

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علم و فرهنگ رشت



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)



جهاد دانشگاهی گیلان



برگزار کنندگان:

- ✓ دانشگاه علم و فرهنگ رشت
- ✓ جهاد دانشگاهی استان گیلان

آئین نامه مسابقه بتن سبک سازه‌ای

معرفی و هدف :

بتن سازه‌ای که در ساختمان‌ها استفاده می‌شود، طبق آیین نامه‌های طراحی باید مقاومت مشخصی داشته باشد. در مناطق زلزله خیز (مانند اکثر نقاط ایران) نیروهای لرزه‌ای بر ساختمان اثرگذار هستند و کاهش وزن سازه می‌تواند تاثیر نیروهای جانبی را کم کرده و طراحی را ایمن‌تر و اقتصادی‌تر نماید. هدف از این مسابقه، ساخت مکعب‌های بتنی سبک (با چگالی **حداکثر ۱۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب**) و با مقاومت فشاری متوسط 45MPa (پس از طی دوره نگهداری مطابق بند ۳-۱۱)، با حداقل هزینه ممکن می‌باشد. در این مسابقه سعی شده است مواد و مصالح و روش ساخت بتن سبک به گونه‌ای باشد که به شرایط اجرائی در کارگاهها نزدیک باشد و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد. با توجه به موارد مذکور در این آئین نامه، تیمی که بتن آن مقاومت مناسب و با کمترین چگالی، هزینه و زمان ساخت باشد و گزارشی با کیفیت بهتر ارائه نماید، برنده مسابقه خواهد بود.

قوانین مسابقه:

این مسابقه در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله ی اول، دانشجویان با استفاده از مصالح مجاز، نسبت به انجام آزمایشات و ساخت نمونه‌ها در دانشگاه خود اقدام می‌نمایند و موظفند نمونه‌های خود را حداکثر تا تاریخ **۲۰ اسفند ماه ۱۳۹۳** به **محل دبیرخانه هشتمین دوره مسابقات ملی بتن به آدرس رشت- میدان گاز- ساختمان شماره ۱ جهاددانشگاهی گیلان** (از طریق پست یا به صورت حضوری) تحویل نمایند. پس از بررسی نمونه‌ها، آزمایش نمونه‌های مرحله اول فقط با حضور هیات داوران انجام می‌شود و امتیاز تیم‌های شرکت کننده طبق آئین نامه مشخص می‌گردد. دوازده تیم برتر مرحله ی اول به مرحله ی دوم راه می‌یابند. لازم به ذکر است که ساخت نمونه‌ها در مرحله دوم به صورت حضوری، اردیبهشت ۱۳۹۴ در محل برگزار می‌گردد و سپس همزمان با برگزاری اولین کنفرانس ملی فناوری های نوین بتن، آزمایش نمونه‌های مرحله دوم انجام می‌شود و تیم‌های برتر مشخص می‌گردد. (برنامه زمانی برگزاری مرحله دوم از طریق سایت مسابقات اعلام می‌گردد.)

۱- شرایط تیم‌های شرکت کننده در مسابقه :

- ۱-۱- اعضای هر تیم در زمان ساخت نمونه باید دانشجوی مقطع کاردانی یا کارشناسی عمران یا معماری، شیمی، معدن و از یک دانشگاه باشند همچنین در صورتیکه دانشجویان مقاطع مذکور از یک یا چند دانشگاه، تحت حمایت صنعت فعالیت نموده باشند، می‌توانند با نام صنعت حمایت کننده در مسابقه شرکت نمایند.
- ۱-۲- هر تیم شامل حداکثر ۳ عضو می‌باشد و هر نفر می‌تواند فقط در یک تیم ثبت نام نماید.
- ۱-۳- از هر دانشگاه حداکثر ۲ تیم برای شرکت در مرحله ی دوم انتخاب خواهد شد. ولیکن برای شرکت در مرحله اول محدودیتی برای تعداد تیم‌ها وجود ندارد.
- ۱-۴- حداکثر چهار تیم از دانشجویان تحت حمایت صنعت برای شرکت در مرحله دوم مسابقه انتخاب خواهند شد و در رده بندی نهایی حداکثر یک تیم می‌تواند حائز رتبه‌های اول تا سوم شود.

۵-۱- از سوی هر دانشگاه (یا صنعت)، استاد راهنما (یا سرپرست تیم) ناظر بر عملکرد تیم در اجرای قوانین مسابقه است و فرم ثبت نام نهایی را امضاء خواهد نمود. استاد راهنما (یا سرپرست تیم) می تواند بیش از یک تیم را سرپرستی نماید.

۶-۱- اعضای تیم باید در مهلت تعیین شده (حداکثر تا ۱ اسفند ۱۳۹۳) نسبت به تکمیل فرم ثبت نام اقدام نمایند و پس از امضا از طرف استاد راهنمای مربوطه به دبیر خانه مسابقه ارسال نمایند. اسامی اعلام شده نهایی تلقی شده و قابل تغییر نخواهد بود. برای انجام هماهنگی بیشتر، از هر دانشگاه یک نفر به عنوان رابط معرفی شود.

۲- مصالح :

۱-۲- سیمان قابل استفاده، سیمان پرتلند تیپ ۱-۴۲۵ طبق استاندارد ASTM C150 یا ISIRI ۳۸۹ می باشد.
۲-۲- غیر از دوده سیلیسی و زئولیت، سایر مواد افزودنی معدنی جایگزین سیمان نظیر پوزولان های طبیعی و مصنوعی، مجاز نمی باشد.

۳-۲- مصرف الیاف فلزی، پلیمری و طبیعی، لاتکس های طبیعی و مصنوعی و انواع چسب های آلی و پلیمری مجاز نمی باشد.

۴-۲- مصرف انواع افزودنی ها (روان کننده ها و فوق روان کننده ها و ...) مطابق ASTM C494 و ASTM C1017 مجاز است.

۵-۲- سنگدانه سبک مصنوعی (فقط لیکای سازه ای) و سنگدانه سبک طبیعی فقط با تولید انبوه صنعتی در سه محدوده با اندازه اسمی mm(۰-۴/۷۵) و mm(۱۲/۵ - ۴/۷۵)، می تواند بکار گرفته شود.

۶-۲- ماسه معمولی در محدوده با اندازه اسمی mm(۰-۴/۷۵) و همچنین پودر سنگ آهک می تواند بکار گرفته شود.
۷-۲- مصالح مورد استفاده برای ساخت نمونه ها، باید کیفیت لازم را برای ساخت بتن داشته باشند و دارای تولید انبوه و تجاری باشند و حداکثر در مدت یک هفته در رشت قابل تهیه باشند. لذا مصالحی که کیفیت نامناسب داشته باشند یا تولید انبوه نداشته باشند یا در مدت مذکور قابل تهیه نباشند، مجاز نخواهند بود.

۸-۲- اگر در مرحله اول سنگدانه ای غیر از لیکای سازه ای در ساخت بتن استفاده شده است، می بایست مقدار یک کیلوگرم از نمونه سنگدانه مورد استفاده، فاکتور سنگدانه و مشخصات مربوطه همراه با نمونه های بتن به دبیرخانه مسابقات ارسال گردد. برای راهیابی به مرحله دوم تایید نمونه های سنگدانه توسط هیات داوران، الزامی می باشد.

۹-۲- در مرحله ی دوم کلیه مصالح شامل سیمان تیپ ۱-۴۲۵ (.....)، پوزولان های مجاز، سنگدانه سبک لیکای سازه ای، سنگدانه های سبک طبیعی (بنابر اعلام تیم ها و تایید هیات داوران) و ماسه طبیعی شسته (شرکت)، پودر سنگ آهک، آب و مواد افزودنی مجاز در زمان ساخت نمونه ها در اختیار شرکت کنندگان قرار می گیرد. لازم به ذکر است که سنگدانه های سبک و معمولی در محدوده های با اندازه اسمی فوق الذکر در اختیار شرکت کنندگان قرار خواهد گرفت و دانه بندی مصالح، در طی مدت زمان ساخت نمونه ها برای هر تیم، مجاز می باشد.

۳- مشخصات نمونه ها:

۱-۳- نمونه ها بصورت مکعب های بتنی به اضلاع 4 ± 100 میلی متر خواهند بود. مکعبی که اندازه حداقل یکی از اضلاع آن خارج از محدوده مذکور باشد از دور خارج خواهد شد.

۲-۳- برای سنجش کارائی بتن تازه، حداقل اسلامپ ۸ سانتیمتر و حداکثر ۱۶ سانتیمتر در نظر گرفته شده است. برای اسلامپ کمتر از ۸ سانتیمتر، به ازای هر سانتیمتر کاهش اسلامپ ۳ امتیاز (S) از کل امتیاز تیم کسر می گردد، و



- برای اسلامپ ریزشی و برشی نیز ۲۴ امتیاز منفی در نظر گرفته خواهد شد. برای اسلامپ بین ۸ تا ۱۶ سانتیمتر، به ازای هر یک سانتیمتر افزایش اسلامپ ۰/۵ (نیم) امتیاز مثبت در نظر گرفته خواهد شد.
- ۳-۳ تراکم نمونه‌ها صرفاً با استفاده از کوبه و روش استاندارد یا میز ویبره مجاز می باشد.
- ۳-۴ نمونه‌ها باید بصورت یکپارچه و همگن ساخته شوند و قسمت‌های سطحی و درونی نمونه‌ها نباید تفاوت محسوسی با یکدیگر داشته باشند.
- ۳-۵ در کلیه نمونه‌ها، حداقل ۲۵ درصد (حجمی) سنگدانه‌ها باید اندازه‌های بین ۴/۷۵ تا ۱۹ میلی‌متر داشته باشند.
- ۳-۶ حداکثر مقدار مواد سیمانی (سیمان + پوزولان‌های مجاز) ۴۲۵ کیلوگرم در هر متر مکعب بتن می باشد.
- ۳-۷ هر تیم برای شرکت در مسابقه باید دو نمونه را تحویل دهد. نمونه‌ها باید با یک شماره ۵ رقمی یا پنج حرفی یا ترکیبی از آن بعنوان نام تیم مشخص گردد.
- ۳-۸ چگالی خشک نمونه‌ها با اندازه‌گیری وزن خشک و ابعاد نمونه‌ها محاسبه می شود.
- ۳-۹ چگالی متوسط نمونه‌ها 1700 kg/m^3 می باشد و چنانچه چگالی متوسط نمونه‌ها بیشتر از 1700 kg/m^3 باشد، موجب حذف تیم خواهد شد.
- ۳-۱۰ حداقل مقاومت متوسط دو نمونه در سن ۷ روز و پس از خشک کردن نباید کمتر از ۲۵ MPa باشد (مقاومت کمتر باعث حذف تیم می شود) و حداکثر مقاومت متوسط نمونه‌ها ۴۵ MPa می باشد (مقاومت بیشتر امتیاز مثبت نخواهد داشت).
- ۳-۱۱ شرایط عمل‌آوری نمونه‌ها در مرحله ی اول و دوم: یک روز در قالب و زیر گونی خیس و در محیط آزمایشگاه، ۶ روز عمل‌آوری مرطوب (داخل آب آهک اشباع) در محیط آزمایشگاهی، دو روز خشک نمودن در 105°C و یک روز خنک کردن نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه.
- ۳-۱۲ کلیه تیم‌ها باید فاکتور هزینه ساخت یک متر مکعب بتن را طبق فرمول بند ۵-۱ محاسبه و پس از تایید استاد راهنما، همراه با نمونه‌ها ارسال نمایند.
- ۴- ساخت، بررسی و آزمایش نمونه‌ها در مرحله ی اول :
- ۴-۱ همان طور که ذکر شد، در این مرحله نمونه‌ها باید پس از ساخت به صورت خشک تا تاریخ تعیین شده به دبیرخانه هشتمین دوره مسابقات ملی بتن تحویل داده شود.
- ۴-۲ مراحل ساخت نمونه‌ها باید تحت نظارت استاد راهنمای مربوطه و با تایید ایشان صورت گیرد.
- ۴-۳ در صورت استفاده از مصالح غیر مجاز و یا عدم رعایت مشخصات آئین نامه، آن تیم از مسابقات حذف می شود.
- ۴-۴ پس از بررسی اولیه نمونه‌ها و تایید چگالی و ابعاد نمونه‌ها، مقاومت فشاری آنها با استفاده از جک هیدرولیکی تعیین می شود.

۵- ارزیابی نمونه‌ها و تعیین تیم های برتر در مرحله ی اول :

امتیاز تیمها طبق فرمول های زیر محاسبه می شود:

۵-۱ فرمول محاسبه فاکتور هزینه یک متر مکعب بتن:

$$P_c = \frac{1}{500} [a_1 C + a_2 SP + a_3 L + a_4 A + a_5 E + a_6 PZ]$$

فاکتور هزینه بتن

$$a_1 = 1.1$$

$$C = \text{مقدار سیمان (kg/m}^3\text{)}$$

$a_2 = x_2$	SP = مقدار افزودنی ها (روان کننده و ...)
$a_3 = x_3$	L = مقدار سنگدانه سبک (kg/m^3)
$a_4 = 0.13$	A = مقدار ماسه معمولی (kg/m^3)
$a_5 = 0.7$	E = مقدار پودر سنگ آهک (kg/m^3)
$a_6 = 4.35$	PZ = مقدار دوده سیلیسی (kg/m^3)
$a_6 = 1.25$	PZ = مقدار زئولیت (kg/m^3)

(x_2) : با توجه به تنوع زیاد مواد افزودنی و هزینه آنها (a_2) برای تعیین ضریب مواد مذکور بایستی اصل فاکتور معتبر با مهر شرکت عرضه کننده آن همراه با نمونه‌ها ارسال گردد.

(x_3) : برای تعیین ضریب سبک‌دانه‌های مجاز، بایستی اصل فاکتور معتبر با مهر شرکت عرضه کننده آن همراه با نمونه‌ها ارسال گردد. بدیهی است موارد مذکور به طریق مقتضی کنترل خواهد شد.
ضرایب a_2 و a_3 از تقسیم کردن قیمت یک کیلوگرم مصالح بر حسب ریال بر ۱۰۰۰ (بدست می‌آید).

۵-۲- کاهش امتیاز مربوط به تغییرات مقاومت و چگالی (P) بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود. حداکثر مقدار P به ۵ امتیاز محدود می‌شود.

$$P = 100 * \left[\frac{|\rho_1 - \rho_2|}{\bar{\rho}} + \frac{|f_1 - f_2|}{2\bar{f}} \right] \quad 25MPa \leq \bar{f} \leq 45MPa$$

$f_1 - f_2$ = تفاوت مقاومت حداکثر و حداقل (MPa)

\bar{f} = میانگین مقاومت دو نمونه (MPa)

$\bar{\rho}$ = میانگین چگالی دو نمونه (kg/m^3)

$\rho_1 - \rho_2$ = تفاوت چگالی حداکثر و حداقل (kg/m^3)

$\bar{\rho} \leq 1700 (\text{kg/m}^3)$ **

۵-۳- امتیاز نهائی مرحله اول بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{امتیاز کسب شده} = 2 * \left(\frac{\bar{f}}{P_c} + \frac{1000\bar{f}}{\bar{\rho}} \right) - P$$

تیم‌های برتر مرحله ی اول شامل ۱۲ تیمی که بیشترین امتیاز را کسب کرده باشند، به مرحله دوم راه می‌یابند. در صورت کسب امتیاز برابر، بیشتر بودن نسبت مقاومت به چگالی تعیین کننده خواهد بود. از هر دانشگاه حداکثر ۲ تیم می‌توانند به مرحله دوم راه یابند.

۶- ساخت، بررسی و آزمایش نمونه‌ها در مرحله ی دوم :

۶-۱- ساخت نمونه‌ها جهت شرکت در مرحله دوم مسابقه، با حضور تیم‌های برتر مرحله اول، در شهر رشت انجام می‌شود.

۲-۶ هر تیم باید روند انجام آزمایشات جهت رسیدن به طرح نهائی در مرحله اول و نتایج حاصله را طی گزارشی (طبق فرمت اعلام شده) بصورت مکتوب در روز ساخت نمونه‌ها، به کمیته برگزاری تحویل نماید. عدم ارائه گزارش موجب حذف تیم از مسابقه خواهد شد. کمیته داوران بر اساس کیفیت گزارش ارائه شده امتیاز (R) بین صفر تا ۱۰ (بصورت نسبی) برای گزارش در نظر خواهد گرفت.

۳-۶ مصالح مورد نیاز در محل ساخت در روز مسابقه در اختیار شرکت کنندگان قرار خواهد گرفت. بنابراین هر تیم می بایست بلافاصله بعد از اعلام نتایج مرحله اول، نام مصالح مورد استفاده و مشخصات شرکت تولید کننده آنها به کمیته برگزاری اعلام نماید تا نسبت به تهیه آن اقدام گردد (این مصالح باید حداکثر در مدت یک هفته قابل تهیه باشند و نیاز به سفارش خاص نداشته باشند).

۴-۶ برای اختلاط مصالح از یک مخلوط کن معمولی بتن (Drum Mixer) استفاده خواهد شد. لازم است تیم های شرکت کننده، قالبها (۶ قالب) و در صورت نیاز الکها را در روز ساخت بتن همراه داشته باشند.

۵-۶ جهت ساخت بتن، هر تیم ۴۰ دقیقه فرصت خواهد داشت تا تحت نظارت کمیته برگزار کننده مسابقه نسبت به الک کردن مصالح، توزین مصالح، ساخت بتن، انجام آزمایش اسلامپ و چگالی بتن تازه، قالب گیری، تراکم، تحویل نمونه‌های نهائی (تحویل اولیه) و شستشوی تجهیزات اقدام نماید. زمان ساخت حداکثر تا ۶۰ دقیقه با کاهش امتیاز طبق فرمول زیر قابل افزایش است.

$$T = \frac{t-40}{4} \leq T \leq 5$$

T امتیاز زمان ساخت

زمان ساخت نمونه‌ها حداکثر ۶۰ دقیقه $t =$

۶-۶ نمونه‌ها پس از ساخت در محل، عمل آوری اولیه و باز کردن قالبها، به کمیته برگزاری تحویل داده می‌شوند (تحویل نهایی). هر تیم سه نمونه را برای شرکت در مسابقه تحویل خواهد داد. تغییر موضعی در ابعاد نمونه‌ها (مانند لب پر شدن گوشه‌های نمونه) موجب حذف تیم خواهد شد.

۷-۶ نمونه‌های بتن تحویل گرفته شده طبق آئین نامه عمل آوری خواهند شد.

۸-۶ بعد از عمل آوری و خشک نمودن، ابعاد نمونه‌ها قبل از مسابقه توسط کمیته برگزار کننده و در حضور نماینده تیم اندازه گیری خواهد شد و در صورتی که از حدود ذکر شده بیرون باشد از دور مسابقه خارج می‌شود.

۹-۶ چگالی نمونه‌ها در حالت خشک اندازه گیری می‌شود. حداکثر چگالی متوسط نمونه‌ها 1700 kg/m^3 می‌باشد و چگالی بیشتر، موجب حذف تیم خواهد شد.

۱۰-۶ پس از تایید اندازه و وزن نمونه‌ها، مقاومت فشاری هر دو نمونه تعیین می‌شود. متوسط مقاومت فشاری نمونه‌ها باید بین 25 MPa تا 45 MPa باشد. مقاومت متوسط کمتر از 25 MPa باعث حذف تیم خواهد شد و مقاومت بیشتر از 45 MPa امتیاز مثبت نخواهد داشت. نسبت متوسط مقاومت فشاری مرحله دوم به مقاومت متوسط مرحله اول (بدون توجه به محدودیت 45 MPa)، (α_1) در امتیاز نهایی مرحله دوم (I) ضرب خواهد شد. حداکثر این ضریب یک و حداقل آن 0.9 خواهد بود.

۱۱-۶ نسبت فاکتور هزینه بتن (P_c) در مرحله اول به فاکتور هزینه بتن (P_c) در مرحله دوم (α_2) در امتیاز نهایی (I) ضرب خواهد شد. حداکثر این ضریب یک و حداقل آن 0.9 خواهد بود. بنابراین تیم‌ها باید در محاسبه فاکتور هزینه توجه لازم را داشته باشند و در صورت لزوم حاشیه اطمینان مناسب برای آن در نظر بگیرند

۷- ارزیابی نمونه‌ها و تعیین برنده های نهایی مسابقه :

۷-۱ تیمهای برتر در مرحله ی دوم، تیم هایی هستند که طبق فرمول زیر امتیاز بیشتری را کسب نمایند:

$$\text{امتیاز کسب شده} = \alpha_1 \alpha_2 \left[2 * \left(\frac{\bar{f}}{P_c} + \frac{1000\bar{f}}{\bar{\rho}} \right) + R - P - T + S \right]$$

\bar{f} : مقاومت فشاری متوسط بتن
 $\bar{\rho}$: چگالی متوسط بتن
 P_c : فاکتور هزینه یک متر مکعب بتن
 R : امتیاز گزارش ارائه شده
 T : امتیاز زمان ساخت
 S : امتیاز اسلامپ
 P : امتیاز تغییرات مقاومت و چگالی

$$0.9 \leq \alpha_1 \text{ و } \alpha_2 \leq 1$$

- ۷-۲ در صورت یکسان بودن نتیجه دو تیم، بیشتر بودن نسبت مقاومت به چگالی برنده را تعیین می نماید.
- ۷-۳ اعتراضات فقط به صورت کتبی و با ارائه دلایل لازم توسط هیات داوران قابل بررسی می باشد. چنانچه تیمی باعث اخلاف در برگزاری مسابقه گردد، در هر مرحله ای از مسابقه که باشد، حذف خواهد شد.
- ۷-۴ پس از بررسی های لازم توسط هیات داوران، اسامی تیمهای برنده اعلام خواهد شد. هیات داوران مجاز به اتخاذ تصمیم گیری های عمومی هستند و تصمیم هیات داوران غیر قابل اعتراض می باشد.
- ۷-۵ از هر دانشگاه حداکثر یک تیم می تواند حائز رتبه های اول تا سوم شود (در صورتی که بیش از یک تیم از یک دانشگاه حائز رتبه های اول تا سوم شود فقط بالاترین رتبه در نظر گرفته می شود و یک دانشگاه نمی تواند دو رتبه اول تا سومی داشته باشد).
- ۷-۶ به سه تیم برتر لوح تقدیر و جوایز ارزنده تقدیم خواهد شد.

تذکر : جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص نحوه ثبت نام، تغییرات احتمالی در آئین نامه و توضیحات تکمیلی به سایت اینترنتی مسابقه به آدرس <http://www.concrete2015.ir> مراجعه نمایید.