

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علم و فرهنگ رشت



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)



جهاد دانشگاهی گیلان

مسابقات ملی بتن

هشتمین دوره مسابقات ملی بتن (NCC)

آئین نامه مسابقه

بتن سبز

(بتن سازگار با محیط زیست)

سال ۹۴-۱۳۹۳

برگزار کنندگان:

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

آئین نامه مسابقه بتن سبز (بتن سازگار با محیط زیست)

معرفی و هدف :

اولین دوره مسابقات ملی بتن سبز به منظور ساخت بتن‌های سازگار با محیط زیست و حرکت به سوی تحقق توسعه پایدار در صنعت بتن، اسفند ماه ۱۳۹۳ و اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ به صورت دو مرحله‌ای در دانشگاه علم و فرهنگ رشت (وابسته به جهاددانشگاهی استان گیلان)، برگزار می‌گردد.

تحقق توسعه پایدار به عنوان یکی از اساسی‌ترین ملزومات بشر در عصر حاضر، به معنای توسعه‌ای است که احتیاجات نسل حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل‌های آتی در تامین نیازهای خود برآورده سازد. از نقطه نظر صنعت ساختمان نیز، جهان امروز بدلیل تمایل به کاهش انتشار گازهای مضر بویژه CO₂، ذخیره‌سازی و حفظ منابع تجدیدناپذیر انرژی، نیاز به محیط سالم و همزمان با اینها کاهش ضایعات، نیازمند مصالح ساختمانی است که با محیط زیست سازگاری مناسبی داشته باشند.

بتن بعنوان یکی از پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی در احداث مهم‌ترین سازه‌های زیربنایی و توسعه‌ای، دارای پتانسیل مشارکت مهم و مثبت با محیط زیست است. از جمله جلوه‌های این تعامل می‌توان به استفاده از سیمان‌های با مصرف انرژی کمتر، کاهش مصرف سیمان با استفاده از مواد جایگزین سیمان نظیر سرباره‌ها، خاکسترها و پوزولان‌های طبیعی و مصنوعی، استفاده از مواد بازیافتی و محصولات جانبی و پسماندهای صنعتی و معدنی، سنگدانه‌های مناسب، استفاده از روش‌های اجرایی با کمترین آسیب به محیط زیست، ساخت بتن با کارایی مناسب، ساخت بتن با دوام کافی و ... اشاره نمود. همچنین بررسی انتشار آلاینده‌ها از مصالح ساختمانی و به خصوص مواد سیمانی و بتنی مساله مهمی است که بایستی در بررسی‌های زیست محیطی مورد توجه قرار گیرد. هدف از این مسابقات آشنایی و افزایش تجربیات علمی و فنی دانشجویان دانشگاه‌های سراسر کشور با بتن‌هایی است که علاوه بر دارا بودن مشخصات فنی لازم (از نظر مقاومت فشاری و دوام)، در ساخت آن‌ها کمترین آلودگی و آسیب به محیط زیست وارد گردد و ساخت آن‌ها نیز با کمترین هزینه، در شرایطی نزدیک به شرایط کارگاهی انجام شود. این مسابقات در دو مرحله و در طی سه روز برگزار می‌گردد.

با توجه به محدودیت در شرایط اجرایی مسابقه، همه عوامل موثر در دوام و شاخص زیست محیطی بتن، قابل بررسی نیست. لذا در این دوره از مسابقه، میزان جذب آب نیم ساعته به عنوان شاخص دوام و میزان کاهش در مقدار سیمان به عنوان آلوده‌کننده‌ترین مصالح مصرفی در بتن و جایگزینی آن با مواد پوزولانی طبیعی و مصنوعی به عنوان شاخص زیست محیطی در نظر گرفته شده است. با توجه به موارد مذکور در این آئین نامه، تیمی که بتن آن دارای کارایی، مقاومت، دوام و شاخص زیست محیطی مناسب و با کمترین 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 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 شرکت‌کننده طبق آئین نامه مشخص می‌گردد. دوازده تیم برتر مرحله اول به مرحله دوم راه می‌یابند. لازم به ذکر است که ساخت نمونه‌ها در مرحله دوم به صورت حضوری، **اردیبهشت**

۱۳۹۴ برگزار می گردد و سپس همزمان با برگزاری اولین کنفرانس ملی فناوری های نوین بتن، آزمایش نمونه های مرحله دوم انجام می شود و تیم های برتر مشخص می گردد.
(برنامه زمانی برگزاری مرحله دوم از طریق سایت مسابقات اعلام می گردد.)

۱- شرایط تیم های شرکت کننده در مسابقه :

- ۱-۱- اعضای هر تیم در زمان ساخت نمونه باید دانشجوی مقطع کاردانی یا کارشناسی عمران، معماری، معدن و شیمی یا رشته های مرتبط با عمران و گرایش های مختلف محیط زیست و از یک دانشگاه باشند (لزومی ندارد که از یک رشته باشند) همچنین در صورتیکه دانشجویان مقاطع مذکور از یک یا چند دانشگاه، تحت حمایت صنعت فعالیت نموده باشند، می توانند با نام صنعت حمایت کننده در مسابقه شرکت نمایند.
- ۲-۱- هر تیم شامل حداکثر ۳ عضو می باشد و هر نفر می تواند فقط در یک تیم در هر گرایش ثبت نام نماید. ثبت نام هر نفر در دو یا چند گرایش بلامانع است.
- ۳-۱- از هر دانشگاه حداکثر ۲ تیم برای شرکت در مرحله دوم انتخاب خواهد شد ولیکن برای شرکت در مرحله اول محدودیتی برای تعداد تیم ها وجود ندارد.
- ۴-۱- حداکثر چهار تیم از دانشجویان تحت حمایت صنعت برای شرکت در مرحله دوم مسابقه انتخاب خواهد شد و حداکثر یک تیم می تواند در رتبه بندی اول تا سوم قرار گیرد.
- 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 ۲ طبق استاندارد ASTM C150 یا ISIRI ۳۸۹ می باشد.
- ۲-۲- استفاده از دوده سیلیسی، سرباره کوره آهنگدازی، تراس، ژئولیت و سایر مواد افزودنی معدنی جایگزین سیمان نظیر پوزولان های طبیعی و مصنوعی، محصولات جانبی و پسماندهای صنعتی و معدنی مجاز می باشد (این مواد بایستی کیفیت لازم را برای استفاده در بتن داشته باشند و تولید انبوه داشته باشند).
- 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 های قابل استفاده (سنگدانه های معمولی و استاندارد برای بتن) شن و ماسه طبیعی و شکسته با چگالی بین ۲/۴ تا ۲/۷ و در سه محدوده با اندازه اسمی mm(۴/۷۵ - ۱۲/۵) و mm(۱۹ - ۴/۷۵) و همچنین پودر سنگ آهک می تواند بکار گرفته شود.

۶-۲- مصالح مورد استفاده برای ساخت نمونه‌ها، 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.

۷-۲- می بایست مقدار یک کیلوگرم از نمونه مواد جایگزین سیمان و سنگدانه مورد استفاده، فاکتورهای خرید کلیه مصالح و مشخصات مربوطه همراه با نمونه‌های بتن به دبیرخانه مسابقات ارسال گردد. برای راهیابی به مرحله دوم تایید نمونه‌های مصالح توسط هیات داوران، الزامی می باشد.

۸-۲- در مرحله ی دوم کلیه مصالح شامل سیمان تیپ ۲ (.....)، پوزولان های مجاز (بنابر اعلام تیم ها و تایید هیات داوران)، سنگدانه های معمولی (شرکت)، پودر سنگ آهک، آب و مواد افزودنی مجاز در زمان ساخت نمونه‌ها در اختیار شرکت کنندگان قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که سنگدانه ها در محدوده های با اندازه اسمی فوق‌الذکر در اختیار شرکت کنندگان قرار خواهد گرفت و دانه بندی مصالح، در طی مدت زمان ساخت نمونه‌ها برای هرتیم، مجاز می باشد.

۳- مشخصات نمونه‌ها:

۱-۳- نمونه‌ها 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 کار آئی بتن تازه، حداقل اسلامپ ۸ 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 می‌گردد، و برای اسلامپ ریزشی و برشی نیز ۲۴ امتیاز منفی در نظر گرفته خواهد شد. برای اسلامپ بین ۸ تا ۲۰ سانتیمتر، به ازای هر یک سانتیمتر افزایش اسلامپ $0/5$ (نیم) امتیاز مثبت در نظر گرفته خواهد شد. بتن بدون نیاز به تراکم (خود تراکم با جریان اسلامپ بیش از ۵۵ سانتیمتر) ۱۰ امتیاز مثبت خواهد داشت.

۳-۳- تراکم نمونه‌ها صرفاً با استفاده از کوبه و روش استاندارد یا میز ویبره مجاز می باشد. برای بتن خودتراکم، استفاده از انواع روش های تراکم ممنوع است.

۴-۳- نمونه‌ها باید بصورت یکپارچه و همگن ساخته شوند و قسمت‌های سطحی و درونی نمونه‌ها نباید تفاوت محسوسی با یکدیگر داشته باشند.

۵-۳- در کلیه نمونه‌ها، حداقل ۲۵ درصد (حجمی) سنگدانه ها باید اندازه های بین $4/75$ تا ۱۹ میلی‌متر داشته باشند.

۶-۳- حداکثر مقدار مواد سیمانی (سیمان + پوزولان های مجاز) ۴۰۰ کیلوگرم در هر متر مکعب بتن می باشد.

۷-۳- هرتیم برای شرکت در مسابقه باید چهار نمونه را تحویل دهد. نمونه‌ها باید با یک شماره ۵ رقمی یا پنج حرفی یا ترکیبی از آن بعنوان نام تیم مشخص گردد.

۸-۳- متوسط مقاومت فشاری دو نمونه پس از طی مراحل عمل‌آوری و نگهداری (۱۰ روز) نباید کمتر از 35 MPa باشد (مقاومت کمتر باعث حذف تیم می شود) و حداکثر مقاومت متوسط نمونه ها 50 MPa می باشد (مقاومت بیشتر امتیاز مثبت نخواهد داشت).

۹-۳- 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.

۳-۱۰- کلیه تیم‌ها باید فاکتور هزینه ساخت یک متر مکعب بتن و شاخص زیست محیطی را طبق فرمول‌های بند ۵-۳ و ۵-۴ 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 دو نمونه از آنها با استفاده از جک هیدرولیکی تعیین می شود. امتیاز نسبی مقاومت فشاری از بند ۵-۱ محاسبه می شود.

۴-۵- میزان جذب آب نمونه‌ها (دو نمونه) با قرار دادن آنها در آون با دمای 105°C به مدت ۷۲ ساعت و سپس خنک کردن آن و توزین نمونه خشک و قرار دادن نمونه در آب با دمای آزمایشگاهی به مدت ۳۰ دقیقه و سپس زدودن آب آزاد و توزین نمونه با استفاده از فرمول بند ۵-۲ محاسبه 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 شاخص مقاومت فشاری

$$IC = \sigma * \left[\frac{\bar{f}_i - \bar{f}_{\min}}{\bar{f}_{\max} - \bar{f}_{\min}} \right]$$

\bar{f}_i : متوسط مقاومت فشاری نمونه های تیم مورد نظر

\bar{f}_{\min} : متوسط مقاومت فشاری حداقل در بین تیم ها

\bar{f}_{\max} : متوسط مقاومت فشاری حداکثر در بین تیم ها

$\sigma=20$: حد اکثر مقدار شاخص مقاومت فشاری

۵-۲- فرمول محاسبه شاخص دوام (جذب آب نیم ساعته)

$$W_i = 100 * \left[\frac{W_w - W_D}{W_D} \right]$$

W_i : درصد جذب آب نیم ساعته تیم مورد نظر

W_D : جرم نمونه خشک شده در آون به مدت ۷۲ ساعت

W_w : جرم نمونه بعد از قرار گرفتن در آب به مدت ۳۰ دقیقه و زدودن آب سطحی

$$DU = \omega * \left[1 - \frac{\bar{W}_i - W_{\min}}{W_{\max} - W_{\min}} \right]$$

DU: شاخص دوام نسبی

\bar{W}_i : متوسط درصد جذب آب نیم ساعته تیم مورد نظر

W_{\min} : متوسط درصد جذب آب حداقل در بین تیم ها

W_{\max} : متوسط درصد جذب آب حداکثر در بین تیم ها

$\omega=20$: حد اکثر مقدار شاخص دوام

۳-۵ - فرمول محاسبه فاکتور هزینه یک متر مکعب بتن:

$$P_c = \frac{1}{100} [a_1 C + a_2 SP + a_3 G + a_4 S + a_5 E + a_6 PZ]$$

$a_1 = 1.1$ C = مقدار سیمان (kg/m^3)

$a_2 = x_1$ SP = مقدار افزودنی ها (روان کننده و ...)

$a_3 = 0.075$ G = مقدار سنگدانه درشت (kg/m^3)

$a_4 = 0.13$ S = 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)

$a_6 = x_2$ PZ = سایر مواد و پوزولان ها (kg/m^3)

(x_1): 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_2): برای تعیین ضریب، 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_6 از تقسیم کردن قیمت یک کیلوگرم مصالح بر حسب ریال بر ۱۰۰۰ بدست می‌آید.

۴-۵ - فرمول محاسبه شاخص آلاینده‌گی زیست محیطی

$$IF = \frac{1}{100} [e_1 C + e_2 SP + e_3 CP + e_4 NP + e_5 IP1 + e_6 IP2 + e_7 PCC]$$

IF: شاخص آلاینده‌گی زیست محیطی

ضرایب * e_i		مصالح (kg/m^3)	
۱	e_1	C	سیمان
۰/۸۵	e_2	SP	روان کننده یا فوق روان کننده
۰/۵۰	e_3	CP	پوزولان طبیعی فرآوری شده
۰/۲۵	e_4	NP	پوزولان طبیعی
۰/۱۲	e_5	IP _۱	پوزولان مصنوعی صنعتی (با نیاز به آسیاب کردن)
۰/۰۶	e_6	IP _۲	پوزولان مصنوعی صنعتی (بدون نیاز به آسیاب کردن)
۰/۱۲	e_7	PCC	پودر سنگ آهک

(* این ضرایب به صورت قراردادی لحاظ شده اند.)

- ۵-۵- کاهش امتیاز مربوط به تغییرات مقاومت فشاری نمونه ها نسبت به میانگین (P) به صورت ذیل محاسبه می شود. اختلاف تا $\pm 5\%$ نسبت به مقاومت میانگین نمونه ها کسر امتیاز ندارد و اختلاف بیش از $\pm 5\%$ نسبت به میانگین، ۵ امتیاز کسر می گردد.
- ۵-۶- امتیاز نهائی مرحله اول بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\boxed{\text{امتیاز مرحله اول} = 2.5 * (DU + IC) - P}$$

تیم های برتر مرحله ی اول شامل ۱۲ تیمی که بیشترین امتیاز را کسب کرده باشند، به مرحله دوم راه می یابند. در صورت کسب امتیاز برابر، کمتر بودن جذب آب نمونه ها تعیین کننده خواهد بود. از هر دانشگاه حداکثر ۲ تیم می توانند به مرحله دوم راه یابند.

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

- ۶-۱- ساخت نمونه ها جهت شرکت در مرحله دوم مسابقه، با حضور تیم های برتر مرحله اول، در شهر رشت انجام می شود.
- ۶-۲- 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 نمونه ها، 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؛ یعنی به بهترین گزارش ۱۰ امتیاز و ضعیف ترین گزارش ۰ امتیاز و مابقی از فرمول زیر محاسبه خواهد شد.

$$\boxed{R = 10 * \left[1 - \frac{\bar{R}_i - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}} \right]}$$

R: گزارش کار

\bar{R}_i : امتیاز گزارش کار تیم مورد نظر

R_{\min} : متوسط امتیاز گزارش کار حداقل در بین تیم ها

R_{\max} : متوسط امتیاز گزارش کار حداکثر در بین تیم ها

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 آنرا 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 نمونه های نهائی (تحویل اولیه) و شستشوی تجهیزات اقدام نماید. زمان ساخت حداکثر تا ۶۰ دقیقه با کاهش امتیاز طبق فرمول زیر قابل افزایش است. **به زمان ساخت کمتر از ۴۰ دقیقه امتیاز مثبت تعلق نمی گیرد.**

$$T = \frac{t-40}{4} \quad 0 \leq T \leq 5$$

T امتیاز زمان ساخت

t = زمان ساخت نمونه ها حداکثر ۶۰ دقیقه

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

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

۸-۶- بعد از عمل آوری و خشک نمودن، ابعاد نمونه ها 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 می شود.

۹-۶- چگالی نمونه ها در حالت خشک اندازه گیری می شود. حداکثر چگالی متوسط نمونه ها 2400 kg/m^3 می باشد و چگالی بیشتر، موجب حذف تیم خواهد شد.

۱۰-۶- پس از تایید اندازه و وزن نمونه ها، مقاومت فشاری هر دو نمونه تعیین می شود. متوسط مقاومت فشاری نمونه ها باید بین 35 MPa تا 50 MPa باشد. مقاومت متوسط کمتر از 35 MPa باعث حذف تیم خواهد شد و مقاومت بیشتر از 50 MPa امتیاز مثبت نخواهد داشت. نسبت متوسط مقاومت فشاری مرحله دوم به مقاومت متوسط مرحله اول (بدون توجه به محدودیت 50 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_e) در مرحله دوم (α_2) در امتیاز نهایی (I) ضرب خواهد شد. حداکثر این ضریب یک و حداقل آن $0/9$ خواهد بود. بنابراین تیم ها باید در محاسبه فاکتور هزینه توجه لازم را داشته باشند و در صورت لزوم حاشیه اطمینان مناسب برای آن در نظر بگیرند.

۱۲-۶- نسبت شاخص زیست محیطی بتن (EI) در مرحله اول به شاخص زیست محیطی بتن (EI) در مرحله دوم (α_3) در امتیاز نهایی (I) ضرب خواهد شد. حداکثر این ضریب یک و حداقل آن $0/9$ خواهد بود. بنابراین تیم ها باید در محاسبه شاخص زیست محیطی 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:

$$I = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 * [(IP_C + EI + IC + DU) + R - P - T + S]$$

IC: شاخص مقاومت فشاری متوسط بتن
 EI: شاخص زیست محیطی
 IC: شاخص مقاومت فشاری متوسط بتن (جذب آب نیم ساعته)
 T: امتیاز زمان ساخت
 R: امتیاز گزارش ارائه شده
 P: امتیاز تغییرات مقاومت
 S: امتیاز اسلامپ

$$0.19 \leq \alpha_1 \text{ و } \alpha_2 \alpha_3 \leq 1$$

$$EI = \lambda * \left[1 - \frac{IF_i - IF_{\min}}{IF_{\max} - IF_{\min}} \right]$$

امتیاز شاخص زیست محیطی نسبی EI:

IF_i: شاخص آلاینده‌گی زیست محیطی تیم مورد نظر

IF_{min}: شاخص آلاینده‌گی زیست محیطی حداقل در بین تیم ها

IF_{max}: شاخص آلاینده‌گی زیست محیطی حداکثر در بین تیم ها

حد اکثر مقدار امتیاز شاخص زیست محیطی: λ=۴۰

$$IP_C = \beta * \left[1 - \frac{PC_i - PC_{\min}}{PC_{\max} - PC_{\min}} \right]$$

امتیاز شاخص هزینه نسبی IP_C:

PC_i: شاخص هزینه تیم مورد نظر

PC_{min}: شاخص هزینه حداقل در بین تیم ها

PC_{max}: شاخص هزینه حداکثر در بین تیم ها

حد اکثر مقدار امتیاز شاخص هزینه: β=۲۰

۷-۲- در صورت یکسان بودن نتیجه دو تیم، بیشتر بودن امتیاز شاخص زیست محیطی EI برنده را تعیین می‌نماید. در صورت یکسان بودن شاخص EI، ملاک بیشتر بودن امتیاز شاخص دوام DU خواهد بود.

۷-۳- اعتراضات فقط به صورت کتبی و با ارائه دلایل لازم توسط هیات داوران قابل بررسی می باشد. چنانچه تیمی باعث اخلال 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 می‌تواند حائز رتبه‌های اول تا سوم شود (در صورتی که بیش از یک تیم از یک دانشگاه حائز رتبه‌های اول تا سوم شود فقط بالاترین رتبه در نظر گرفته می‌شود و یک دانشگاه نمی‌تواند 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.