

## ۱- مقدمه و هدف:

۱-۱- بتن خودتراکم (SCC) نوعی بتن با کارایی و جریان پذیری زیاد است که با وزن خود در قالب جاری می‌شود. این بتن دارای سه خصوصیت اصلی قابلیت پرکنندگی، عبور کردن، و مقاومت در برابر جدا شدن می‌باشد. بتن خودتراکم قابلیت جاری شدن در مقاطع دارای حجم میلگرد متراکم و قالب‌های پیچیده را داشته و تراکم کافی را فراهم می‌کند. انجمن بتن ایران (ICI) به منظور آگاهی و آموزش و ترغیب مهندسين نسل‌های آینده اقدام به برگزاری مسابقات متعددی می‌نماید. اگرچه هنوز برای کم کردن فاصله خود با استانداردهای جهانی در زمینه تولید علم راه طولانی در پیش داریم ولی در خصوص امر پژوهش و تحقیقات در زمینه بتن فعالیت‌های خوب و چشمگیری در چند سال اخیر در کشور صورت گرفته است.

۱-۲- سند جامع چشم انداز بتن ۱۴۰۴ به منظور ارتقاء مقاومت و دوام سازه‌های بتنی در کشور، توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تدوین شده است. طبق این سند، لازم است مقاومت فشاری بتن‌های مصرفی در پایان برنامه (سال ۱۴۰۴) افزایش قابل توجهی نسبت به شرایط موجود پیدا کند. این سند پیش بینی نموده است که طی سه برنامه زمانی چهار ساله، مقاومت مشخصه بتن پروژه‌ها در سال ۱۳۹۶ به ۳۵ MPa، سال ۱۴۰۰ به ۴۰ MPa و سال ۱۴۰۴ دستیابی به ۵۰ MPa در سطح کشور امکان پذیر باشد. در سال ۱۴۰۴، طرح به شکل فراگیر در کشور پیاده سازی خواهد شد و باید تمامی تولیدکنندگان مصالح مصرفی در بتن، تولیدکنندگان بتن آماده و همچنین پیمانکاران، الزامات و محدودیت‌های مورد نیاز برای اجرای بتن پرمقاومت را رعایت نمایند. در این سند مهم، رعایت حداقل مقاومت مشخصه مکعبی MPa ۶۵ در طراحی و استفاده از بتن‌های پرمقاومت در اجرای انواع سازه‌ها پیش‌بینی شده است.

۱-۳- اصل پنجاه قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران: "در جمهوری اسلامی حفاظت از محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند ممنوع است."

۱-۴- امروزه سیمان در اقتصاد دارای اهمیت زیاد و در کشورهای صنعتی یک کالای استراتژیک محسوب می‌شود. در جهان امروز، سیمان از اصلی‌ترین مصالح ساختمانی به‌شمار می‌آید و پیش نیاز برنامه‌های ساخت و ساز و توسعه محسوب می‌شود. صنعت تولید سیمان با انتشار گاز دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) به دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی در مراحل تولید سیمان، هفت درصد از کل گاز دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) منتشرشده به اتمسفر زمین را تولید می‌کند که مهم‌ترین نقیصه‌ی این صنعت در جهت آلودگی‌های زیست محیطی است.

۱-۵- ساخت بتن با مقاومت مناسب و اقتصادی، یکی از مهارت‌هایی است که لازم است دست اندرکاران تولید، اجرا و نظارت سازه‌های بتنی کسب نمایند، در این دوره از مسابقات تولید یک بتن با مقاومت بالا و با کمترین هزینه ممکن و با رویکرد اجرایی و کاربردی در پروژه‌ها به رقابت گذاشته می‌شود. انجمن بتن ایران به عنوان مجری برگزاری مسابقات با همکاری قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (هلدینگ راه و شهرسازی) در این دوره در نظر دارد با استفاده از طرح مخلوط‌های برتر این مسابقات، پروژه‌های بزرگ و اجرایی را انجام دهد. در این دوره از مسابقات مصالح مصرفی به صورت یکسان و به مقدار مورد نیاز در اختیار تیم‌های شرکت‌کننده قرار خواهد گرفت. مصالحی که تیم‌ها تحویل می‌گیرند شامل: شن درشت و ریز، ماسه، سیمان، میکروسیلیس می‌باشد که به‌صورت بسته‌بندی به مقدار مورد نیاز آماده شده و شرکت‌کنندگان باید آن را از محل برگزاری مسابقات (کارخانه تولید قطعات بتنی شهید ولی زاده) دریافت نمایند. در روز مسابقه، بتن با مصالح مذکور در محل برگزاری مسابقات ساخته خواهد شد. زمینه‌سازی و ترویج راهکارهای اجرایی شدن سند جامع چشم انداز بتن ۱۴۰۴ و دستیابی به بتن رده C۵۰ به شکل فراگیر و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی نیز از دیگر اهداف این مسابقه می‌باشد.

۱-۶- مسابقات این دوره در سه بخش به صورت پیوسته برگزار می‌گردد. بخش اول شامل ارزیابی بتن‌های ساخته شده با توجه به معیارهای بتن تازه تعریف شده در این آیین نامه می‌باشد. در بخش‌های بعدی پس از نمونه‌گیری سنجش مقاومت فشاری به عنوان یک شاخص از خواص مکانیکی و تعیین مقاومت الکتریکی و جذب آب حجمی نیم ساعته به عنوان یک معیار از دوام بتن صورت می‌گیرد.

**۲- شرایط تیم‌های شرکت کننده:**

- ۱-۲- هر تیم (با احتساب سرپرست)، متشکل از حداکثر ۴ و حداقل ۲ نفر می‌باشد که بنا به تشخیص و تأیید سرپرست تیم انتخاب می‌شوند. فرم ثبت نام هر تیم باید به تأیید مدیر عامل عضو حقوقی انجمن بتن برسد. این افراد باید حداقل از ۴ ماه قبل در آن مجموعه مشغول به کار باشند و لیست بیمه برای آن‌ها رد شده باشد.
- ۲-۲- سرپرست تیم، ناظر بر عملکرد اعضاء در اجرای قوانین مسابقه بوده و صحت عملکرد تیم را تأیید می‌نماید. سرپرست تیم و هر یک از اعضاء فقط می‌توانند در یک تیم عضویت داشته باشند.
- ۳-۲- هر یک از تیم‌ها می‌توانند برای تیم خود نامی را که برگرفته از شرکت، موسسه و یا محل فعالیت خود باشد انتخاب نمایند.
- ۴-۲- یک نفر از اعضاء باید به عنوان رابط تیم جهت انجام هماهنگی‌های لازم و اطلاع‌رسانی معرفی شود.
- ۵-۲- اعضای حقوقی انجمن بتن می‌توانند حداکثر در قالب دو تیم در هر یک از مسابقات بتن خودتراکم و بتن سبک شرکت نمایند.

**۳- مصالح مصرفی:**

- ۱-۳- کلیه مصالح به غیر از افزودنی‌های شیمیایی برای برخورداری از شرایط یکسان و با رویکرد شرایط اجرایی از سوی کارخانه شهید ولی زاده در اختیار شرکت کنندگان قرار می‌گیرد. مشخصات مصالح مصرفی به شرح ذیل است:
- سیمان پرتلند نوع ۴۲۵-۱
  - مصالح سنگی به صورت ۳ جزئی (ماسه، شن ریزدانه و شن درشت‌دانه)
  - میکروسیلیس
  - سرباره
- ۲-۳- به غیر از مصالح ذکر شده، استفاده از هرگونه ماده دیگر (مانند ژل میکروسیلیس، مواد پلیمری، الیاف و ...) مجاز نیست.
- ۳-۳- تیم‌های شرکت کننده موظفند مواد افزودنی شیمیایی (صرفاً به صورت مایع) مورد نظر خود را در روز مسابقه به صورت پلمب و به همراه کاتالوگ مربوطه به کمیته اجرایی مستقر در محل مسابقات تحویل دهند و پس از تأیید هیئت داوران مصرف نمایند.
- \* تیم‌های شرکت کننده می‌توانند از مواد اصلاح کننده لزجت (VMA) استفاده کنند.
- ۴-۳- کلیه مشخصات مصالح مصرفی در زمان تحویل مصالح به تیم‌ها جهت محاسبه در طرح مخلوط اعلام می‌گردد. لازم به ذکر است که مشخصات اعلام شده ملاک محاسبه طرح مخلوط می‌باشد.
- ۵-۳- مواد افزودنی مایع می‌توانند روان کننده، فوق روان کننده (پلی کربوکسیلات، نفتالین و لیگنو) و مواد اصلاح کننده لزجت (VMA) منطبق بر استاندارد ISIRI 2930 باشد.
- ۶-۳- برای ایجاد شرایط کاملاً یکسان و کاهش احتمال خطای ناشی از رطوبت مصالح سنگی در روز مسابقه، مصالح به صورت کاملاً خشک در اختیار شرکت کنندگان قرار می‌گیرد.

## ۴- نحوه برگزاری مسابقه:

مسابقه در دو مرحله برگزار می‌شود؛ در مرحله اول (ساخت بتن) هر یک از تیم‌های شرکت کننده، لازم است حداقل الزامات بتن تازه را برآورده و امتیازات مربوطه را کسب نماید. در مرحله دوم با تهیه ۳ آزمون استوانه به ابعاد  $20 \times 10 \text{ cm}$  جهت سنجش مقاومت الکتریکی بتن (با استفاده از دستگاهی که دارای چهار پراب با فواصل  $1/5$  اینچ می‌باشد) استفاده می‌شود در ادامه این مرحله تعداد ۳ آزمون مکعبی  $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$  برای آزمون مقاومت فشاری در سن ۲۸ روز مورد آزمایش قرار می‌گیرند. ۲ آزمون مکعبی بتنی به ابعاد  $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$  جهت سنجش درصد جذب آب حجمی نیم ساعته بتن (بر اساس استاندارد ۱۶۰۸-۱۲۲ ISIRI) نیز قرار می‌گیرد. هر یک از تیم‌ها ملزم به ارائه گزارش طرح مخلوط بتن خود می‌باشد و پس از ارزیابی نهایی، نتایج اعلام خواهد شد.

## ۴-۱- مرحله اول (ساخت):

۴-۱-۱- هر تیم بایستی طرح مخلوط خود را بر اساس یک متر مکعب بتن در روز مسابقه به صورت جدول ذیل ارائه نماید:

مصلح	جرم حجمی ( $\text{kg/m}^3$ )	وزن برای یک متر مکعب بتن
سیمان	$\rho_c$	C
ماسه	$\rho_{A_1}$	$A_1$
شن ریز	$\rho_{A_2}$	$A_2$
شن درشت	$\rho_{A_3}$	$A_3$
میکروسیلیس	$\rho_m$	$M_n$
سرباره	$\rho_s$	$M_s$
آب آزاد	$\rho_{w_f}$	$W_f$

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 باید در رابطه زیر صدق کند:

$$\frac{C}{\rho_c} + \frac{A_1}{\rho_{A_1}} + \frac{A_2}{\rho_{A_2}} + \frac{A_3}{\rho_{A_3}} + \frac{M_n}{\rho_m} + \frac{M_s}{\rho_s} + \frac{w_f}{\rho_{w_f}} + V_a = 1(\text{m}^3)$$

$V_a$  (حجم هوای محبوس در بتن) حداکثر ۲ درصد حجمی فرض می‌شود. ( $0.02 \text{ m}^3$  معادل 20 lit)

۴-۱-۲- 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 تا قبل از شروع مسابقه اقدام نماید. در غیر این صورت آن تیم مجوز ساخت بتن نخواهد داشت.

۴-۱-۳- در روز مسابقه حجم بتن آزمایشی ۳۵ لیتر می‌باشد، بنابراین اعداد طرح مخلوط در ضریب  $0.35$  ضرب شده و مصالح توسط اعضاء تیم در روز مسابقه توزین می‌شود. باید تمام مصالح توزین شده به جز مواد افزودنی شیمیایی مصرف شود و مطابق با طرح مخلوط تایید شده باشد.

۴-۱-۴- مراحل آزمایش‌های بتن تازه که توسط اعضاء گروه انجام می‌شود باید به تأیید داور مسابقات برسد.

۴-۱-۵- حداقل روانی بتن خودتراکم بر اساس آزمایش جریان اسلامپ رده SF2 و معادل mm ۷۰۰ می باشد:

$$=(d_1 + d_2)/2 = \text{جریان اسلامپ}$$

۴-۱-۶- شاخص پایداری چشمی بتن خودتراکم (VSI) به تشخیص داوران و از ۰ تا ۳ متغیر است. به طوری که برای بتن مطلوب ۰ و برای بتن های با هر درجه شاخص از ۱ تا ۳ امتیاز منفی برای آن ها لحاظ خواهد شد.

۴-۱-۷- آزمایش جریان اسلامپ طبق استاندارد ISIRI ۱۱۲۷۰ انجام می شود و باید موارد زیر رعایت شود:

- قیف اسلامپ بر روی یک سطح افقی غیر جاذب قرار می گیرد.
- قیف با استفاده از ظرف مناسب از بتن پر می شود.
- سطح بتن روی قیف با حرکت اره ای میله صاف می شود.
- بتن اضافی در ناحیه اطراف قیف که ممکن است با حرکت جریان بتن تداخل داشته باشد تمیز می شود.
- قیف را به طور عمودی و بدون پیچش یا حرکت جانبی در مدت زمان  $1 \pm 3$  ثانیه بالا کشیده می شود.
- لازم است کل زمان اسلامپ گیری از آغاز پر کردن قالب تا برداشتن آن کمتر از ۲/۵ دقیقه طول بکشد.
- پس از توقف جریان حرکت بتن ، بزرگترین قطر ناشی از پخش شدن دایره ای مخلوط بتن ( $d_1$ ) اندازه گیری می شود. در صورتی که هاله ای از دوغاب سیمان بعد از پخش شدن جریان بتن مشاهده شود، هاله را نیز به عنوان بخشی از قطر بتن در نظر گرفته می شود.
- قطر دوم ( $d_2$ ) نیز با یک زاویه تقریباً عمود بر قطر اول اندازه گیری می شود. قطرها با تقریب ۵ میلی متر ثبت می شود.
- جریان اسلامپ از رابطه زیر محاسبه می شود:



شکل ۱- آزمایش جریان اسلامپ

۴-۱-۸- حداقل و حداکثر زمان چرخش میکسر از زمان اضافه کردن آب به مخلوط بتن ۵ و ۱۰ دقیقه می باشد. سپس ۱۰ دقیقه میکسر متوقف شده آزمون جریان اسلامپ بتن با شرط حداقل mm ۷۰۰ صورت می پذیرد.

در صورتی که بعد از گذشت مدت زمان فوق حدود مطلوب به دست نیاید، اعضا تیم می توانند با اضافه کردن افزودنی و یا مصالح لازم (به صورت افزایش چند لیتر از هر کدام از مصالح اعلام شده در طرح مخلوط و متناسب با طرح مخلوط تایید شده) و بدون کسر امتیاز، طرح خود را اصلاح نمایند. مدت زمان فرایند اختلاط اصلاحی ۵ دقیقه بوده و در طول چرخش میکسر مصالح اصلاح می گردد. در صورت عدم دستیابی مجدد به حدود مطلوب جریان اسلامپ، اصلاح مخلوط و انجام آزمایش تا یک مرتبه می تواند تکرار شود و در غیر این صورت طرح مخلوط مردود اعلام میگردد. لازم به ذکر است که انجام آزمایش های بعدی منوط به دستیابی به جریان اسلامپ در محدوده ی مورد نظر میباشد.

کل زمان مجاز برای هر تیم از شروع ساخت بتن (روشن شدن میکسر) تا شروع تهیه نمونه مقاومتی ۳۰ دقیقه می باشد. در صورتی که زمان ساخت بتن از حد مجاز بیشتر شود به ازای هر یک دقیقه تأخیر سه امتیاز منفی (عدم رعایت زمان بندی) برای تیم منظور می شود. لازم به ذکر است اتمام این فرآیند پیش از زمان مجاز دارای امتیاز مثبت نخواهد بود، ولی عدم رعایت زمان بندی شامل کسر امتیاز خواهد شد.

در صورت تکرار آزمایش جریان اسلامپ ۲ امتیاز منفی منظور خواهد شد. (به دلیل عدم دستیابی به کارایی مطلوب در طرح مخلوط).

تبصره ۱: چنانچه تیم شرکت کننده در هر مرحله از بخش بتن تازه مردود شود، امکان ارائه طرح مخلوط جدید و صرفاً برای یک بار در صورت تمایل وجود دارد اما امتیاز بخش بتن تازه با ۳۰٪ کسورات و همچنین ساخت بتن با طرح مخلوط جدید، پس از ساخت مرحله اول تمام گروه-ها امکان پذیر خواهد بود.

تبصره ۲: اضافه کردن مصالح به جز افزودنی شیمیایی باید نسبتی از طرح مخلوط اعلام شده از سوی شرکت کنندگان باشد.

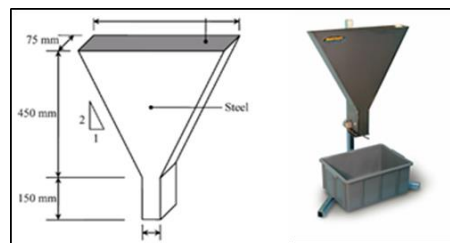
تبصره ۳: اضافه کردن مواد افزودنی شیمیایی پس از پذیرش آزمایش جریان اسلامپ توسط داور، ممنوع می باشد.

تبصره ۴: اضافه کردن مواد افزودنی فقط با استفاده از لیوان یکبار مصرف مجاز می باشد.

۴-۱-۹ تیم‌ها الزامی به مصرف همه مواد افزودنی شیمیایی توزین شده ندارند و مقدار افزودن مواد افزودنی شیمیایی در مراحل مختلف تا رسیدن به کارایی مطلوب در اختیار شرکت کننده می باشد. در هر صورت مقدار دقیق مواد مصرفی توسط داور ثبت شده و هزینه بتن بر اساس مواد مصرفی نهایی تعیین می گردد.

۴-۱-۱۰- آزمایش قیف V شکل نیز به صورت دو مرحله‌ای انجام شده و نتیجه آن ثبت می شود. آزمایش قیف V طبق استاندارد ۹-۳۲۰۳ ISIRI انجام می شود و باید موارد زیر رعایت شود:

- حدود ۱۲ لیتر بتن داخل قیف V ریخته می شود.
- سطح روی قیف به وسیله ابزاری مناسب کاملاً صاف می شود.
- بعد از گذشت ۱۰ ثانیه دریچه پایین قیف باز شده و بتن تحت اثر وزن خود خارج می شود.
- زمان تخلیه کامل بتن به عنوان زمان جریان قیف V ثبت می شود. (تخلیه کامل بتن زمانی است که نور از دریچه تخلیه بالای قیف مشاهده می شود)
- حد مطلوب آزمایش قیف V شکل بین ۲ تا ۶ ثانیه است. که برای تیم به ازای هر ثانیه بیش از ۶ ثانیه (حداکثر تا ۸ ثانیه) یک امتیاز منفی لحاظ می شود. بدیهی است طرح مخلوطی که زمان V آن بیشتر از ۸ ثانیه باشد مردود اعلام می گردد.
- بعد از انجام آزمایش V در بار اول اگر نتیجه مطلوب حاصل نگردد تنها یک مرتبه اصلاح طرح مخلوط مجاز می باشد و به ازای هر بار تکرار ۳ امتیاز منفی منظور خواهد شد.
- جهت انجام آزمایش زمان جریان قیف V در ۵ دقیقه بار دیگر بلافاصله بدون تمیز یا مرطوب کردن قیف در همان شرایط از همان بتن تخلیه شده در سطل پر می شود.
- بتن داخل قیف به مدت ۵ دقیقه رها گردیده و سپس دریچه باز و زمان تخلیه اندازه گیری و ثبت می شود.
- بر اساس استاندارد اگر اختلاف زمان قیف V اولیه و زمان قیف V بعد از ۵ دقیقه بیش از ۳ ثانیه باشد نشان دهنده ته نشینی بیش از حد ذرات به علت جداسازی سنگدانه می باشد.



شکل ۲- آزمایش قیف V

۱۱-۱-۴ شرکت کنندگان مجاز به استفاده از قالب های بتن شخصی یا قالب های موجود در محل برگزاری مسابقات می باشد  
۱۲-۱-۴ هزینه بتن تولیدی هر تیم از مجموع هزینه کل مصالح مصرفی برای تولید یک متر مکعب بدست می آید. قیمت یک متر مکعب بتن بر مبنای جدول ذیل محاسبه می شود:

نوع مصالح	واحد	قیمت با احتساب هزینه حمل ۱۴۰۱
سیمان	Rial/kg	۷۵۰۰
آب	Rial/kg	۶۰۰
ماسه طبیعی	Rial/kg	۲۴۰۰
شن درشت دانه	Rial/kg	۱۸۰۰
شن ریزدانه	Rial/kg	۱۸۰۰
میکروسیلیس	Rial/kg	۱۰۰۰۰
سرباره	Rial/kg	۱۰۰۰۰
افزودنی شیمیایی	Rial/kg	مطابق جدول تبصره ۱

تبصره ۱: معیار سنجش قیمت مواد افزودنی بر اساس درصد ماده خشک می باشد. به این ترتیب که از مواد تحویل شده نمونه گیری شده و میزان ماده خشک آن تعیین و هزینه آن بر طبق جدول زیر تعیین می گردد.

تبصره ۲: هر گروه می تواند بیش از یک نوع روان کننده را به صورت جداگانه با وزن معین اضافه نماید، بدیهی است مقدار و هزینه ی آن نیز محاسبه می گردد.

تبصره ۳: قیمت مواد اصلاح کننده لزجت (VMA) مطابق نظر داوران تعیین خواهد گردید.

نوع افزودنی	درصد ماده خشک	قیمت با احتساب هزینه حمل (ریال/کیلوگرم)	تغییرات در ماده خشک	تغییرات در هزینه
پلی کربوکسیلات	۴۰	۵۰۰,۰۰۰	هر ۱٪ افزایش یا کاهش	۲/۵٪ افزایش یا کاهش
لیگنو سولفانات	۴۰	۲۰۰,۰۰۰	هر ۱٪ افزایش یا کاهش	۲/۵٪ افزایش یا کاهش
نفتالین	۴۰	۲۵۰,۰۰۰	هر ۱٪ افزایش یا کاهش	۲/۵٪ افزایش یا کاهش

۱۳-۱-۴ هر یک از تیم ها باید بتن ساخته شده را به طور کامل مخلوط کرده و سپس نمونه گیری نمایند. جدا کردن قسمتی از اجزاء بتن تخلف محسوب می شود.

۱۴-۱-۴ در روز مسابقه هر یک از تیم ها میتوانند حداقل ۵ قالب مکعبی به ابعاد ۱۰ cm و ۳ قالب استوانه ای به قطر ۱۰ و ارتفاع ۲۰ سانتی متر به صورت یکسان را جهت نمونه گیری به همراه داشته باشند. نمونه گیری توسط اعضای تیم شرکت کننده و در حضور داوران صورت می پذیرد. با توجه به خودتراکم بودن بتن باید نمونه گیری بدون هیچ گونه ضربه و یا تراکمی صورت پذیرد و حداکثر ارتفاع مجاز برای پر کردن قالب ها ۵۰ سانتی متر می باشد.

۱۵-۱-۴ شرایط عمل آوری نمونه ها تا روز آماده سازی آن در حوضچه های نگهداری نمونه های بتنی واقع در محل برگزاری مسابقه خواهد بود.

۱۶-۱-۴ امتیاز طرح مخلوط به نظر هیئت داوران و بر مبنای شاخص های دوامی، کاهش میزان سیمان مصرفی و کارایی بتن تازه اعمال می گردد.

۱۷-۱-۴ در جدول ذیل به صورت خلاصه میزان امتیازهای منفی و شرایط مردودی بتن ذکر گردید است:

آزمون	شاخص	امتیاز منفی	علت
جریان اسلامپ	پس از دو مرتبه هر بار تکرار	۲	عدم دستیابی به کارایی مطلوب
	عدم دستیابی به محدوده مورد نظر تا حداکثر ۳ مرتبه تکرار	مردود	
قیف V شکل اولیه	هر ثانیه اضافی بیش ۶ ثانیه مجاز تا ۸ ثانیه	۲	عدم دستیابی به قابلیت عبور مطلوب بتن
	بیش از ۸ ثانیه	مردود	
قیف V شکل پنج دقیقه	هر بار تکرار آزمون بیش از دو بار	۳	
	هر ثانیه اضافی مازاد بر ۳ ثانیه مجاز تا ۵ ثانیه	۲	جداشدگی سنگدانه
زمان بندی	بیش از ۵ ثانیه (اختلاف زمان V اولیه و ثانویه)	مردود	
	بیش از ۳۰ دقیقه به ازای هر دقیقه	۱	عدم رعایت زمان بندی

۱-۴-۱۸ نمونه گیری بتن پس از پایان آزمایش های بتن تازه منوط به تایید داور انجام می گیرد.

\* لازم به تذکر است که فلسفه مسابقه، دستیابی به بتن خودتراکم مطلوب بوده و عدم ایجاد آن توسط تیم ها و رسیدن به محدوده مورد نظر در آیین نامه به منزله عدم ساخت بتن خودتراکم بوده و در صورت بروز این مساله، نمونه گیری از آن بتن انجام نخواهد شد.

#### ۴-۲ مرحله دوم (آزمون مقاومت الکتریکی و مقاومت فشاری)

۴-۲-۱ در این مرحله ارزیابی بر اساس نتایج مقاومت الکتریکی و مقاومت فشاری آزمون های بتن اخذ شده انجام می شود. پس از مرحله اول، آزمون های هر یک از تیم ها پس از باز کردن قالب در همان محل به صورت عمل آوری غرقاب تا سن ۲۸ روز نگهداری می شود.

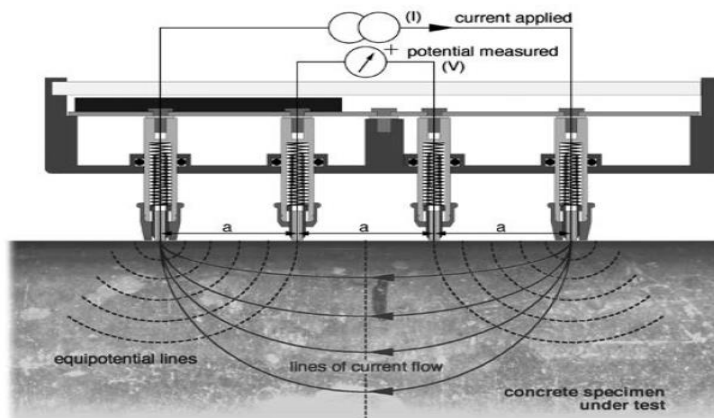
۴-۲-۲ در مرحله دوم ابتدا سه آزمون مورد آزمایش مقاومت الکتریکی سطحی قرار می گیرد و میانگین ۸ قرائت از هر نمونه این حالت ثبت می شود. عدد نمونه ای که بیشترین میانگین قرائت را به خود اختصاص داده است در رابطه دوام لحاظ می گردد. سپس با انتخاب رابط تیم سه آزمون استوانه ای مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار گرفته و میانگین سه عدد براساس MPa در رابطه تعیین امتیاز قرار می گیرد. طرح کلی نحوه اثر دستگاه مقاومت الکتریکی در حالت سطحی در شکل زیر مشخص است.

\* تذکر: میانگین مقاومت فشاری مورد نظر در سن ۲۸ روز ۶۵ MPa می باشد که به ازای هر ۱ MPa اختلاف از حد مطلوب تا حداکثر ۵ MPa، یک امتیاز منفی لحاظ می گردد.

\* تذکر: حداقل میانگین مقاومت الکتریکی ویژه در سن ۲۸ روز مورد قبول برابر ۲۰ کیلو اهم سانتی متر می باشد.

۴-۲-۳- مقاومت فشاری هدف در سن ۲۸ روز برابر ۶۵ MPa تعیین شده است. حداقل و حداکثر مقاومت فشاری مورد تایید به ترتیب ۶۰ و ۷۰ مگاپاسکال می باشد. بدیهی است در صورتی که میانگین مقاومت فشاری آزمون ها در این بازه قرار نداشته باشد تیم از دور مسابقات حذف خواهد شد. شایان ذکر است هر چه مقاومت فشاری و میانگین مقاومت فشاری آزمون ها به مقاومت هدف نزدیکتر باشند امتیاز شرکت کنندگان بیشتر خواهد بود.





شکل ۳- آزمایش مقاومت الکتریکی ۴ نقطه ای

#### ۳-۴ مرحله سوم (آزمون جذب آب نیم ساعته)

۳-۴-۱ در مرحله سوم ارزیابی بر اساس نتایج درصد جذب آب نیم ساعته انجام می‌شود. هر یک از تیم‌ها پس از مرحله اول، دو آزمون مکعبی به ابعاد ۱۰ cm را نمونه‌گیری و پس از باز کردن قالب در همان محل به صورت عمل آوری در آب تا ۲۵ روز غرقاب کرده و از روز ۲۵ به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای  $10.5 \pm 5$  قرار می‌گیرد. قرائت نیم ساعته جذب آب حجمی بتن در سن ۲۸ روزه انجام می‌گیرد.

۳-۴-۲ نتیجه درصد جذب آب حجمی نیم ساعته مطابق آیین نامه بر این اساس خواهد بود که وزن نمونه ((اشباع شده در آب (غوطه وری در آب)) را از وزن نمونه خشک کم کرده تقسیم بر وزن نمونه خشک ضربدر ۱۰۰ می‌نماییم. میانگین قرائت ۲ آزمون به عنوان نتیجه نهایی درصد جذب آب حجمی نیم ساعته بتن اعلام می‌شود.

\*تذکر: میانگین جذب آب نیم ساعته قابل قبول ۲ درصد پس از اصلاح نتیجه با توجه به شکل و ابعاد آزمون‌ها خواهد بود(ضریب اصلاحی آزمون مکعبی برابر ۱,۳۳).

#### ۴-۴ مواد سیمانی جایگزین

۴-۴-۱ حداقل و حداکثر عیار مواد سیمانی به ترتیب ۴۲۵ و ۴۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.

۴-۴-۲ مجموع مواد سیمانی در این مسابقه به شرح ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\text{مجموع مواد سیمانی} = \text{مقدار سیمان مصرفی} + (\text{مقدار مواد جایگزین سیمان} * K)$$

ضرایب اصلاحی مواد جایگزین سیمان نیز به شرح جدول ذیل اعلام می‌گردد:

ردیف	مواد سیمانی	K (ضریب اصلاحی)
۱	میکروسیلیس	۲
۲	سرباره	۰,۶

۴-۴-۳ میکروسیلیس نباید بیشتر از ۱۰٪ مواد سیمانی جایگزین شود.

۴-۴-۴ سرباره نباید بیشتر از ۵۰٪ مواد سیمانی جایگزین شود.



۴-۴-۵ مجموع مواد جایگزین سیمان نباید از ۵۰٪ کل مواد سیمانی بیشتر شود.

۴-۴-۶ استفاده از مواد جایگزین سیمان به صورت ترکیبات چندجزئی نیز مجاز می‌باشد.

۴-۴-۷ در مرحله نهایی، تیم‌هایی که بتوانند بیشترین امتیاز را در مجموع ۳ بخش بتن تازه، مقاومت فشاری و دوام بر اساس فرمول‌های ارائه شده کسب نمایند، برگزیده شده و مورد تقدیر قرار می‌گیرند. ارائه گزارش مناسب و دقیق طرح مخلوط بتن به داوران مسابقه دارای امتیاز می‌باشد.

#### ۴-۵- امتیازدهی

۴-۵-۱ امتیاز هر تیم در هر بخش از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{بتن تازه } A = \frac{80 - (SF + V_1 + V_2 + 2 VSI) + M}{C}$$

$$\text{مقاومت فشاری } S = \frac{65 - |65 - F|}{C}$$

$$\text{دوام } D = \frac{R}{C} + \frac{1}{BC}$$

$$\text{مجموع امتیازات نرمال شده } W = 0.7A + 1.2S + 0.15D$$

C هزینه یک متر مکعب بتن ساخته شده توسط هر تیم (میلیون ریال)

SF میزان کسر امتیاز آزمون جریان اسلامپ

V1 میزان کسر امتیاز آزمون قیف V در بخش اول

V2 میزان کسر امتیاز آزمون قیف V در بخش نهایی

VSI: امتیاز شاخص پایداری چسبی بتن خودتراکم (۰ تا ۳) به تشخیص داوران

M امتیاز گزارش طرح مخلوط بتن (۰ تا ۵) به تشخیص داوران

F حداکثر مقاومت فشاری بتن (مگاپاسکال)

R حداکثر مقاومت الکتریکی در آزمون سطحی ۴ نقطه ای ونر (kΩ - cm)

B درصد جذب آب حجمی بتن (%)

W مجموع امتیازات

تبصره ۱: بیشترین و کمترین مقدار مقاومت فشاری قابل اعمال در رابطه مقاومت فشاری به ترتیب ۷۰ و ۶۰ مگاپاسکال می‌باشد. (در صورتی که مقاومت بتن کمتر از ۶۰ مگاپاسکال کمتر باشد، تیم مورد نظر از مسابقات حذف می‌شود)

تبصره ۲: در مرحله نهایی آزمون قیف V در صورت کسب امتیاز مثبت پارامتر V2 در فرمول A (بتن تازه) با اثر مثبت لحاظ می‌گردد.

۴-۵-۲ در صورت اعمال هرگونه تخلف (بنا به تشخیص داور) در مراحل ساخت بتن، اعضای تیم از ادامه روند مسابقه محروم خواهند شد.

۴-۵-۳ هیئت داوران مجاز به تصمیم‌گیری برای موارد عمومی پیش بینی نشده و یا خارج از مطالب ذکر شده در آیین نامه هستند. تصمیم هیئت داوران فصل الخطاب است. اعتراض‌های احتمالی باید به صورت مکتوب به هیئت داوران تحویل شود.

## ۵ اطلاعات تماس:

شماره تماس برای کسب اطلاعات بیشتر:

۱- مجری مسابقات :

آدرس : تهران، میدان صنعت (شهرک غرب)، بلوار فرحزادی، نرسیده به خروجی بزرگراه نیایش، خ عباسی اناری، پلاک ۸۱  
کد پستی: ۱۹۹۸۹۵۸۸۸۳

۲- کمیته اجرایی مسابقات :

آدرس : تهران، کیلومتر ۱۷ جاده قدیم کرج (فتح)، بعد از بلوار کرمان خودرو، بلوار آذرپنجم، کارخانه شهید ولیزاده  
تلفن تماس: ۴۴۹۸۵۴۴۳

تلفن تماس جهت ارتباط در تلگرام و واتساپ: ۰۹۱۲۹۴۷۸۱۶۷