



آیین نامه بتن با جذب انرژی بالا (شبیه سازی ضربه و انفجار)

۱- مقدمه و هدف:

۱-۱- بی شک پژوهش، یکی از اساسی ترین نیازها 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 یافته های جدید علمی در این زمینه داشته است. کنفرانس ملی فضایی مناسب برای ارائه پژوهش ها و تحقیقات علمی اساتید و دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترای دانشگاه ها و همچنین سایر مراکز تحقیقاتی و پژوهشی است. از طرفی نتایج این تحقیقات می تواند در فعالیت های اجرائی و پروژه های عمرانی و زیربنایی کشور که دست اندرکاران آن ها نیز در این کنفرانس شرکت دارند، مورد استفاده قرار گرفته و راه های ارتباط صنعت و دانشگاه هموارتر گردد.

۱-۲- گستردگی پدیده ی شوم جنگ در طول تاریخ به حدی است که هیچ نقطه سکونتی بر روی کره ی زمین مصون از آن نبوده است. از این رو آرامش کنونی به معنای تداوم دائمی آن نبوده و بنابراین، اهمیت حفظ و تقویت آمادگی دفاعی در تمامی ابعاد از جمله در زمینه ی پدافند غیرعامل، فرآیندی پیوسته، توسعه پذیر و کاملاً بديهي است. در اثر بروز جنگ، صدمات و آسیب های انسانی و مادی سنگینی به شهرهای کشور وارد می شود که با بکارگیری تمهیدات و شیوه های پدافند غیرعامل قبل از وقوع جنگ، امکان کاهش آسیب پذیری، وجود دارد. در صورت غفلت و نپرداختن به این مقوله، هزینه سنگین و ضایعات جبران ناپذیری در اثر وقوع تهدید به بار خواهد آمد.

۱-۳- با گسترش تسلیحات نظامی و قدرت تخریب این جنگ افزارها از طرفی، و عملیات نظامی و حملات تروریستی در سراسر جهان از طرف دیگر، ضرورت به کارگیری و توسعه ی محافظت های پدافندی در سیاست دفاعی اکثر کشورها، بیشتر از گذشته احساس می شود. یکی از این سیاست های دفاعی، مقاوم سازی سازه ها در برابر انفجار می باشد. به همین منظور برای جلوگیری از خسارات مالی و جانی ناشی از انفجار، افزایش مقاومت سازه های به خصوص سازه هایی مانند ساختمان های دولتی مهم، بیمارستان ها، تجهیزات و انبارهای نظامی، کارخانجات شیمیایی، نیروگاه های سوختی، نیروگاه های اتمی، پل های استراتژیک، ترمینال های حمل و نقل و مراکز پر جمعیت ضروری به نظر می رسد.

۱-۴- حملات اخیر بر روی ساختمان ها و زیرساخت های عمرانی نیاز به مصالح سازه ای مقاوم در مقابل اثرات انفجار را روشن می سازد. مطالعات متعددی بر روی روش های مختلف و همچنین توسعه راهنماهای طراحی به جهت افزایش مقاومت سازه ها در مقابل بارگذاری انفجار انجام شده است. به طور کلی بارهای انفجار دارای شدت زیاد و مدت زمان بسیار کم بر روی سازه ها می باشند. بنابراین رفتار مصالح در مقابل این قبیل بارگذاری ها نسبت به بارگذاری های متداول متفاوت خواهد بود. بنابراین تحلیل و طراحی این سازه ها تحت بارگذاری انفجار نیازمند درک صحیح و عمیقی از رفتار مصالح در مقابل این بارگذاری ها می باشد.

۲- شرایط تیم های شرکت کننده:

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



- ۲-۲- سرپرست تیم، ناظر بر عملکرد اعضاء در اجرای قوانین مسابقه بوده و صحت عملکرد تیم را تایید می نماید. سرپرست تیم و هریک از اعضاء فقط می توانند در یک تیم عضویت داشته باشند.
- ۲-۳- هریک از تیمها می توانند 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 هماهنگی های لازم و اطلاع رسانی معرفی شود.

۳- مصالح مصرفی:

- ۳-۱- مشخصات مصالح مصرفی در نمونه های بتنی به شرح ذیل است:
- انواع سیمان پرتلند تولید داخل طبق استاندارد ISIRI ۳۸۹، آمیخته و یا روبراه ای طبق استاندارد ISIRI ۳۴۳۲ و ISIRI ۳۵۱۷
 - مصالح سنگی معمولی 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
 - میکرو سلیس منطبق بر استاندارد ISIRI ۱۳۲۷۸
 - پودر سنگ آهکی
 - الیاف فولادی، پلمیری و شیشه در بتن منطبق بر استاندارد ISIRI ۱۷۶۹۷، EN ۱۴۸۸۹-۲
- ۳-۲- به غیر از مصالح ذکر شده، استفاده از هرگونه ماده دیگر (مانند مواد پلیمری 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 کنترل های لازم نگهداری و آزمایش می شود. البته تیمها می بایست در هنگام ارائه طرح اختلاط چگالی، جذب آب و درصد رطوبت هریک از مصالح مصرفی خود را نیز اعلام نمایند.
- ۳-۴- مصالح سنگی که توسط تیمها آورده می شود لزوما باید تمیز بوده و فاقد مواد ریزتر از الک نمره ۲۰۰ باشد.
- ۳-۵- مصالح سنگی نباید هیچ گونه اثر روان کنندگی در بتن ایجاد نماید. براین اساس نمونه ای از مصالح سنگی مورد استفاده توسط تیمها، در آب غوطه ور شده و تاثیر آن بر خمیر سیمان ارزیابی و با آب معمولی مقایسه می گردد.
- ۳-۶- حداقل ۲۰ درصد مجموع وزنی مصالح سنگی نمونهها باید از شن بادامی (دانه های درشت تر از ۱۲/۵ میلی متر) تشکیل شده باشد.

۴- نحوه برگزاری مسابقه:

- ۴-۱- این مسابقه در دو مرحله برگزار می شود؛ در مرحله اول هریک از تیم های شرکت کننده، لازم است ۳ عدد آزمون بتنی به ابعاد ۱۰*۱۰*۱۰ سانتی متر و ۳ عدد آزمون ۲۰*۱۰ یا ۳۰*۱۵ را در آزمایشگاهها، پروژهها و محل فعالیت خود تولید نموده و به مدت ۷ روز در شرایط استاندارد عمل آوری 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 فقط بر اساس مقاومت فشاری و کششی شکافتی بتن نمونه های ارسالی انجام می شود. از بین تیم های شرکت کننده ۱۰ تیم برگزیده شده و به مرحله نهایی مسابقات راه پیدا می کنند. تیمها در مرحله نهایی به صورت حضوری به رقابت با یکدیگر پرداخته و پس از تعیین نتایج از حائزین رتبه تقدیر خواهد شد.

۲-۴- از هر مؤسسه و یا دانشگاهی حداکثر دو تیم می‌تواند به مرحله نهایی مسابقه راه پیدا کند.
 ۳-۴- به دلیل بر خورداری از شرایط میزبانی، تیم‌های شرکت کننده از دانشگاه جامع امام حسین (ع) به تنهایی نمی‌توانند حائز رتبه اول شوند.

۴-۴- ارائه طرح اختلاط:

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 | ρ_{A_1} | A_1 |
| شن درشت | ρ_{A_2} | A_2 |
| ماسه | ρ_{A_3} | A_3 |
| پودر سنگ | $\rho_{A_4}=2600$ | A_4 |
| میکروسلیس | $\rho_s=2250$ | S |
| افزودنی | $\rho_f=1130$ | F |
| آب آزاد | ρ_w | W |

اعداد ارائه شده در طرح مخلوط باید به صورتی باشد که مجموع حجم اجزای تشکیل دهنده بتن، برابر یک متر مکعب (معادل ۱۰۰۰ 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 $0.02 m^3 = 20 lit$)

۴-۴-۱- 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 اختلاط اقدام شود، در غیر این صورت تیم اجازه ساخت نخواهد داشت و از دوره مسابقه حذف خواهد شد.

۴-۴-۲- هر تیم بایستی ۳۰ لیتر بتن تولید کند. بنابراین اعداد طرح اختلاط در ضریب ۰/۰۲ ضرب شده و مصالح توسط اعضاء تیم وزن می‌شود.

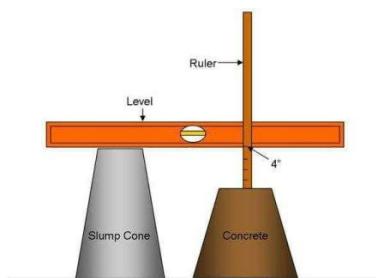
۴-۴-۳- الک کردن و تغییر در دانه‌بندی مصالح سنگی در مدت زمان در نظر گرفته شده برای هر تیم بلامانع است. (الک‌های مورد نیاز باید توسط اعضاء تیم تامین شود).

۴-۴-۴- الک کردن سیمان مجاز نیست.

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.
- هر لایه 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 ± 120 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.

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 جدایش 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.
- ۵-۴- در صورتی که مدت زمان اسلامپ‌گیری بیش از مدت زمان تعیین شده در بند ۴-۵ (۴ دقیقه) شود به ازای هر ۳۰ ثانیه تاخیر ۰/۳ امتیاز منفی لحاظ می‌گردد.
- ۵-۵- در صورت اصلاح طرح مخلوط با افزودنی شیمیایی پس از انجام آزمایش اسلامپ اول، ۲ امتیاز از هر تیم کسر خواهد شد.
- ۵-۶- 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.
- ۵-۷- 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 تصمیم‌گیری برای موارد عمومی پیش‌بینی نشده و یا خارج از مطالب ذکر شده در آیین‌نامه هستند. تصمیم هیئت داوران غیرقابل اعتراض است.

۶- نحوه ارزیابی تیمهای برگزیده:

۶-۱- در مرحله اول مسابقه، ارزیابی تیمها فقط بر اساس مقاومت فشاری و مقاومت کششی شکافتی بتن نمونه‌های ارسالی انجام می‌شود. هر یک از تیمها موظفند سه نمونه مکعبی به ابعاد $10 * 10 * 10$ سانتی‌متر و سه آزمون استوانه‌ای $10 * 20$ یا $30 * 15$ را برای شرکت در مرحله اول به محل برگزاری مسابقات ارسال نمایند. در این مرحله تیمهایی انتخاب می‌شوند که اختلاف مقاومت کششی با اختلاف مقاومت فشاری از 40 Mpa کمتر باشد. در صورت برابر امتیازها، اولویت با تیمی است که مقاومت کششی بیش‌تری دارد.

نکته ۱: اندازه‌گیری مقاومت فشاری و مقاومت کششی شکافتی در هر مرحله از مسابقه در حقیقت میانگین نتیجه دو آزمون از تیمها می‌باشد که با انتخاب داور مسابقه مورد آزمایش قرار می‌گیرد. آزمون سوم برای آزمایش‌های تکمیلی و موارد پیش‌بینی نشده احتمالی نگه داشته می‌شود.

۶-۲- در مرحله دوم ارزیابی تیمها توسط آزمایش مقاومت فشاری، مقاومت کششی شکافتی، آزمایش خمش (نتیجه مقاومت خمشی و نتیجه جذب انرژی نهایی)، آزمایش گوی فلزی (ACI 544.2R) صورت خواهد گرفت. نمونه‌های مقاومت فشاری و کششی برای عمل‌آوری استاندارد، ۷ روز داخل آب قرار می‌گیرند. سپس در سن ۷ روز به مدت ۲۴ ساعت درون گرمچال خشک می‌شوند و مورد آزمایش قرار می‌گیرند. نمونه‌های دیگر نیز به مدت دو هفته در آب با دمای 35 درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد. سپس یک آزمون به صورت تصادفی توسط داور مسابقه انتخاب و برای اشباع سازی درون آب غوطه‌ور می‌شود و آزمون‌های اشباع شده تحت آزمون تیر خمشی و مقاومت به ضربه قرار می‌گیرند و نتایج به صورت مشترک امتیازدهی می‌شوند.

$$P = \frac{f + 10T + 30W_1 + 5W_2 + 10L + \frac{A}{100}}{10} + M - S$$

f : میانگین نتایج مقاومت فشاری (MPa)

T : میانگین نتایج مقاومت کششی شکافتی (MPa)

W_1 : تعداد ضربه متناظر با مشاهد اولین ترک

W_2 : تعداد ضربه منجر به گسیختگی نهایی

L : میانگین مقاومت خمشی (MPa)

A : میانگین جذب انرژی نهایی (سطح زیر منحنی تا مرحله گسیختگی نهایی) (kg.mm)

M : امتیاز گزارش طرح اختلاط بتن (صفر تا ۸ امتیاز)

S : مجموع امتیازهای منفی در نظر گرفته شده بر طبق آیین‌نامه 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 می‌توانند مراتب اعتراض خود را کتبا با ادوات محکم به کمیته برگزاری مسابقه اعلام نمایند.



مرکز عمران و سازه‌نگاری

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

دانشکده و پژوهشکده مهندسی و پدافند غیرعامل



دانشگاه جامع امام حسین
دانشکده و پژوهشکده مهندسی و پدافند غیرعامل