامپ برشی رخ دهد و بخشی از بتن ریزش نماید، آزمایش اسلامپ مردود شده و باید تکرار گردد.

۴-۵-۴- در صورت عدم دستیابی به اسلامپ مطلوب، اعضاء تیم می‌توانند تا حداکثر ۱۰ دقیقه از زمان شروع اختلاط، با اضافه کردن افزودنی شیمیایی، طرح خود را اصلاح نمایند. در هر صورت اسلامپ نهایی بتن باید مناسب بوده و به حد پذیرش برسد.

۴-۵-۵- هر یک از تیم‌ها حداکثر می‌توانند تا ۲ مرتبه بدون کسر امتیاز اسلامپ بگیرند و حداکثر ۳ بار آزمایش اسلامپ را تکرار نمایند. حداکثر زمان انجام آزمایش اسلامپ تا ۲۰ دقیقه پس از شروع اختلاط است.

۴-۶- هزینه ساخت هر متر مکعب بتن:

هزینه یک متر مکعب بتن بر مبنای جدول زیر محاسبه می‌شود؛

نوع مصالح	واحد	قیمت مصالح
سیمان	Rial / Kg	۱,۸۰۰
مصالح سنگی	Rial / Kg	۳۰۰
پودر سنگ آهکی	Rial / Kg	۹۰۰
آب	Rial / Kg	۶۰
میکروسلیس	Rial / Kg	۷,۵۰۰
افزودنی پلی‌کربوکسیلات	Rial / Kg	۱۵۰,۰۰۰
افزودنی نفتالینی با غلظت ۴۰ درصد	Rial / Kg	۷۵,۰۰۰
افزودنی ملامینی با غلظت ۲۷ درصد	Rial / Kg	۴۵,۰۰۰
افزودنی لیگنوسولفونات	Rial / Kg	۴۵,۰۰۰

## ۵- خطاها و کسر امتیاز:

۵-۱- کل زمان مجاز برای هر تیم از شروع ساخت بتن تا تحویل کامل وسایل شسته شده ۳۵ دقیقه می‌باشد. در صورتی که زمان ساخت بتن از حد مجاز بیشتر شود به ازای هر دقیقه تاخیر ۱ امتیاز منفی برای تیم منظور می‌شود. حداکثر زمان اضافه با کسر امتیاز ۱۵ دقیقه است.

۵-۲- هر یک از تیم‌ها باید بتن ساخته شده را به طور کامل مخلوط کرده و سپس نمونه‌گیری نمایند. جدا کردن قسمتی از اجزای بتن تخلف محسوب می‌شود. همچنین در صورتی که به تشخیص هیأت داوران، بتن آب‌انداختگی یا جدایشگی شدید داشته باشد، ۳ امتیاز منفی لحاظ خواهد شد.

۵-۳- در صورت عدم تامین اسلامپ مطلوب مطابق با بند ۴-۵-۱ به ازای هر اسلامپ کمتر/بیشتر ۲ امتیاز منفی برای تیم منظور می‌شود. حداقل و حداکثر اسلامپ قابل پذیرش به ترتیب ۱۰۰ و ۱۸۰ میلی‌متر است.



۴-۵- در صورتی که مدت زمان اسلامپ گیری بیش از مدت زمان تعیین شده در بند ۴-۵ (۴ دقیقه) شود به ازای هر ۳۰ ثانیه تاخیر ۰/۳ امتیاز منفی لحاظ می گردد.

۵-۵- در صورت اصلاح طرح مخلوط با افزودنی شیمیایی پس از انجام آزمایش اسلامپ اول، ۲ امتیاز از هر تیم کسر خواهد شد.  
۶-۵- یکی از اعضاء تیم باید روز بعد از برگزاری مسابقه برای باز کردن قالبها به محل مسابقه مراجعه نماید. در صورت عدم مراجعه ۵ امتیاز منفی به تیم مربوطه تعلق خواهد گرفت.

۷-۵- در صورت اعمال هرگونه تقلب (بنا به تشخیص داور) در مراحل ساخت بتن، اعضاء تیم از کلیه مسابقات آتی محروم خواهند شد.

تبصره ۱: هیئت داوران مجاز به تصمیم گیری برای موارد عمومی پیش بینی نشده و یا خارج از مطالب ذکر شده در آیین نامه هستند. تصمیم هیئت داوران غیرقابل اعتراض است.

## ۶- نحوه ارزیابی تیم های برگزیده:

۶-۱- در مرحله اول مسابقه، ارزیابی تیمها بر اساس مقاومت فشاری بتن و جذب آب نهایی نمونه های ارسالی انجام می شود. هر یک از تیمها موظفند شش نمونه مکعبی خشک شده به ابعاد ۱۰\*۱۰\*۱۰ سانتی متر را برای شرکت در مرحله اول به محل برگزاری مسابقات ارسال نمایند. در این مرحله تیمهایی انتخاب می شوند که مجموع جذب آب نهایی و اختلاف مقاومت فشاری آنها از ۴۰ Mpa کمتر باشد. در صورت یکسان بودن امتیاز، جذب آب کمتر انتخاب خواهد شد.  
نکته ۱: اندازه گیری مقاومت فشاری و جذب آب نهایی در هر مرحله از مسابقه در حقیقت میانگین نتیجه دو آزمون از تیمها می باشد که با انتخاب داور مسابقه مورد آزمایش قرار می گیرد. آزمون سوم برای آزمایش های تکمیلی و موارد پیش بینی نشده احتمالی نگه داشته می شود.

۶-۲- در مرحله دوم تیمها می بایست ۲ آزمون استوانه ای به ابعاد ۱۰\*۲۰\*۱۰ سانتی متر و ۶ آزمون مکعبی ۱۰\*۱۰\*۱۰ قالب گیری کنند. نمونه های مقاومت فشاری و جذب آب کوتاه مدت برای عمل آوری استاندارد، ۷ روز داخل آب قرار می گیرند. سپس در سن ۷ روز به مدت ۲۴ ساعت درون گرمچال خشک می شوند و مورد آزمایش قرار می گیرند. نمونه های دیگر نیز به مدت دو هفته در آب با دمای ۳۵ درجه سانتی گراد قرار می گیرد. سپس یک آزمون به صورت تصادفی توسط داور مسابقه انتخاب و برای اشباع سازی درون آب غوطه ور می شود و آزمونهای اشباع شده برای آزمایش مقاومت ویژه الکتریکی بتن (سطحی و حجمی) و آزمایش RCMT (به روش AASHTO) استفاده می شود و نتایج به صورت مشترک امتیازدهی می شوند.

۶-۳- در صورتی که اختلاف نتایج مقاومت فشاری و جذب آب کوتاه مدت از ۱۵٪ از نتایج مرحله اول بیش تر باشد، تیم شرکت کننده حائز رتبه نخواهد شد.

۶-۴- در مرحله نهایی، تیمی که بتواند با صرف هزینه کمتر بتنی با بیشترین میزان دوام را با رعایت ضوابط این آیین نامه تولید کند و همچنین ارائه گزارش مناسب و درست از طرح مخلوط بتن به داوران مسابقه داشته باشد برگزیده مسابقه خواهد بود.

$$P = \frac{f + \frac{0.75}{A} + R + \frac{W}{2.5} + \frac{450}{D * 10^{12}}}{10C} + M - S$$

$f$ : میانگین نتایج به دست آمده از آزمایش مقاومت فشاری (MPa)

$A$ : میانگین نتایج بدست آمده از آزمایش جذب آب کوتاه مدت (٪)



اولین دوره مسابقات بتن  
دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام)

دانشکده و پژوهشکده مهندسی و پدافند غیرعامل



- $R$ : میانگین نتایج بدست آمده از آزمایش مقاومت الکتریکی حجمی (اهم. متر)  
 $w$ : میانگین نتایج بدست آمده از آزمایش مقاومت الکتریکی سطحی (اهم. متر)  
 $D$ : میانگین ضریب انتشار بدست آمده از آزمایش  $RCMT$  (مترمربع/ثانیه)  
 $C$ : هزینه یک مترمکعب بتن ساخته شده توسط هر تیم (میلیون ریال)  
 $M$ : امتیاز گزارش طرح اختلاط بتن (صفر تا ۵ امتیاز)  
 $S$ : مجموع امتیازهای منفی در نظر گرفته شده بر طبق آیین نامه مسابقات

### نکته بسیار مهم:

❖ در هر مرحله از مسابقه در صورت ایجاد شرایط اضطرار تصمیم نهایی توسط داور مسابقه و کمیته برگزاری مسابقات گرفته خواهد شد و تیمهای شرکت کننده فقط می توانند مراتب اعتراض خود را کتباً با ادوات محکم به کمیته برگزاری مسابقه اعلام نمایند.