انجمن بتن ایران

ISSN 1735 - 1987

نشریه داخلی انجمن بتن ایران،سال بیست وچهارم،شماره۹۱،پاییز۱۴۰۲

تازه ها

پیام هیات مدیره	۲
اخبار انجمن	۳
بانیان خانه انجمن	۵
پرسش و پاسخ	۷

مقالات علمی

-استفاده از الگوریتم ترکیبی جستجوی مداری اتم-گرگ خاکستری برای شناسایی ترک در تیر یکسرگیردار ۱۵

-بهبود رفتار لرزه‌ای قاب‌های خمشی بتن‌آرمه با اعمال محدودیت نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون در اتصالات ۲۳

-بررسی موردی شناسائی عوامل موثر بر ایجاد کارائی خمیر سیمان در بتن ۳۳

ویژه نامه بیست و یکمین همایش روز بتن۱۴۰۲

معرفی اعضاء

اعضای حقیقی

اعضای حقوقی

فرم عضویت انجمن علمی بتن

فرم عضویت انجمن بتن ایران

ملاحظات

۱. آرای نویسندگان الزاما دیدگاه انجمن بتن نیست.

۲. مسئولیت متن آگهی ها به عهده ارائه دهندگان آگهی‌ها است.

۳. نشریه در حک واصلاح و ویرایش مطالب رسیده آزاد است. مقالات و ترجمه های خود را خوانا و حتی‌الامکان حروفچینی شده ارسال نمایید.

۴.مقالات ارسال شده بازگردانده نمی‌شود.

۵. نقل مطلب با ذکر ماخذ آزاد است.

۶ .فصلنامه انجمن بتن ایران ، نشریه داخلی این انجمن بوده و غیر قابل فروش است.

صاحب امتیاز:
انجمن بتن ایران

مدیر مسوول:
محمد شکرچی‌زاده

مسوول کمیته انتشارات:
هرمز فامیلی

مسوول پرسش و پاسخ:
محسن تدین

زیر نظر هیات مدیره:
چینی مهدی، رحمتی علیرضا، رئیس قاسمی امیرمازیار، شکرچی زاده محمد، کلهری‌موسی، فامیلی هرمز، یحیوی ارزنق مهران.

همکاران این نشریه:
قائمی فرد سعیده، قنادی اصل امین، کامل سیدمحمدحسین، کفاش بازاری علی‌اکبر، معرفت محمدصادق.

مدیر امور اداری:
عزیز الله بریجانی

خدمات گرافیکی و امور اجرایی:
همراهان جاده های سبز

طراحی صفحه بندی و چاپ:
منصور محمدی گل گلاب
تلفن:۰۹۱۲۶۱۰۲۳۳۱

نشانی دفتر نشریه:
تهران-میدان صنعت (شهرک غرب)- بلوار فرحزادی، نرسیده به ورودی بزرگراه نیایش- خیابان عباسی اناری پلاک ۸۱ کدپستی: ۱۹۹۸۹۵۸۸۸۳
تلفکس: ۸۸۵۶۰۵۸۸- ۸۸۵۶۰۶۲۸

نشانی اینترنتی انجمن:
www.ici.ir

به نام خداوند هستی بخش

اعضاء گرامی انجمن

در روزهای پانزدهم الی هفدهم مهرماه با برگزاری پانزدهمین کنفرانس ملی بتن و بیست و یکمین همایش روز بتن، فرصت مناسبی برای صنعتگران و استادان و دانشجویان فراهم آمد تا با موضوعات روز بتن و فعالیت های اقتصادی و صنعتی بتن آشنایی بیشتری پیدا نمایند. موضوع روز بتن امسال" **بتن و انرژی**" بود و این موضوع برای تاکید بر اهمیت تامین انرژی پایدار برای صنعت بتن و سیمان انتخاب شد. واقعیت مهم این است که از یک سو عدم تامین انرژی لازم برای صنعت سیمان تعطیلی کارخانه ها را بهمراه دارد که اثرات سوء بر کیفیت سیمان و در نتیجه بتن مصرفی دارد. از سوی دیگر صنعت سیمان و بتن باید همت خود را برای ارائه راهکارهای مناسب برای مصرف بهینه انرژی در این صنایع صرف نماید.

در فصل جاری اقداماتی برای راه اندازی کمیته استراتژی در جهت توسعه فعالیتهای دهه سوم انجمن انجام پذیرفت که امید داریم این کمیته بتواند مشخصات پتانسیل های بالقوه در مجموعه انجمن را شناسائی نموده و پیشنهادهایی را به هیات مدیره ارائه نماید.

در این مدت عملیات اجرائی سقف سالن اجتماعات ساختمان انجمن با حمایت شرکت پیشتاز بتن در تامین بتن سبک سازه‌ای و میلگردهای مورد نیاز، شرکت لیکا در تامین بلوک و پوکه مورد نیاز و همچنین شرکت البرز شیمی آسیا در تامین مواد افزودنی مورد نیاز و نهایتا شرکت سازه ایمن لانه زنبوری (ساهک وافل) در اجرای سقف انجام پذیرفت و بتن سبک سازه ای خودتراکم با مقاومت ۳۵ مگاپاسگال در سقف آمفی تئاتر با موفقیت اجرا شد که می تواند الگویی برای تنوع بخشی به محصولات تولیدی بتن آماده کشور باشد. از همه دست اندرکاران و حامیان پروژه سپاسگزاری و قدردانی میود.

هیات مدیره انجمن بتن ایران

مهم ترین مصوبات اخیر هیات مدیره

هیات مدیره انجمن بتن ایران در فصل تابستان از تاریخ ۱۴۰۲/۰۷/۲۵ تا تاریخ ۱۴۰۰/۰۹/۱۸ جمعا چهار جلسه رسمی برگزار نمود. در این جلسات ضمن سازمان دهی امور انجمن، مصوبات و تصمیمات مقتضی در راستای اهداف انجمن اتخاذ شد که به شرح ذیل می‌باشد .

۱) -اتخاذ تصمیم و تصویب موارد جاری انجمن

۲) -پذیرش اعضاء:

در طی این مدت به پیشنهاد کمیته پذیرش و تصویب هیات مدیره تعدادی به عضویت انجمن درآمده‌اند. آخرین آمار اعضاء به شرح ذیل است:

تعداد پذیرفته شده در سه ماهه سوم سال ۱۴۰۲
تعداد اعضای حقیقی جدید: ۴۰،تعداد کل:۵۸۲۹
تعداد اعضای حقوقی جدید:۲۰،تعدادکل:۱۷۰۰
تعداد اعضای‌دانشجویی‌جدید:-، تعداد کل: ۵۱۵۵
تعداد کاردان جدید:۱،تعداد کل: ۱۰۵
تعداد کل اعضای انجمن بتن:۱۲۷۸۹

تسلیت

شرکت بتن شیمی ماهان
عضو حقوقی انجمن بتن ایران

با نهایت تاسف و تاثر درگذشت **مهندس حسن پویان** را به مدیریت، هیات مدیره، همکاران و خانواده محترم پویان تسلیت عرض نموده و برای بازماندگان شکیبایی و سعادت و برای آن عزیز سفر کرده علو درجات از درگاه یزدان پاک طلب می نماییم

انجمن بتن ایران

تسلیت

جناب آقای مهندس جاوید کاظم زاده
مدیرعامل محترم شرکت آوا بتن کیمیا- عضو حقوقی انجمن بتن ایران

با نهایت تاسف و تاثر درگذشت **پدر گرامیتان** را به جنابعالی و خانواده محترم تسلیت عرض نموده و برای بازماندگان شکیبایی و سعادت و برای آن عزیز سفر کرده علو درجات از درگاه یزدان پاک طلب می نماییم.

انجمن بتن ایران

طرح ضربتی بانیان خانه بتن

هدف : تامین بودجه برای تکمیل ساختمان دفتر مرکزی انجمن بتن ایران
مجری طرح: این طرح زیر نظر هیات مدیره انجمن بتن ایران در حال اجرا است

امتیازات پیش بینی شده جهت بانیان خانه بتن :

۱-گروه بتن

اشخاص حقوقی و حقیقی که کمک مالی آنها ۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال باشد.

۱ـ۱ـ دریافت لوح تقدیر از طرف انجمن

۱ـ ۲ـ درج لوگو یا نام عضو حامی در نشریه انجمن به مدت ۵ سال

۱-۳- درج لوگو یا نام عضو حامی در سایت انجمن بتن ایران به مدت ۵ سال

۱ـ۴ ـ معاف از پرداخت حق عضویت برای عضو حقیقی و نماینده عضو حقوقی به مدت ۵ سال

۲-گـــــــروه الماس

اشخاص حقوقی و حقیقی که کمک آنها ۷۰/۰۰۰.۰۰۰ ریال باشد.

۲ـ۱ـ دریافت لوح تقدیر از طرف انجمن

۲ـ۲ـ درج لوگو یا نام عضو حامی در نشریه انجمن به مدت ۳ سال

۲ـ۳ ـ درج لوگو یا نام عضو حامی در سایت انجمن به مدت ۳ سال

۲ـ۴ ـ معاف از پرداخت حق عضویت برای عضو حقیقی و نماینده عضو حقوقی به مدت ۳ سال

۳-گـــــــروه طلا

اشخاص حقوقی و حقیقی که کمک آنها ۵۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال باشد.

۳ـ۱ـ دریافت لوح تقدیر از طرف انجمن

۳ـ۲ـ درج لوگو یا نام عضو حامی در نشریه انجمن به مدت ۲ سال

۳ـ۳ـ درج لوگو یا نام عضو حامی درسایت انجمن به مدت ۲ سال

۳ـ۴ ـ معاف از پرداخت حق عضویت برای عضو حقیقی و نماینده عضو حقوقی به مدت ۲ سال

۴-گـــــــروه نقره

اشخاص حقوقی و حقیقی که کمک آنها /۰۰۰/۰۰۰/ ۳۰ ریال باشد.

۴ـ۱ ـ دریافت لوح تقدیر از طرف انجمن

۴ـ۲ـ درج لوگوی یا نام عضو حامی در نشریه انجمن به مدت یک سال

۴ـ۳ ـ درج لوگو یا نام عضو حامی در سایت انجمن به مدت یک سال

۴ـ۴ ـ معاف از پرداخت حق عضویت برای عضو حقیقی و نماینده عضو حقوقی به مدت یک سال

۵-گروه برنز

اشخاص حقوقی و حقیقی که کمک آنها ۱۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال باشد.

۵ـ۱ـ دریافت لوح تقدیر از طرف انجمن

۵ـ۲ـ درج لوگو یا نام عضو حامی در نشریه انجمن (یک سال)

۶ ـ تقدیر

اشخاص حقوقی و حقیقی که کمک آنها ۵/۰۰۰/۰۰۰ ریال باشد.

۱-۶ ـ درج لوگو یا نام عضو حامی در نشریه انجمن بتن ایران (یکبار)

شماره حساب جاری:۲۸۱۱۰۷۸ بنام انجمن بتن ایران بانک رفاه کارگران شعبه میدان ولیعصر (کد شعبه ۱۰۴۱)

شماره شبا: IR۳۹۰۱۳۰۱۰۰۰۰۰۰۰۰۲۸۱۱۰۷۸ شماره کارت انجمن بتن ایران: ۵۸۹۴ ۶۳۷۰ ۰۰۱۳ ۵۶۳۹

انجمن بتن ایران مراتب سپاس خود را از بانیان انجمن بتن ایران اعلام می‌دارد

بتن

تیم بررسی کننده تفسیر بخش اول آیین نامه بتن ایران:
اسماعیل اسماعیل پور، محسن تدین، حمیدرضا خاشعی، علیرضا خالو، علی اکبر رمضانیاپور، شاپور طاحونی، هرمز فامیلی، مهدی قالیبافیان،محمود نیلی، سید اکبر هاشمی

پیشتاز بتون روز

البرز شیمی

سعید امدادی

فیروز هادوی

ساتراپ سامان ساز

لیکا

نوسان

شرکت نامیکاران

پارس لانه

مجتمع تولیدی -تحقیقاتی ایران فریمکو

BASF The Chemical Company

فهاب بتن

بتن شیمی

مرسل قالب

بسپار بتن ایرانیان هوشمند

روعان بتن

آپتوس ایران

ژیکاوا

ارگ بم کرمان

باربدسازه (پارسه)

مهندسین مشاور کوبان کاو

گروه مهندسین آسا تدبیر سازان

رومینا بتن نقش جهان

شهرک بتن

شهرداری تهران

پیماب

آسفالت طوس

سازیان

خدمات خط و ابنیه فنی

سرمایه گذاری مسکن پردیس

سیلیس آرا

پادراپات پارس

طلا

الماس

دانشگاه عمران

خلخال دشت

انجمن صنفی مواد شیمیایی ساختمان

مهاب قدس

شرکت فارس ایران

مهدی قالیبافیان

مهندسان مشاور مهسایل

هیات‌مدیره
علی امین‌پور
مهرداد خوبی
علیرضا بهزاد

شرکت مهندسی و ساخت تاسیسات دریائی

ایران بن

آزمون ساز مبنا

جنرال مکانیک

متوساک

صدرا

رزین سازان فارس

طینا

دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری

تارابتون

TARHOSAZEH

انجمن بتن ایران نمایندگی آذربایجان شرقی

ماهنامه راه و ساختمان

علیرضا کریملی

شرکت ایران فریم

بتون ویلا

مقاوم سازان بتن اروند نمایندگی انحصاری ژیکاوا

پارت بتن

خانه بتن

سازمان بنادر و دریانوردی

پروژه طرح توسعه مجتمع بندری شهید رجایی

انجمن بتن ایران مراتب سپاس خود را از
بانیان انجمن بتن ایران اعلام می‌دارد

نقره

برنز

تقدیر

ویسا (سهامی خاص)

مهدی افشار حسین رحیمی محمد رضا جواهری محمد عالی

ایمان ازیاران

پرسش و پاسخ

پرسش ها و پاسخ های دوره آموزشی مورخ ۱۴۰۲/۱۲/۳ نظام مهندسی ساختمان استان همدان
موضوع: آشنایی با آزمایش های بتن و مصالح آن

برخی پاسخ ها در جلسه مزبور بصورت غیرمستند پاسخ داده شد که در اینجا بصورت مفصل و مستند ارائه شده است و برخی پاسخ داده نشده بود.

پرسش۱- در مورد شن ها، آیا درصد گذشته از الک شماره ۲۰۰ اهمیت خاصی دارد؟

پاسخ۱- همانطور که توضیح داده شد در مورد ماسه، درصد گذشته از الک شماره ۲۰۰، جزو مواد زیان آور منظور نمی شود و صرفاً بعنوان یک محدودیت دانه بندی در نظر گرفته می شود که البته در موارد خاصی مانند ماسه شکسته کوهی و استفاده در بتن‌هایی که در معرض سایش نیستند، افزایشی برای این محدودیت توصیه شده است.

واقعیت این است که اغلب در مورد وجود رس در ذرات گذشته از الک شماره ۲۰۰ نگرانی وجود دارد، هر چند وجود ذرات ریز غیر رسی نیز تغییراتی در خواص بتن بوجود می آید از جمله تغییر اسلامپ و یا در صورت کنترل اسلامپ، تغییر در نسبت آب به سیمان ایجاد می شود.

در مورد شن نیز چنین مواردی وجود دارد. بهرحال در استاندارد *ASTMC33* و استاندارد ۳۰۲ ایران برای درصد گذشته از الک شماره ۲۰۰ محدودیت یک درصد وجود دارد و باید رعایت گردد. با این حال محدودیت ۱درصد می تواند به ۱/۵ درصد تبدیل شود. هم چنین اجازه داده شده است که اگر مقدار مواد گذشته از الک شماره ۲۰۰ ماسه کمتر از حد مجاز باشد با توجه به سهم شن و ماسه در طرح مخلوط بتن، مقدار گذشته از الک شماره ۲۰۰ شن را افزایش داده در مورد شن ها، دلیل محدودیت ۱ یا ۱/۵ درصد را می توان احتمالاً ترس از چسبیدن این ذرات به سطح دانه های شن دانست. زیرا در چنین حالتی، خمیر سیمان نمی تواند به خوبی به دانه های شن بچسبد، این امر باعث می شود تا مقاومت و دوام بتن به شدت کاهش یابد.

لازم به ذکر است که امروزه می توان از پودر سنگ در بتن های مختلف بویژه بتن خودتراکم استفاده کرد و اگر این پودرسنگ از ابتدا در ماسه یا شن یا هر دو بود قاعدتاً این شن یا ماسه یا هر دو می توانست از نظر انطباق با استاندارد مردود تلقی شود. بهرحال این مشکلی است که وجود دارد هرچند تدوین کنندگان استاندارد، خود را مسئول تدوین ضوابطی برای شن و ماسه در حالت عادی می دانند تا از آن تجاوز نشود،

مگـر آنکـه طـراح مخلـوط بـتن بخواهـد درصـد گذشـته از الـک شـماره ۲۰۰ بیشـتری را در بـتن داشـته باشـد و علـی القاعـده فاقـد مقـدار زیـادی رس محسـوب گـردد. هـم چنـین بنظـر میرسـد وجـود ذرات زیـاد گذشـته از الـک ۲۰۰، مشـکلاتی را در ارتبـاط بـا تعیـین چگـالی و جـذب آب شـن و ماسـه بـه بـار آورد کـه رفـع آن سـاده نیسـت. در ایـن مـورد بـه اسـتاندارد مربوط به چگالی و جذب آب ماسه(*C127*) و توضیحات پیوست آن توجه گردد.

پرسـش۲- بـا توجـه بـه اینکـه در بـتن خـودتراکم مـی تـوان از پودرسـنگ اسـتفاده کـرد، ایـن پـودر سـنگ را بایـد در دانـه بنـدی ماسـه یـا دانـه بنـدی مخلـوط سـنگدانه بتن منظور کنیم یا در سیمان؟

پاسـخ۲- در اسـتاندارد پـودر سـنگ آهـک مصـرفی در بـتن، معمـولاً بایـد بـیش از ۶۵ درصـد و حتـی بـیش از ۹۵درصـد آن از الـک شـماره ۲۰۰ بگـذرد(*ASTMC1797*). در اسـتاندارد ۲۲۹۵۶ نیزکـه بـر ایـن اسـاس تنظـیم شـده اسـت. همـین مقـادیر دیـده مـی شـود. اگـر جـزو ماسـه منظـور شـود درصـد گذشـته از الـک شـماره۲۰۰ آن خیلـی زیـاد مـی شـود. و اگـر جـزو مخلـوط سـنگدانه بـتن در نظـر شـود نیـز مشـکلی وجـود خواهـد داشـت و بهتـر اسـت در منحنـی دانـه بنـدی مطلـوب فولرتامسـون اصـلاح شـده، حـداقل انـدازه سـنگدانه را بایـد بجـای ۷۵ میکرومتـر، ۴۵ میکرومتـر درنظـر گرفتـه شـود کـه منحنـی هـای جدیـدی را بدسـت مـی دهـد بهتـر اسـت از آنهـا اسـتفاده کـرد. مـی تـوان ایـن پـودر سـنگ آهـک را نیـز جـزو سـیمان(هماننـد سـیمان آمیختـه سـنگ آهکـی) منظـور نمـود. بهـر حـال بایـد دانسـت ایـن فـرض هـا، تغییـری در رفتـار بـتن خـودتراکم یـا هـر بـتن دیگـری نـدارد. پـودر سـنگ هـای آهکـی موجـود در ایـران اغلـب اوقـات از درشـت تـرین پودرهـای توصـیه شـده در اسـتاندارد نیـز درشـت تـر هسـتند و بنظـر مـی رسـد منظـور کـردن آنهـا در مخلـوط سـنگدانه هـا، منطقـی تـر باشـد و در اصـلاح دانـه بنـدی نقـش مـوثری دارد بـویژه اگـر ماسـه هـا دارای ریزدانـه هـای کمی باشند که این چنین نیز هستند (بویژه ذرات ریزتر از ۰/۳ میلیمتر)

پرسـش۳-بـا توجـه بـه اینکـه ممکـن اسـت سـنگدانه هـا در بتنـی اسـتفاده شـود کـه در معـرض یـخ زدن و آبشـدن پـی در پـی نباشـد آیـا محـدودیت هـای موجـود در اسـتاندارد ۳۰۲ بایـد در مـورد آنهـا بکـار رود و آیـا آزمـایش سـلامت سـنگدانه بایـد در مورد آنها انجام شود؟

پاسـخ۳- علـی القاعـده وقتـی چنـین شـرایطی مطـرح نیسـت نیـازی بـه سـنگدانه هـای پایـا در برابـر یـخ زدن و آبشـدن پـی در پـی وجـود نـدارد و آزمایشـی هـم در ایـن مـورد احتیـاج نیست.

بهرحـال در اسـتاندارد ۳۰۲ ایـران و *C33* ، ایـن مـورد در نظـر گرفتـه شـده اسـت.در برخـی مـوارد ماننـد آسـیب هـای ناشـی از تبلـور نمکهـا در منـاطق نسـبتاً خشـک و کمـی بـالاتر از

سطح زمین، بنظر می رسد ضابطه سلامت سنگدانه می تواند کاربرد داشته باشد. در مواردی که بتن در معرض پاشش آب دریا بویژه در اقلیم گرم و آفتابی جنوب کشور است نیز بدلیل همان مشکل تبلور نمکها، چنین ضابطه ای می تواند مفید باشد.بنابراین در کشور ایران می توان گفت که ضابطه سلامت سنگدانه در موارد زیادی کاربرد دارد و رعایت آن مفید است.

پرسش۴- آیا انجام آزمایش های ذرات سست و خرد شونده و سبک برای شن و ماسه ها همواره برای انطباق با استاندارد ضروری است؟ توضیح آنکه هزینه‌های مربوطه در سالهای اخیر بسیار زیاد شده است؟

پاسخ۴- بهر حال این موارد در استاندارد پیش بینی شده است و برای هر مجموعه تولید سنگدانه لازم است در ابتدا یکبار این آزمایش ها انجام شود و محدودیت های توصیه شده رعایت گردد اما می توان از تکرارهای آزمایش خودداری کرد.

پرسش۵- آیا سیمان پرتلند نوع۲ دریایی در ایران در حال حاضر تولید می‌شود؟

پاسخ ۵- بنظر می رسد تاکنون علیرغم گذشت ۴ سال از انتشار استاندارد جدید سیمان پرتلند(۳۸۹) هنوز پروانه استانداردی برای آن صادر نشده است.شاید مصرف کنندگان به اهمیت منظور نمودن آن در استاندارد و هماهنگی با آنچه در آبای جدید آمده است آشنایی ندارند. امید است این نوع سیمان با *C3A* بین ۶ تا ۱۰ درصد، بزودی تولید و پروانه استاندارد بگیرد. بهرحال اهمیت مصرف این سیمان در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان بسیار زیاد است و صرفاً مصرف سیمان پرتلند نوع ۲ با حداکثر ۸ درصد *C3A* کافی نیست، بویژه آنکه در موارد زیادی دیده می شود که *C3A* سیمانهای پرتلند نوع ۲ که در جنوب کشور تولید و مصرف می شود کمتر از ۶ درصد است که قابل توصیه نمی باشد.

پرسش۶- آیا سیمان آمیخته حاوی میکروسیلیس در ایران تولید شده یا می‌شود؟ چرا در استاندارد ۲۳۴۰۲ برخلاف *ASTMC595* دارای چنین سیمان آمیخته ای است؟

پاسخ۶- تا کنون علیرغم تلاش های دوگانه در سیمان اصفهان و سیمان کردستان هنوز این نوع سیمان آمیخته میکروسیلیسی بصورت تجاری تولید نشده است.مرحوم دکتر رمضانیانپور در هر دو کارخانه فوق الذکر تولید آزمایشی آزمایشگاهی و صنعتی را به انجام رسانیدند اما بنا به دلایلی که جنبه مدیریتی داشته است، کار ادامه پیدا نکرده است. خوبست یک کارخانه در جنوب کشور(جنوب خوزستان، بوشهر، هرمزگان و بلوچستان) اقدام به تولید این سیمان نماید، زیرا عمده مصرف آن نیز در این مناطق

مـی باشـد و نیـاز بـه حمـل طـولانی چنـین سـیمانی نباشـد. اسـتفاده از حـدود ۶ تـا ۸ درصـد میکروسـیلیس نسـبت بـه وزن سـیمان مـورد نظـر مـی توانـد نیازهـای منطقـه را بـرای بـتن مسـلح مرتفـع کنـد. در سـایر منـاطق کشـور ایـن نـوع سـیمان کـاربرد محـدودی دارد. در اسـتاندارد*C595* چنـین سـیمانی وجـود نـدارد امـا کانـادا یکـی از کشـورهای پیشـگام در تولیـد چنـین سـیمانی اسـت. بـه هرحـال لازم اسـت تحقیقـات بیشـتری در حمـل و جابجـایی ایـن نـوع سـیمان بـه دلیـل اخـتلاف زیـاد در چگـالی سـیمان و دوده سیلیسـی انجـام شـود و سپس نسبت به تولید آن اقدام گردد.

پرسـش۷- چـرا گفتـه شـد کـه آزمـایش اسـتاندارد اسـلامپ در ایـران و در *ASTM* متفاوت هستند. این تفاوتها چیستند؟ از کدامیک باید استفاده کرد؟

پاسـخ۷- اسـلامپ اسـتاندارد *ASTMC143* بـا اسـتاندارد ملـی ۲-۳۲۰۳ تفـاوت دارد. لازم بـه ذکـر اسـت کـه اسـتاندارد ایرانـی بـر اسـاس اسـتاندارد *EN12350-2* نوشـته شـده اسـت. تفاوت های اصلی این دو نوع استاندارد را می توان در ذیل دید.

الـف:در هـر دو اسـتاندارد، مخـروط نـاقص اسـلامپ در سـه لایـه پـر مـی شـود. در اسـتاندارد ایـران و اروپـا، ضـخامت لایـه هـا یکسـان اسـت در حـالی کـه در اسـتاندارد امریکـایی ضـخامت لایه ها متفاوت اما حجم هر لایه تقریباً یکسان است.

ب: قرائـت اسـلامپ در اسـتاندارد ایرانـی و اروپـائی از بـالاترین نقطـه بـتن انجـام مـی شـود در حـالی کـه در اسـتاندارد امریکـایی، اسـلامپ از مرکـز بـتن سـطح فوقـانی انـدازه گیـری می‌گردد.

پ: در اسـتاندارد اروپـائی، اسـلامپ بـه نزدیکتـرین عـدد صـحیح بـر حسـب سـانتی متـر رونـد و گـزارش مـی شـود در حـالی کـه در اسـتاندارد امریکـایی اسـلامپ بـه نزدیکتـرین ۵ میلـی متـر رونـد و گـزارش مـی‌گـردد. بهـر حـال در آبـا همـواره مـلاک اسـلامپ، همـان اسـلامپ اسـتاندارد ایران می باشد بنابراین اندازه گیری طبق استاندارد ایران ضروری است.

پرسـش۸- چـرا گفتـه شـد کـه نمونـه بـرداری از بـتن تـازه و قالـب گیـری و عمـل آوری آن در ایران اغلب بصورت غلط انجام می شود؟ اشکال کار در کجاست؟

پاسخ۸- متاسـفانه در کشـور، علاقـه کمـی بـرای مطالعـه اسـتانداردها و دسـتورالعمل هـا و آئـین نامـه هـا و مقررات وجـود دارد و همگـان سـعی بـر یـادگیری سـاده امـا غیرمسـتند دارنـد. در اسـتانداردهای نمونـه برداری به وضـوح بـه کارهـایی اشـاره شـده کـه غالبـاً بـه مرحلـه اجـرا در نمـی آینـد. اسـتاندارد ۱-۳۲۰۱ ایـران بـه اقتبـاس از *EN12350-1* و هـم چنـین *ASTMC172* نمونـه بـرداری از بـتن تـازه را مطـرح می کنند. در این دستورها، بـتن تـازه نبایـد در معـرض آفتـاب و تبخیـر قـرار گیـرد و قـرار نیسـت شـرایط واقعی برآنها حاکم باشد. هم چنـین بجـز زمـانی کـه صـرفاً آزمـایش اسـلامپ مـدنظر اسـت و هنگـامی کـه تهیـه آزمونـه‌هـای مقـاومتی و دوام در دسـتور کـار اسـت بایـد نمونـه مرکـب(*Combined Sample*)

تهیه شود و اخذ نمونه نقطه ای (*spot sample*) صحیح نیست برای این منظور باید حداقل۲ نمونه نقطه ای از ۷۰ درصد میانی کامیون مخلوط کن با حجم تقریباً مساوی اخذ و با یکدیگر مخلوط شود و برای تهیه آزمونهها بکار رود به نحوی که فاصله اخذ آنها از ۱۵ دقیقه تجاوز ننماید. تهیه آزمونه ها و عمل آوری آنها طبق استاندارد ۳۲۰۵ ایران (صرفاً برای استوانه ای) و یا (۲-۱۶۰۸ برای مکعب و استوانه) انجام می شود. به دلیل تهیه آزمونه های مکعبی در اکثریت قریب به اتفاق موارد، استاندارد۲-۱۶۰۸ کاربرد دارد. این استاندارد از *EN12390-2* اقتباس شده است در حالی که استاندارد ۳۲۰۵ از استانداردارد *ASTMC31* برگرفته شده است. برای تراکم، بتن ها معمولاً در قالب ۱۵ سانتی با دو لایه و در قالب ۱۰ سانتی در یک لایه متراکم می شود. در استاندارد، تعداد ضربه ها با مقطع مربعی (رامر) الزام شده است، اما گفته شده که برای رده اسلامپ *S1* (۱۰تا ۴۰ میلی متر) و *S2* (۵۰ تا ۹۰ میلی متر) تعداد ۲۵ ضربه مناسب استابرای سایر رده ها حرفی زده نشده است اما زدن ضربه با چکش لاستیکی به بدنه قالب برای خروج هوای باقیمانده بویژه در جداره ها پس از تراکم هر لایه توصیه شده است. بین شروع پر کردن قالب ها تا کامل شدن همه آنها بهتر است بیش از ۱۵ دقیقه بطول نیانجامد اما برای شروع پر کردن آنها زمانی قید نشده است. آزمونه ها باید حداقل ۱۶ ساعت و حداکثر ۳ روز در قالب بماند و در این مدت باید شوک ضربه ای و تبخیر را نداشته باشیم. نکته بسیار مهم دمای عمل آوری در این مدت باید(۵±۲۰) درجه سلسیوس(در هوای گرم۵±۲۵درجه) باشد بنابراین قرار دادن آنها در دمای کارگاه ابداً صحیح نیست مگر اینکه در این محدوده باشد. این کار معمولاً یک شیوه غلط است که در ایران رایج می باشد. پس از درآوردن آزمونه ها از قالب باید در حوضچه آب با دمای (۲±۲۰) درجه قرار گیرند یا در اتاق مرطوب با همین دما در رطوبت نسبی حداقل ۹۵ درصد نگهداری شوند تا موعد شکستن آنها برسد. در مدت حمل بتن به محل نگهداری نهایی باید از افت رطوبت و تغییر جدی دما جلوگیری شود و برای اینکار می توان از نایلون یا ماسه مرطوب یا خاک اره و پارچه مرطوب استفاده کرد.

پرسش۹- چرا برخی اوقات، اختلاف بین نتایج مقاومت فشاری آزمونه ها خیلی زیادتر از حد قابل قبول است؟

پاسخ۹- اختلاف بین نتایج آزمونه ها در هر آزمایش کاملاً عادی و طبیعی است. بهرحال در هر اندازه گیری، تفاوت نتیجه باید وجود داشته باشد و احتمال یکی شدن بسیار اندک است.

اختلاف زیاد بین نتایج مقاومت فشاری معمولاً حاصل از موارد زیر است:

الف: عدم یکسان بودن نحوه قالب گیری آزمونه ها و نحوه نگهداری آنها و عدم اختلاط کافی نمونه اولیه و همگنی آنها که ناشی از بی دقتی تهیه کنندگان آزمونه هاست.

ب: وجـود مشـکل در قالـب هـای بکـار رفتـه بـرای تهیـه آزمونـه هـا از جملـه نـاگو نیـایی و نـاهمواری سـطوحی کـه در تمـاس بـا صـفحه هـای دسـتگاه فشـار اسـت. بـویژه قالـب هـایی کـه دچار اعوجاج و تغییر شکل در طول زمان می شوند مانند قالب های پلاستیکی

پ: تفـاوت جـنس قالـب بـا جـنس چـدنی یـا فـولادی کـه مـی توانـد منجـر بـه اخـتلاف شـود بـویژه آنکـه قالـب هـای آزمونـه‌هـا دارای جـنس هـای مختلفـی باشـند. اسـتاندارد ۱-۱۶۰۸ قالـب اسـتاندارد را چـدنی یـا فـولادی مـی دانـد و نتـایج سـایر قالـب هـا بایـد بـا نتـایج قالـب چـدنی یـا فـولادی و اسـفنجی (کـالیبره) شـود هـر چنـد نحـوه ایـن واسـنجی مشـخص نشـده است.

ت: ایجـاد مشـکل در صـفحات دسـتگاه فشـار یـا خـروج از مرکـز آزمونـه هـا در زیـر بـار فشـاری که امری رایج تلقی می شود.

ث: ایجـاد تفـاوت فـاحش درجـه اشـباع آزمونـه هـا در هنگـام آزمـایش کـه معمـولاً رایـج نیسـت مگر اینکه تاخیری زیادی در آزمایش برخی آزمونه ها بوجود آید.

ج: عدم کلاهک گذاری آزمونه های استوانه ای یا نقص و ایراد در کلاهک های آنها

چ: عـدم وجـود ضـخامت کـافی و ابعـاد مناسـب صـفحات فشـاری اضـافه شده(فاصـله پـرکن) کـه مـی توانـد کلیـه نتـایج را تحـت تـاثیر قـرار دهـد مگـر اینکـه در هنگـام آزمـایش برخـی آزمونه‌ها، تغییری بوجود آید.

پرسـش۱۰- آیـا در اسـتاندارد ۳۸۹و۲۳۴۰۲(سـیمان پرتلنـد و آمیختـه) مقاومـت فشـاری بـا آزمونـه مکعبـی انـدازه گیـری مـی شـود یـا منشـوری شکسـته شـده؟ نتـایج مقاومـت فشـاری کـه طبـق*ASTMC109* انـدازه گیـری مـی شـود بـا نتـایج مقاومـت فشـاری اسـتاندارد۳۹۳یـا۱-۱۸۸۰۷ ایـران و *EN196-1* چـه تفـاوتی دارد؟ ایـن تفاوت احتمالاً چه منشا و سرچشمه ای دارد؟

پاسـخ۱۰- آنچـه در مشخصـات (ویژگـی هـای) اسـتاندارد۳۸۹و ۲۳۴۰۲ بعنـوان حـداقل و حـداکثر مقاومـت فشـاری و رده مقـاومتی ذکـر شـده اسـت مربـوط بـه منشـور مـلات اسـتاندارد۴۰*۴۰*۱۶۰ میلـی متـر اسـت کـه پـس از شکسـته شـدن در خمـش، تحـت فشـار از طریـق دو صـفحه ۴۰*۴۰ میلـی متـر قـرار مـی گیـرد تـا خـرد شـود و ایـن وضـعیت کـه در اسـتاندارد۳۹۳ یـا ۱-۱۸۸۰۷ ایـران و *EN196-1* وجـود دارد بطـور کلـی بـا انچـه در *C109* آمـده اسـت تفـاوت جـدی دارد و قابـل مقایسـه یـا بکـارگیری بجـای هـم نیسـت کـه متاسـفانه در بسـیاری از مـوارد ایـن کـار انجـام مـی شـود. تفـاوت هـای عمـده ایـن استانداردهای ایرانی و اروپایی با استاندارد امریکایی عبارتند از:

الـف: تفـاوت در شـکل و ابعـاد قالـب(در امریکـا مکعـب ۵۰ میلیمتـر) کـه ایـن تفـاوت در ابعـاد مـی توانـد تفـاوت در نتیجـه ببـار آورد. ابعـاد ۴۰ میلـی متـری در مقایسـه بـا ۵۰ میلیمتـر،

نتیجه بیشتری ایجاد می کند. هر چند مکعب ۴۰ میلی متری عملاً در استانداردهای ایران و اروپا وجود ندارد.

ب: تفاوت در شکل و دانه بندی و حداکثر اندازه ماسه استاندارد بکار رفته در ساخت ملات استاندارد. در استاندارد ایران به شماره ۳۰۴۰ و اروپا از ماسه سیلیسی گردگوشه با خلوص ۹۸ درصد و حداکثر جذب۰/۲ درصد با حداکثر اندازه اسمی ۱/۶ میلیمتر (واقعی ۲/۰ میلیمتر) و حداقل اندازه اندازه ۰/۰۸ میلی متر استفاده می شود.

در استاندارد امریکا از ماسه اتاوا طبق استاندارد *C778* نوع *Graded* با حداقل اندازه اسمی ۰/۱۵ میلی متر (الک شماره ۱۰۰) و با حداکثر اندازه واقعی ۱/۱۸ میلیمتر (الک شماره ۱۶) و حداکثر اندازه اسمی ۰/۶ میلیمتر(الک شماره ۳۰) استفاده می شود، در حالی که برای آزمایش *C185* از ماسه استاندارد۳۰-۲۰ با دانه بندی دیگری استفاده می گردد(تعیین مقدار هوای ملات) که حداکثر اندازه و اسمی آن ۸۵/. میلیمتر (الک شماره۲۰) و حداقل اندازه اسمی آن ۰/۶ میلی متر (الک شماره۳۰) است و فعلاً مورد بحث ما نیست. بهرحال در استاندارد *C778* حرفی از شکل و خلوص ماسه سیلیسی نشده است اما منبع تهیه را رودخانه اتاوا در ایلینویز امریکا ذکر کرده است و محل تامین دیگری ندارد. در حالی که ماسه استاندارد۳۰۴۰ ایران دارای منبع خاص و ذکر شده نیست. متاسفانه در ایران اغلب در آزمایش *C109* از ماسه هایی بجز ماسه اتاوا(*C778*) استفاده می شود و نتایج را مطابق *C109* ذکر می کنند که امری رایج است، زیرا ماسه اتاوا در ایران قابل تهیه نیست. بهر حال تامین ماسه استاندارد ۳۰۴۰ ایران یا مطابق *EN196-1* کاملاً امکان پذیر است و انجام آزمایش استاندارد۳۹۳ و ۱-۱۸۸۰۷ *EN196-1* صورت می پذیرد. جالب است که برخی با این ماسه ها آزمایش *C109* را به انجام می رسانند.

پ: نسبت های اختلاط ملات استاندارد *C109* و استانداردهای ایران و اروپا متفاوت است بویژه نسبت آب به سیمان طبق *C109* برابر ۰/۴۸۵ (بجز سیمان حبابزا) و در استاندارد ایران و اروپا برابر ۰/۵ می باشد که می تواند منشا اختلاف تلقی شود.

ت: نحوه اختلاط در *C109* و استاندارد ایران و اروپا تا حدودی متفاوت است.که چندان تاثیری در اختلاف ها ندارد.

ث: در *C109* به کمک دستگاه میزروانی(*flow table*)، روانی ملات ساخته شده قبل از قالب گیری اندازه گیری می شود که باید در محدوده خاصی باشد وگرنه باید در مقدار آب و طبعاً در نسبت آب به سیمان تغییر ایجاد شود، در حالی که در استاندارد ایران و اروپا چنین موردی وجود ندارد و با هر میزان روانی، قالب گیری انجام خواهد شد.

ج: نحوه قالب گیری و تراکم آزمونه ها در *C109* بصورت دستی و با یک چوب خاص یا لاستیک مخصوص که ابعاد مقطع آن ۱۳*۲۵ میلی متر به نحو خاصی در ۲ لایه در ۲ جهت عمود بر هم متراکم می شود. در استاندارد ایران و اروپا عمل تراکم بصورت مکانیکی با یک دستگاه تقه زن انجام می‌شود. ملات در ۲ لایه در قالب منشوری ریخته و برای هر لایه ۶۰ تقه اعمال می شود.

چ: نحوه عمل آوری آزمونه ها بویژه دمای عمل آوری اولیه و نهایی در استاندارد امریکائی و استانداردهای ایرانی و اروپایی متفاوت است و در عمل آوری نهایی در روش امریکایی، حوضچه آب نگهداری باید اشباع از آهک باشد.

ح: ابتدا شکست منشور به صورت خمشی انجام می شود و سپس دوصفحه فولادی ۴۰*۴۰ میلیمتر در زیر و بالای منشور شکسته شده در نزدیک لبه قرار می گیرد و زیر دستگاه شکسته می شود و مقاومت بدست می آید.

در *C109* ، مکعب از طرف وجوه کناری خود زیر دستگاه قرار داده می شود و بار اعمال می گردد و پس از شکسته شدن نیروی نهایی اعمالی و مقاومت فشاری تعیین می گردد.

خ: سرعت بارگذاری دستگاه های فشاری در روش امریکایی و روشهای ایرانی و اروپایی متفاوت است که می تواند در نتیجه حاصله تاثیر جزیی داشته باشد. بهر حال همانطور که دیده می شود نتایج حاصله از این آزمایش ها قابل مقایسه و تبدیل به یکدیگر نیستند.

استفاده از الگوریتم ترکیبی جستجوی مداری اتم–گرگ خاکستری برای شناسایی ترک در تیر یکسرگیردار

امین قنادی اصل
دانشیار مهندسی عمران-سازه
دانشگاه محقق اردبیلی

سعیده قائمی فرد
دانشجوی دکتری مهندسی عمران-سازه
دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

وجود ترک در سازه، باعث کاهش عملکرد آن و افزایش اندازه ترک‌ها منجر به شکست سازه می‌شود. بنابراین، تعیین دقیق خصوصیات ترک، مانند مکان و عمق، یکی از مسائل کلیدی مهندسی برای ارزیابی قابلیت اطمینان سازه‌ها می‌باشد. یک همبستگی قوی بین تغییرات فرکانس طبیعی تیر و پارامترهای ترک وجود دارد. بنابراین، محل و عمق یک ترک در یک تیر را می‌توان با اندازه‌گیری فرکانس طبیعی آن پیش‌بینی کرد. از این رو، فرکانس طبیعی اندازه‌گیری شده را می‌توان به عنوان پارامتر ورودی الگوریتم استفاده کرد. برای شناسایی محل و عمق ترک در یک تیر کنسول، در این مطالعه ما یک تکنیک بهینه‌سازی ترکیبی جدید،جستجوی مداری اتم-گرگ خاکستری (AOS-GWO) را ارائه می‌کنیم. به طورکلی می‌توان گفت که هدف این مقاله، شناسایی ترک در تیر کنسول با استفاده از بهینه‌ساز هیبریدی جدیدAOS-GWO است. ادغام متدولوژی گرگ خاکستری در چارچوب پایه الگوریتم جستجوی مداری اتم با موفقیت به موضوع تله بهینه محلی پرداخته و کیفیت راه‌حل های تولید شده توسط الگوریتم را به طور قابل توجهی افزایش داده است. هدف از روش هیبریداسیون پیشنهادی، ترویج بهبود روش‌های اکتشاف- بهره‌برداری جستجوی AOS بود.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی، شناسایی ترک، الگوریتم گرگ خاکستری، الگوریتم جستجوی مداری اتمی، تیر یکسرگیردار

۱. مقدمه

بهینه‌سازی بخشی ضروری از طراحی مهندسی است و از این رو در بسیاری از مسائل چالش برانگیز دنیای واقعی با چارچوب‌های مختلف،الگوریتم‌های فراابتکاری به‌عنوان ابزاری قوی برای بهینه‌سازی به طور فزاینده‌ای جذاب شده‌اند. مقررات مهندسی می‌توانند با استفاده از مدل‌های بهینه طراحی شده به مکانیزم‌های پایدار و کارآمد دست یابد. این مدل‌ها بر اساس قضایا و رویکردهای ریاضی توسعه یافته‌اند. اگرچه روش‌های بهینه‌سازی توسط شخصیت‌های تاریخی مانند نیوتن، لاگرانژ و کوچیسکی[1] برای مسائل مقیاس کوچک‌تر مورد استفاده قرار گرفت، امروزه مهندسان برای حل مؤثر مسائل طراحی مهندسی گسترده‌تر و پیچیده‌تر به نسخه‌های بهبود یافته و ترکیبی این الگوریتم‌ها تکیه

1 Cauchyeski

مـی‌کننـد. طـی دو دهـه گذشـته، افـزایش پدیـده‌هـای زیسـت‌محیطـی و جهـانی بـه دلیـل پیشـرفت‌هـای فنـی-منطقـی و رشـد جمعیـت، طراحـی‌هـای پیچیـده مهندسـی را چـالش‌برانگیـزتـر کـرده اسـت. بـه عنـوان یـک راه‌حـل، الگـوریتم‌هـای بهینـه‌سـازی فراابتکـاری، بـه یـک انتخـاب محبـوب بـرای دسـتیابی بـه راه‌حـل هـای معقـول در زمـان کمتر تبدیل شده‌اند[۱].

الگـوریتم‌هـای بهینـه‌سـازی فراابتکـاری متعـددی توسـعه داده شـده‌انـد و علیـرغم فرآینـدهـا و بافـت‌هـای منحصـر به‌فردشان در بهبود فرآینـدهـای بهینـه‌سـازی، بـه مراتـب از پیشـینیان خـود مـؤثرتر هسـتند. بـرای مقابلـه بـا مسـائل بهینـه‌سـازی کلـی، الگـوریتم‌هـای فراابتکـاری راه‌حلـی هسـتند کـه اغلـب مـورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیرنـد. راه‌حـل بهینـه در درجـه اول بـا شـبیه‌سـازی طبیعـت و هـوش انسـانی بـه دسـت مـی‌آیـد. بـا انجـام یـک جسـتجوی سراسری، آنها مـی‌تواننـد یـک راه‌حـل تقریبـی را شناسـایی کنند که تا حدی بـه راه‌حـل بهینـه نزدیـک اسـت. اکتشـاف و بهره‌بـرداری، از اصـول اساسـی فـرا ابتکـاری هـا هسـتند. اکتشاف بـرای جسـتجوی کامـل کـل فضـا و یـافتن راه‌حـل بهینـه، کـه بـه طـور بـالقوه مـی‌توانـد در هـر جـایی در آن قـرار گیـرد، بسـیار مهـم اسـت. بـرای بـه حـداکثر رسـاندن اسـتفاده از اطلاعـات ارزشـمند، مشـارکت در بهـره‌بـرداری مـؤثر ضـروری اسـت. راه‌حـل‌هـای بهینـه عمومـاً بـه روش‌هـای خاصـی مـرتبط هسـتند. بـا اسـتفاده از ایـن همبستگی هـا بـه تـدریج تنظـیم مـی‌شـوند و بـه آسـانی از راه‌حـل اولیـه جسـتجو شـده تـا بـه راه حـل بهینـه برسـند. فراابتکـاری‌هـا، بـرای دسـتیابی بـه یـک تعـادل هماهنـگ بـین اکتشـاف و بهـره‌بـرداری تـلاش مـی‌کننـد. آنهـا در سال‌های اخیـر بـه دلیـل مزایـای متعـدد، از جملـه عملکـرد سـاده و شـهودی و همچنـین سـرعت سـریع، مـورد توجـه محققان قرار گرفته‌اند. آنهـا را مـی‌تـوان بـر اسـاس الهامـات مختلـف طراحـی بـه چهـار گـروه الگـوریتم‌هـای مبتنـی بـر ازدحام، تکـاملی، فیزیکـی و مبتنـی بـر انسـان دسـته بنـدی کرد.

ترک موجود در یـک جـزء سـازه‌ای، سـختی موضـعی آن را تغییر مـی‌دهـد. بنـابراین، دامنـه ارتعاشـات و فرکـانس‌هـای طبیعی به دلیل وجود چنین ترک‌هایی تغییر می‌کند. یکی از روش‌های تعیین محل و عمق ترک، استفاده از اشکال مـودی و فرکانس‌های طبیعی است. برای شناسایی آسیب‌های سـازه-ای، می‌توان از روش معکوس استفاده کرد. برای ایـن منظـور، روش بهینه‌سازی تکرار می‌شود تا تابع هدف را به حـداقل یـا حداکثر برسانیم تا یک ترک را پیـدا کنـیم. در ایـن عملیـات مکرر، مـی‌تـوان مکـان ناشـناخته تـرک را بـر اسـاس برخـی پارامترها تعیین کرد که با استفاده از روش بهینه‌سـازی مـی-توان آنهـا را بـرای رسـیدن بـه بهتـرین پاسـخ بـه روز کـرد. دیماروگونـاس و پاپـادوپولوس[۲] [۲] و کیـان و همکـاران[۳] [۳] مـاتریس سـختی تیـر تـرک خـورده را بدسـت آوردنـد و از فاکتورهای شدت برای بررسی ویژگـی‌هـای پاسـخ دینـامیکی مانند اشکال مودی و فرکانس‌هـای طبیعـی اسـتفاده کردنـد. نحوی و جباری[۴] [۴] شدت شکسـت تیـرهـای تـرک خـورده کنسول را با استفاده از روش اجزاء محدود و داده‌های تجربـی ارزیابی کردند. ارتعاش جـانبی تیـرهـای اویلـر-برنـولی تـرک خـورده توسـط چنـدروس و همکـاران[۵] ارزیـابی شـد[۵]. همچنـین، کـیم و اسـتابز[۶] [۶] یـک تکنیـک عملـی را بـرای محاسبه عمق ترک‌ها با اسـتفاده از اصـلاح در فرکـانس‌هـای طبیعی بررسی کردند. قنادی اصل و قائمی فرد بـه تشـخیص ترک در تیر کنسول با استفاده از الگوریتم‌هـای ترکیبـی سـه

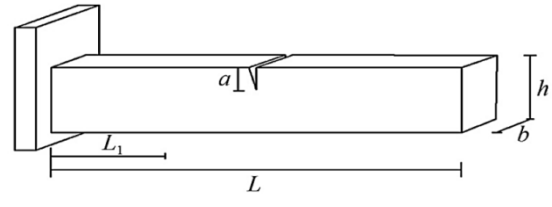
---

2 Dimarogonas and Papadopoulos
3 Qian et al.
4 Nahvi and Jabbari
5 Chondros et al.
6 Kim and Stubbs

گانه جدید بر اساس بهینه سازی ازدحام ذرات پرداختند[۷]. در این مطالعه از الگوریتم ترکیبی جدید برای تشخیص ترک تیرهای کنسول استفاده شده است. این الگوریتم ترکیبی دوگانه، ترکیبی از الگوریتم گرگ خاکستری (GWO) و الگوریتم جستجوی مداری اتم(AOS) است. این الگوریتم برای به حداقل رساندن تابع هزینه برای شناسایی مکان‌ها و عمق ترک‌ها در تیرهای کنسول استفاده می‌شود. در نهایت، نتایج به‌دست‌آمده از این الگوریتم دوگانه با الگوریتم‌های دیگر مانند گرگ خاکستری، الگوریتم جستجوی مداری اتم مقایسه می‌شود.

۲. مدلسازی تیر ترک خورده

در این مقاله، تیر کنسول مطابق شکل ۱ در نظر گرفته شده است. این تیر دارای طول "L"، عرض "b"، عمق ترک "a"در محل قابل تغییر L_1 و ارتفاع "h" است. همانطور که می‌دانیم وجود ترک در تیر باعث کاهش سختی نسبت به تیر استاندارد می‌شود. از آنجایی که یک ماتریس می‌تواند سختی محلی کاهش یافته را فرموله کند، اندازه ماتریس در معرض درجات آزاد بودن مسئله است.



شکل ۱- تیر کنسول دارای ترک

در این مقاله، دو درجه آزادی را فرض می‌کنیم که به ماتریس سختی محلی ۲×۲ که با استفاده از معکوس ماتریس انطباق به عنوان معادله (۱) به دست می آید، به دست می آوریم :

$$K = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix}^{-1} \qquad (۱)$$

معادلات دیفرانسیل ارتعاش آزاد تیر اویلر-برنولی به صورت زیر است:

$$\mathrm{EI}\frac{\partial^4 W}{\partial \mathrm{X}^4} + \rho \mathrm{A}\frac{\partial^2 W}{\partial \mathrm{t}^2} = 0 \qquad (۲)$$

$$\left(\frac{\mathrm{E}}{\rho}\right)\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} = \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} \qquad (۳)$$

معادله (۲) ارتعاش عرضی را نشان می‌دهد و معادله (۳) ارتعاش طولی را نشان می‌دهد که A سطح مقطع تیر است. ρ چگالی و V و W به ترتیب حرکات طولی و عرضی را نشان می‌دهند. توابع استاندارد تیر ترک خورده به صورت بدون بعد برای هر دو ارتعاشات خمشی و طولی به صورت ثابت است و معادله سیستم را می‌توان به صورت |Q|=0، که در آن Q یک ماتریس ۱۲×۱۲ است که مطابق مرجع [۷] از آن استفاده می‌شود.

۳. بررسی تابع هدف برای مکان‌یابی ترک با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی

همانطور که در بخش‌های بالا ذکر شد، تشخیص تغییرات فرکانس‌های طبیعی تیر ترک خورده برای یک مکان خاص و عمق ترک، فرآیند آسانی است. ارزیابی مکرر مکان و عمق ترک‌ها با استفاده از یک الگوریتم بهینه‌سازی، هدف تکنیک معکوس است که منجر به محاسبه فرکانس‌های طبیعی واقعی و ارزیابی شده می‌شود. تابع هدف حداقل شده مسئله معکوس را می توان به صورت زیر در نظر گرفت:

$$Obj = \sum_{i=1}^{n} w_i (f_i - f_i^*)^2 \qquad (۴)$$

الگوریتم بهینه‌سازی مکان و عمق ترک‌ها را به گونه‌ای جستجو می‌کند که در آن مجموع تغییرات بین فرکانس‌های ارزیابی و اندازه‌گیری شده به حداقل برسد. با توجه به محدودیت $0 < a < h$ و $0 < L1 < L$

فرض می‌شود. در معادله (۴)، "m" تعداد فرکانس‌های طبیعی است، "φ_i"i مین ضریب وزنی است، "f_i^d" iمین فرکانس طبیعی درخواستی یک تیر ترک خورده است، "f_i^s" به iمین فرکانس طبیعی اشاره دارد که توسط الگوریتم ارزیابی می‌شود و برای تخمین تابع هدف استفاده می‌شود.

۱.۳ الگوریتم جستجوی مداری اتم[۷] (AOS)

الگوریتم بهینه‌سازی AOS از اصول بنیادی نظریه اتمی مبتنی بر کوانتوم، دقیقاً آرایش چگالی الکترون و جذب یا انتشار انرژی توسط اتم‌ها، به عنوان اصل راهنمای خود استفاده می‌کند[۸].

۲.۳ الگوریتم گرگ خاکستری

این الگوریتم، به دلیل مزایایی که نسبت به سایر تکنیک‌های هوش ازدحام دارد، به طور گسترده برای بسیاری از مسائل بهینه‌سازی استفاده شده‌است. علاوه بر این، رهبری، سلسله مراتب و هنر شکار گرگ‌های خاکستری در طبیعت نمایش داده می‌شود. همچنین، چهار نوع گرگ خاکستری با نام‌های امگا (ω) دلتا (δ)، بتا (β) و آلفا (α) برای مدل‌سازی سلسله مراتب ارائه شده‌اند[۹].

۳.۳ عملکرد الگوریتم ترکیبیAOS-GWO

یک الگوریتم فراابتکاری، خوب توابع اکتشاف و بهره برداری خود را برای دستیابی به عملکرد بهینه متعادل می‌کند[۱۰]. روش جستجوی مداری اتمی دارای بهینه‌سازی، سازگاری و استحکام جهانی قوی است [۸]. الگوریتم گرگ خاکستری، دارای توانایی‌های جستجوی محلی قوی و همگرایی سریع است، اما اغلب به جای یک راه‌حل بهینه جهانی به یک بهینه محلی همگرا می‌شود [۹]. این بخش الگوریتم پیشنهادی ترکیبی AOS-GWO را ارائه می‌کند که مزایای دو الگوریتم فراابتکاری را ترکیب می‌کند:GWO دارای قابلیت‌های اکتشافی قوی است که به آن امکان می‌دهد از تمام حالت‌های محلی و جهانی بازدید کند و راه‌حل‌های مناسب را بیابد، در حالی که AOS از قابلیت‌های بهره‌برداری بالایی برخوردار است. الگوریتم AOS-GWO بر سه اصل استوار است؛ الگوریتم‌های ترکیبی می‌توانند نقاط قوت و ضعف را تکمیل کنند. با ایجاد جمعیت‌های جدید که بهترین افراد از هر دو گروه را به اشتراک می‌گذارند، این ترکیب می‌تواند در مقابل همگرایی اولیه محافظت کند و در عین حال ویژگی‌های مفید AOS و GWO را حفظ کند. در نهایت، الگوریتم AOS-GWO تنها از پارامترهای الگوریتم های اصلی AOS و GWO استفاده می‌کند. شبه کد AOS-GWO در شکل۲ نشان داده شده است.

---

7 Atomic Orbital Search Algorithm

Procedure Atomic Orbital Search- Greywolf Algorithm

Objective function (x), $x = (x_1, x_2, \ldots,)^T$

Determine initial positions of solution candidates (X_i) in the search space with m candidates

Evaluate fitness values (E_i) for initial solution candidates

Determine the binding state(BS) and binding energy (BE) of the atom

Determine the candidate with the lowest energy level in the atom (LE)

While Iteration < Maximum number of iterations

Generate n as the number of imaginary layers

Create imaginary layers

Sort solution candidates in an ascending or descending order

Distribute solution candidates in the imaginary layers by PDF

For k=1: n

Determine the binding state (BS^k) and binding energy (BE^k) of the kth layer

Determine the candidate with the lowest energy level in the kth layer (LE^k)

For i=1: p

Generate $\varphi,\alpha,\beta,\gamma$

Determine PR

If $\varphi \geq PR$

If $E_i^K \geq BE^k$

$$X_{i+1}^k = X_i^k + \frac{\alpha_i \times (\beta_i \times LE - \gamma_i \times BS)}{k}$$

Else if $E_i^K < BE^k$

$$X_{i+1}^k = X_i^k + \alpha_i \times (\beta_i \times LE - \gamma_i \times BS^k)$$

end

Else if $\varphi < PR$

$$X_{i+1}^k = X_i^k + r_i$$

End

End

End

Update binding state(BS) and binding energy (BE) OF ATOM

Update candidate with the lowest energy level in the atom (LE)

End while

Rank the population $\boldsymbol{X}_i$, and update the current best.

Initialize a population of Grey wolf X_i (i=1, 2,…,)

Initialize a, A and C

Calculate the fitness value (Xi) of each search agent

Select first, second and third best wolfs (Xa, Xb, Xc)

while (t<MaxGeneration_GWO)

for each search agent

Update the position of the current search agent by above equations End for Update a, A and C Calculate the Xa, Xb, and Xc Rank the Greywolves and find the current best.

end while

Output the best solution.

End procedure

شکل ۲- شبه کد الگوریتم ترکیبی مورد نظر

۴. بحث

برای بررسی توانایی الگوریتم برای بهینه‌سازی تیر ترک خورده، از تغییرات فرکانس‌های معمولی بر اساس مدل پیشنهادی از طریق ترک‌های مختلف در تیر استفاده می‌شود. تیر در نظر گرفته شده در این بخش به طول ۸۰۰ میلی‌متر با سطح مقطع ۶ میلی‌متر در ۵۰ میلی‌متر می‌باشد. مدول الاستیسیته، چگالی و نسبت پواسون تیر به ترتیب ۷۲,۴ GPa ، ۲,۸ gm/cc و ۰,۳۳ است. سه مکان مختلف (یعنی ۲۰۰ میلی‌متر، ۴۰۰ میلی‌متر و ۶۰۰ میلی‌متر از انتهای گیره‌دار)، با عمق‌های متفاوت از ۱ میلی-متر تا ۲,۴ میلی‌متر، در نظر گرفته شده‌اند. فرکانس‌های طبیعی متناظر تیر ترک خورده در جدول۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- فرکانس‌های محاسبه شده با استفاده از تحلیل نظری

شماره	$\alpha = \frac{L_C}{L}$	$\beta = \frac{a}{T}$	ترک(میلی‌متر)		فرکانس طبیعی(هرتز)		
			موقعیت	عمق	F_1	F_2	F_3
۱	----	----	بدون ترک	بدون ترک	۷	۴۵	۱۴۰
۲	۰/۲۵	۰/۲	۲۰۰	۱/۲	۷/۶۹۹	۴۸/۲۶۰	۱۳۵/۱۰۸
۳	۰/۲۵	۰/۳	۲۰۰	۱/۸	۷/۶۹۳	۴۸/۲۵۸	۱۳۵/۱۰۸
۴	۰/۲۵	۰/۴	۲۰۰	۲/۴	۷/۶۷۸	۴۸/۲۵۴	۱۳۴/۸۲۶
۵	۰/۲۵	۰/۵	۴۰۰	۱/۲	۷/۷۰۰	۴۸/۲۴۸	۱۳۵/۱۳۱
۶	۰/۵	۰/۲	۴۰۰	۱/۸	۷/۶۹۸	۴۸/۲۰۲	۱۳۵/۱۳۱
۷	۰/۵	۰/۳	۴۰۰	۲/۴	۷/۶۹۴	۴۸/۰۹۶	۱۳۵/۱۳۱
۸	۰/۵	۰/۴	۶۰۰	۱/۲	۷/۷۰۰	۴۸/۲۵۶	۱۳۵/۰۹۵
۹	۰/۵	۰/۵	۶۰۰	۱/۸	۷/۷۰۰	۴۸/۲۴۱	۱۳۴/۹۶۴
۱۰	۰/۷۵	۰/۲	۶۰۰	۲/۴	۷/۷۰۰	۴۸/۲۰۴	۱۳۴/۶۵۷

در این مقاله روش اعمال شده در مرجع [۷] برای تعیین فرکانس‌های طبیعی تیر اویلر-برنولی ترک خورده استفاده می‌شود. در این بخش، تکنیک تشخیص ترک در تیر کنسول توسط الگوریتم پیشنهادی ارائه شده است. هدف آن تشخیص مکان و عمق یک ترک با بهینه سازی تابع هدف بر اساس فرکانس‌های طبیعی تیر است. بنابراین، نتایج حاصل از تشخیص ترک در تیر ترک خورده توسط الگوریتم ارائه شده بیان شده است. برای بررسی عملکرد الگوریتم موردنظر،تعداد جمعیت و حداکثر تعداد تکرار به ترتیب ۵۰ و ۳۰۰ انتخاب شد. برای مقایسه نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر با نتایج مرجع [۷]، ویژگی‌های تیر کنسول بر اساس داده‌های آنها در نظر گرفته شده است. این مقایسه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده‌است. همچنین برای نشان دادن اثربخشی الگوریتم ترکیبی دوگانه پیشنهادی، یک شاخص عملکرد تعریف شده است. این شاخص واریانس بین مقادیر ارزیابی شده و واقعی پارامترها را گزارش می کند.

جدول ۲-نتایج محاسبه خرابی محل و عمق ترک به دست آمده از AOS-GWO و مقایسه با مطالعه دیگر

مقدار دقیق (میلی‌متر)		مطالعه حاضر						PSO-GWO-FA[7]	
		AOS-GWO		AOS		GWO			
موقعیت	عمق	عمق (درصد خطا)	موقعیت (درصد خطا)	عمق (درصد خطا)	موقعیت (درصد خطا)	عمق (درصد خطا)	موقعیت (درصد خطا)	عمق (درصد خطا)	موقعیت (درصد خطا)
۲۰۰	۱/۲	۱/۱۹ (۰/۸۴)	۲۰۰ (۰)	۱/۱۹ (۰/۸۴)	۲۰۰/۱ (۰/۰۵)	۱/۱۹ (۰/۸۴)	۲۰۰/۵۹۳ (۰/۲۹)	۱/۲ (۰)	۲۰۰ (۰)
	۱/۸	۱/۷۹ (۰/۵۵۵)	۱۹۶/۶۲ (۱/۶۹)	۱/۸ (۰)	۱۹۹/۸۲ (۰/۰۹)	۱/۷۹ (۰/۵۵۵)	۲۰۰/۲۹۹ (۰/۱۴)	۱/۷۹ (۰/۵۵۵)	۲۰۰ (۰)
	۲/۴	۲/۴ (۰)	۱۹۹/۹۷ (۰/۰۱۵)	۲/۴ (۰)	۲۰۰/۱ (۰/۰۵)	۲/۳۹ (۰)	۲۰۰/۶۰۹ (۰/۳)	۲/۴ (۰)	۱۹۹/۹۸۹ (۰/۰۰۵)
۴۰۰	۱/۲	۱/۱۹ (۰/۸۴)	۳۹۹/۹۸ (۰/۰۰۵)	۱/۱۹ (۰/۸۴)	۴۰۰ (۰)	۱/۲ (۰)	۳۹۹/۱۸۰ (۰/۲)	۱/۲ (۰)	۳۹۹/۹۹۹ (۰/۰۰۰۲)
	۱/۸	۱/۷۹ (۰/۵۵۵)	۴۰۰ (۰)	۱/۷۹ (۰/۵۵۵)	۴۰۰/۱۸ (۰/۰۴۵)	۱/۸ (۰)	۳۹۵/۴۸۸ (۱/۱۲)	۱/۸ (۰)	۳۹۹/۹۹ (۰/۰۰۰۲)
	۲/۴	۲/۴ (۰)	۳۹۹/۲۳ (۰/۱۹)	۲/۴ (۰)	۳۹۹/۰۶ (۰/۲۳)	۲/۴ (۰)	۳۹۷/۷۳۷ (۰/۵۶)	۲/۳۹ (۰/۴۱۶)	۴۰۰ (۰)
۶۰۰	۱/۲	۱/۲ (۰)	۶۰۰ (۰)	۱/۱۹ (۰/۸۴)	۵۹۹/۹۷ (۰/۰۰۵)	۱/۱۹ (۰/۸۴)	۶۰۰/۰۰۱ (۰/۰۰۰۱)	۱/۲ (۰)	۶۰۰/۵۰۵ (۰/۰۸۴۱)
	۱/۸	۱/۷۸ (۱/۱۱)	۵۹۶/۱۶ (۰/۶۴)	۱/۸ (۰)	۶۰۰/۴ (۰/۰۶)	۱/۸ (۰)	۶۰۰/۹۶۰ (۰/۱۶)	۱/۸ (۰)	۶۰۰/۰۴۷ (۰/۰۰۷۸)
	۲/۴	۲/۴ (۰)	۶۰۱/۰۴ (۰/۱۷)	۲/۳۹ (۰)	۵۹۹/۵۸ (۰/۰۷)	۲/۴ (۰)	۶۰۰/۶۱۳ (۰/۱۰۲)	۲/۳۹ (۰/۴۱۶)	۵۹۹/۶۰۵ (۰/۰۶۵)

۵. نتیجه‌گیری

این مقاله یک الگوریتم ترکیبی به نام AOS-GWO را برای شناسایی ترک در تیر یکسرگیردار پیشنهاد می‌کند. این الگوریتم جستجوی مداری اتمی و الگوریتم گرگ خاکستری را با الهام از اصول مکانیک کوانتومی ترکیب می‌کند. روش‌هایی با استفاده از الگوریتم‌هایAOS-GWO با اصلاح و بهبود الگوریتم‌های GWO، AOS برای افزایش دقت و سرعت هم‌گرایی ایجاد شد. این مقاله تغییرات بین فرکانس‌های ارزیابی شده توسط الگوریتم پیشنهادی و فرکانس‌های اندازه گیری شده برای یک تیر ترک خورده را بررسی می‌کند. نتایج این الگوریتم ترکیبی پیشنهادی با نتایج AOS، GWO، مقایسه شدند. نتایج نشان داد که AOS-GWO نسبت به الگوریتم‌های GWO و AOS در بیشتر موارد عملکرد بهتری دارد.

۶. فهرست مراجع

1. *Houssein, E.H., et al., A survey of metaheuristic algorithms for solving optimization problems, in Metaheuristics in machine learning: theory and applications. 2021, Springer. p. 515-543.*
2. *Dimarogonas, A. and C. Papadopoulos, Vibration of cracked shafts in bending. Journal of sound and vibration, 1983. 91(4): p. 583-593.*
3. *Qian, G.-L., S.-N. Gu, and J.-S. Jiang, The dynamic behaviour and crack detection of a beam with a crack. Journal of sound and vibration, 1990. 138(2): p. 233-243.*
4. *Nahvi, H. and M. Jabbari, Crack detection in beams using experimental modal data and finite element model. International Journal of Mechanical Sciences, 2005. 47(10): p. 1477-1497.*
5. *Chondros, T., A. Dimarogonas, and J. Yao, A continuous cracked beam vibration theory. Journal of sound and vibration, 1998. 215(1): p. 17-34.*
6. *Kim, J.-T. and N. Stubbs, Crack detection in beam-type structures using frequency data. Journal of sound and vibration, 2003. 259(1): p. 145-160.*
7. *Ghannadiasl, A. and S. Ghaemifard, Crack detection of the cantilever beam using new triple hybrid algorithms based on Particle Swarm Optimization. Frontiers of Structural and Civil Engineering, 2022. 16(9): p. 1127-1140.*
8. *Azizi, M., Atomic orbital search: A novel metaheuristic algorithm. Applied Mathematical Modelling, 2021. 93: p. 657-683.*
9. *Mirjalili, S., S.M. Mirjalili, and A. Lewis, Grey Wolf Optimizer. Advances in Engineering Software, 2014. 69: p. 46-61.*
10. *Eiben, A.E. and C.A. Schippers, On evolutionary exploration and exploitation. Fundamenta Informaticae, 1998. 35(1-4): p. 35-50.*

بهبود رفتار لرزه‌ای قاب‌های خمشی بتن‌آرمه با اعمال محدودیّت نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون در اتصالات

سیدمحمدحسین کامل
دانشجوی دکتری مهندسی عمران-سازه
دانشکده فنّی، دانشگاه تهران

محمدصادق معرفت
استاد دانشکده مهندسی عمران
دانشکده فنّی، دانشگاه تهران

چکیده

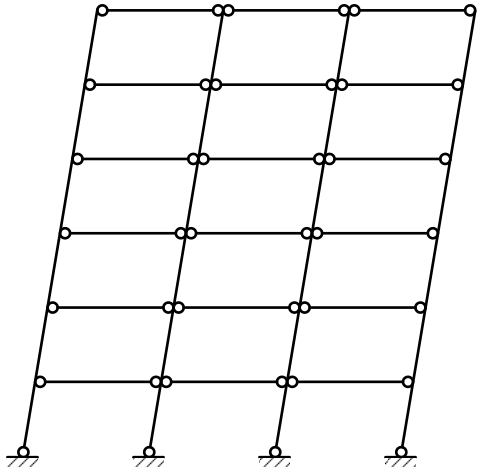
در طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، ساز و کار تسلیم مطلوب شامل تشکیل مفاصل خمشی در انتهای تیرها و پای ستون‌های پایین‌ترین طبقه می‌باشد. اگر چه سازه و اجزای آن باید از مقاومت و شکل‌پذیری مناسب برخوردار باشند، امّا لازمه‌ی نیل به ساز و کار مورد اشاره، حفظ مسیر انتقال نیرو مابین قاب‌ها و طبقات می‌باشد. در رخدادهای لرزه‌ای دیده شده است که تسلیم برشی یک یا چند اتصال مسیر ایمن انتقال نیروها را مختل کرده و خسارات شدیدی به بار آورده است. هرچند در آیین‌نامه‌ها با الزام برخی ضوابط سعی شده است که از تسلیم برشی اتصال جلوگیری شود، امّا تخریب اتصالات همچنان از دغده‌های مهندسین می‌باشد. به نظر می‌رسد که تمهیدات اضافی برای ایمن‌سازی اتصالات همچنان مورد نیاز می‌باشد. این موضوع توسط محققان مورد مطالعات متعدد آزمایشگاهی و عددی قرار گرفته است. این تحقیقات نشان داده است که با کاهش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون، رفتار تُرد بتنِ هسته‌ی اتصال کاهش می‌یابد تا جایی که می‌توان جلوی تسلیم برشی اتصال را به طور کامل گرفت. بنابراین پیشنهاد می‌شود که نسبت ارتفاع تیر به ستون در اتصالات قاب‌های خمشی برای اتصالات داخلی و خارجی به ترتیب کمتر از ۰/۹ و ۱ باشد. این محدودیّت برای پایین‌ترین طبقه با توجّه به افزایش تقاضای برش، جابجایی و شکل‌پذیری جانبی، باید سختگیرانه‌تر از دیگر طبقات اعمال گردد.

کلمات کلیدی: قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، تسلیم برشی اتصال تیر به ستون، مسیر انتقال نیرو، نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون

۱-مقدمه

از گذشته تا به امروز قاب‌های خمشی بتن‌آرمه به دلیل اشغال فضای کم و مزیّت اقتصادی به ویژه در کشورمان مورد توجّه و استفاده‌ی فراوان بوده است. از طرفی خسارات مالی و جانی بسیاری متوجّه این سازه‌ها بعد از زلزله بوده است. بنابراین نگرانی پیرامون ایمنی آن‌ها در برابر زلزله طبیعی است. از طرف دیگر دلخواه مهندسین در طراحی لرزه‌ای دستیابی به ساز و کاری برای قاب‌های خمشی بتن‌آرمه است که مفاصل خمشی در تمامی تیرها و فقط پای ستون‌های طبقه‌ی تراز پایه تشکیل گردد تا از بیشینه ظرفیت خمشی تیرها استفاده شود. شکل۱ این ساز و کار را در قاب‌های خمشی نشان می‌دهد که در بَرگیرنده‌ی فلسفه‌ی تیر ضعیف-

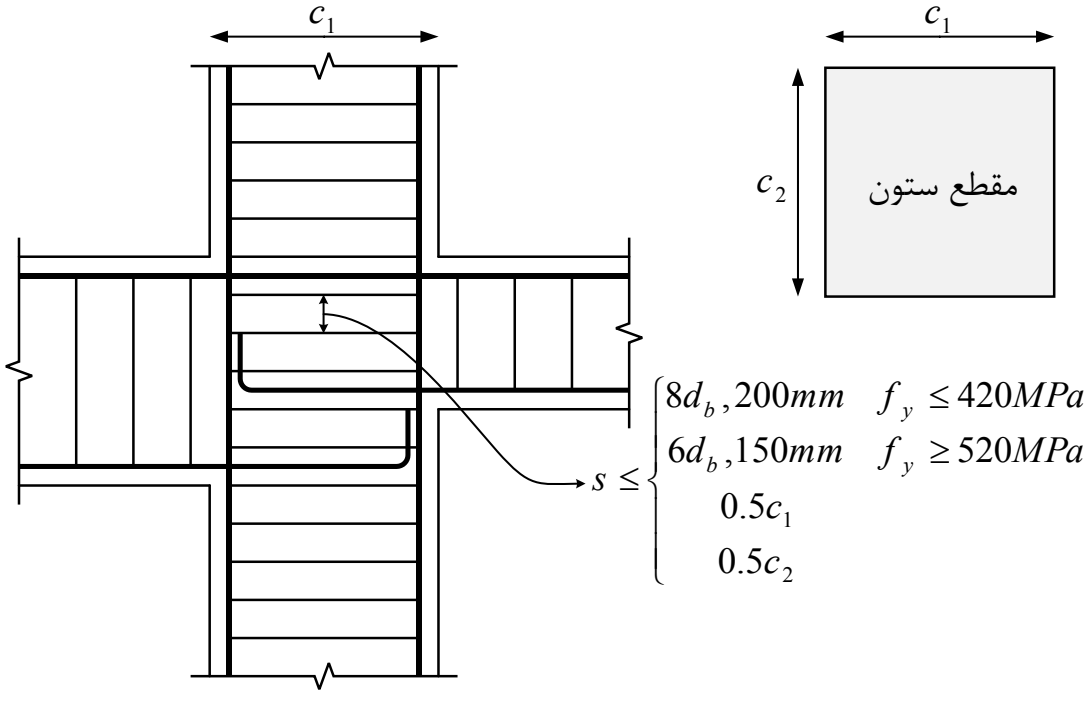
ستون قوی نیز می‌باشد و به آن ساز و کار تسلیم ایده‌آل می‌گویند [۱, ۲].



شکل۱- ساز و کار تسلیم ایده‌آل در قاب‌های خمشی بتن‌آرمه

برای دستیابی به ساز و کار تسلیم ایده‌آل در قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، برآورد صحیح نیروهای وارد بر سازه و اجزای آن اهمّیّت بالایی دارد. امّا اگر تمام اجزای سازه دارای مقاومت و شکل‌پذیری کافی باشند ولی نیروهای ثقلی و جانبی نتوانند از طریق کف‌ها به تیرها، سپس به ستون‌ها و در نهایت به شالوده و خاک منتقل شوند، آنگاه تقاضای لرزه‌ای تجمیع شده در اجزا و اعضای سازه منجر به تسلیم آن‌ها و در نهایت فروریزش ناگهانی یا نامطلوب جزئی یا کلّی سازه خواهد شد. در واقع برای دستیابی به رفتار لرزه‌ای مطلوب باید مسیر انتقال نیرو تا تسلیم ایده‌آل قاب خمشی بتن‌آرمه حفظ شود تا امکان بازتوزیع نیروها در بقیّه‌ی اعضا وجود داشته باشد. به بیان دیگر برای دستیابی به ساز و کار تسلیم ایده‌آل، حفظ مسیر انتقال نیرو شرط لازم و بهره‌مندی تمام اجزای سازه از مقاومت و شکل‌پذیری مناسب، شرط کافی در طراحی لرزه‌ای می‌باشد.

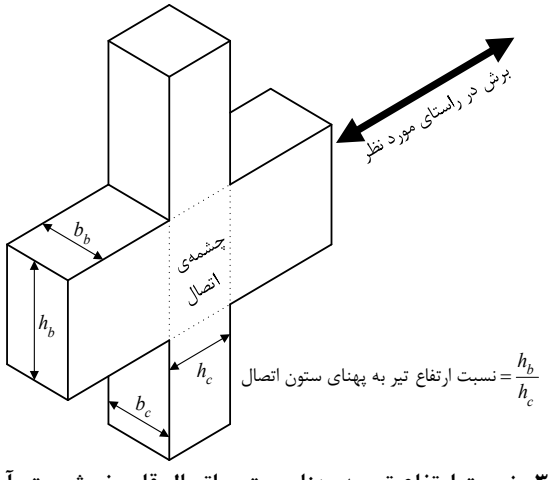
حفظ مسیر انتقال نیرو جدا از مفاهیم مقاومت و شکل‌پذیری در اجزای سازه نیست و بدون آن‌ها امکان ندارد، امّا ممکن است با وجود مقاومت و شکل‌پذیری کافی در تیر و ستون قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، از دست برود. متأسفانه با بررسی وضعیت قاب‌های خمشی بتن‌آرمه پس از زلزله بخصوص در زمین‌لرزه‌های اخیر کشور می‌توان دریافت که اکثر قاب‌های خمشی بتن‌آرمه علیرغم داشتن تیر و ستون تقریباً سالم، تنها با گسیختگی برشی یک یا چند اتصال تیر به ستون دچار آسیب جزئی یا کلّی شده‌اند. در واقع بیش از تیر و ستون باید نگران اتصال تیر به ستون قاب‌های خمشی بتن‌آرمه بود تا مسیر انتقال نیرو از بین نرود. به همین دلیل آیین‌نامه‌ها با وضع قوانین سختگیرانه سعی دارند که جلوی تخریب اتصال تیر به ستون قاب‌های خمشی بتن‌آرمه را بگیرند یا لااقل تا تشکیل مفصل خمیری در تیرها آن را به تأخیر بیاندازند. ضوابطی مانند محدودیّت فاصله و الزام به استفاده از تنگ‌های بسته با قلّاب لرزه‌ای برای آرماتورهای عرضی در ناحیه‌ی اتصال به همین دلیل در آیین‌نامه‌ها وضع شده‌اند. برای مثال محدودیّت فاصله‌ی آرماتورهای عرضی ناحیه‌ی اتصال در قاب‌های خمشی بتن‌آرمه با شکل‌پذیری متوسط مطابق ویرایش ۵ مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان و ACI 318-19 در شکل ۲ نشان داده شده است [۳, ۴].



شکل ۲- محدودیّت فاصله‌ی آرماتورهای عرضی ناحیه‌ی اتصال در قاب‌های خمشی بتن‌آرمه با شکل‌پذیری متوسط مطابق ویرایش ۵ مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان و ACI 318-19؛ c_1 و c_2 ابعاد مقطع ستون، d_b قطر کوچکترین آرماتور طولی ستون، f_y تنش تسلیم آرماتور عرضی[۴،۳]

۲-ضابطه‌ی پیشنهادی برای جلوگیری از تسلیم برشی اتصال تیر به ستون

تحقیقات انجام شده پیرامون رفتار اتصال تیر به ستون قاب‌های خمشی بتن‌آرمه نشان می‌دهد که با افزایش نسبت عمق مؤثر تیر به ستون در راستای برش مورد نظر، تسلیم و تخریب برشی چشمه‌ی اتصال سریع‌تر و شدیدتر روی می‌دهد. از آنجا که اکثر اوقات، مقدار پوشش بتن تیر و ستون برابرند، بجای نسبت عمق مؤثر تیر به ستون در جهت سادگی از نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون مطابق شکل۳ استفاده می‌شود.



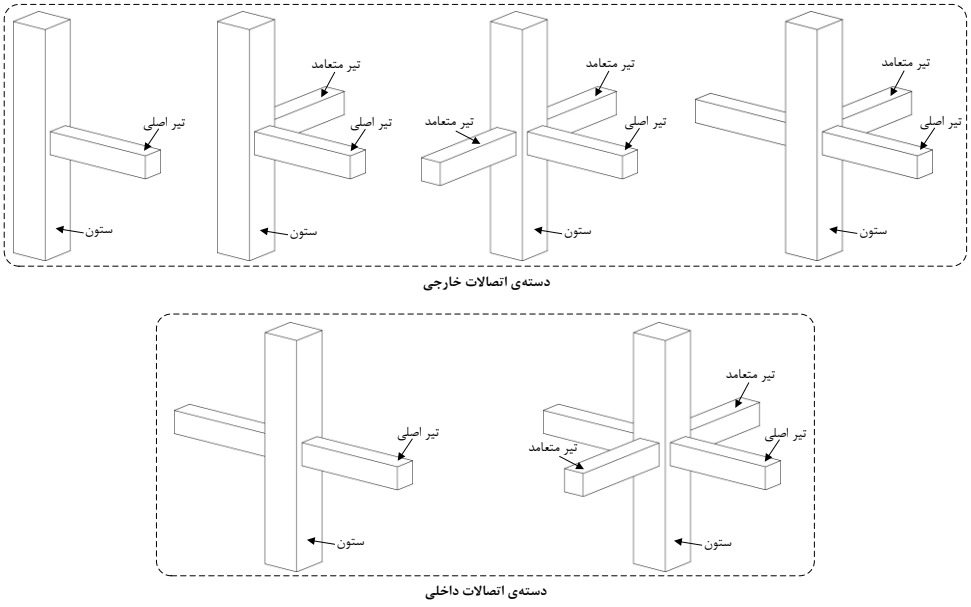
شکل ۳- نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون اتصال قاب خمشی بتن‌آرمه؛ h_b ارتفاع تیر؛ b_b عرض تیر؛ h_c پهنای ستون؛ b_c عرض ستون

به منظور بیان بهتر اثر نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون بر روی رفتار لرزه‌ای اتصال تیر به ستون در قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، مجموعه‌ای از آزمایش‌های انجام شده توسط دیگر محققین گردآوری شد. این مجموعه با توجّه به موقعیّت (داخلی یا خارجی) و جزئیات آرماتورگذاری اتصال به چهار گروه اتصالات لرزه‌ای داخلی، اتصالات لرزه‌ای

خـارجی، اتصـالات غیرلـرزه‌ای داخلـی و اتصـالات غیرلـرزه‌ای خـارجی تقسـیم شـد. همچنـین در تهیّـه‌ی ایـن مجموعـه بـه نکات زیر توجّه شده است.

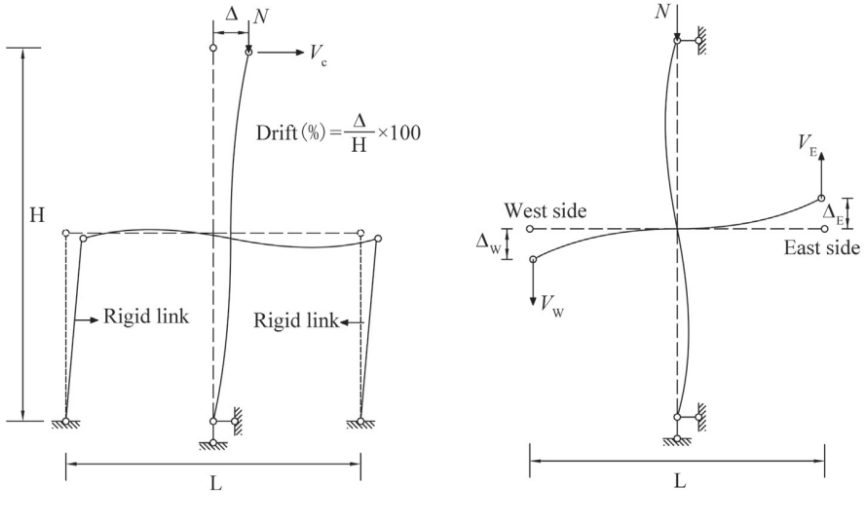
*اتصـالاتی کـه آرماتورهـای عرضـی آن‌هـا شـامل تنـگ‌هـای بسـته‌ی آج‌دار بـا قلّـاب لـرزه‌ای و خـم ۱۳۵ درجـه نبودنـد در گـروه‌هـای غیرلـرزه‌ای و بقیّـه در گـروه‌هـای لـرزه‌ای قـرار داده شدند.

*دسـته‌بنـدی اتصـالات بـا توجّـه بـه موقعیّـت آن‌هـا مطـابق شکل۴ انجام شد.



شکل ۱- دسته‌بندی اتصالات در مجموعه‌ی گردآوری شده؛ دال برای نمایش واضح‌تر اتصال ترسیم نشده است.

* به شیوه‌ی آزمایش نمونه‌ها توجّـه شـده اسـت. در آزمـایش اتصـالات قـاب‌هـای خمشـی بـتن‌آرمـه مطـابق شـکل ۵ و نتـایج مرجـع [۵]، اعمـال بارگـذاری رفـت و برگشـتی جـانبی بـه سـتون (CL) بـر تیـر (BL) ارجحیّـت دارد و نتـایج بـه واقعیّـت نزدیـک‌تـر می‌باشد.



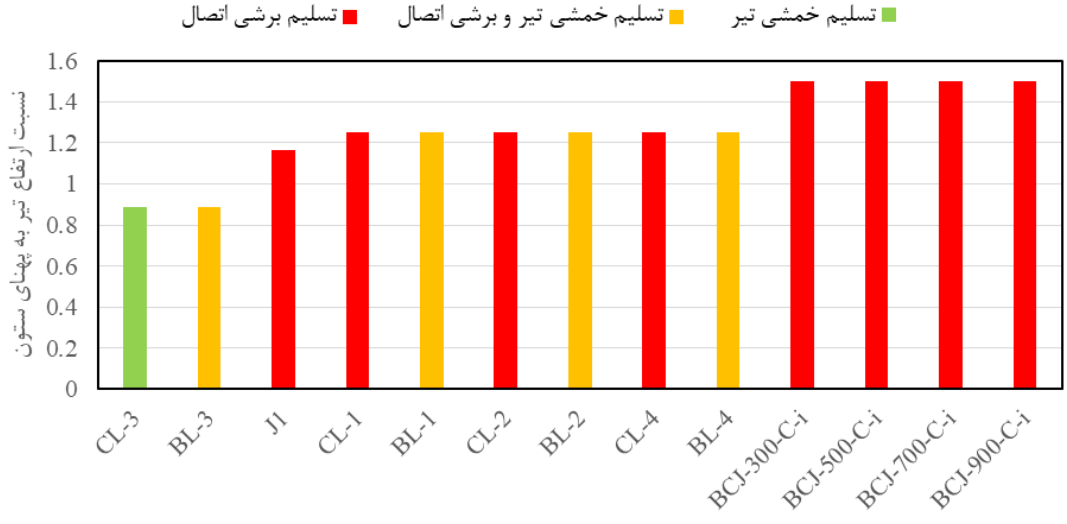
(a)CL method (b)BL method

شکل ۲- روش بارگذاری رفت و برگشتی و آزمایش اتصال [۵]

گروه اتصالات لرزه‌ای داخلی مجموعه‌ی گردآوری شده در جدول ۱ نشان داده شده است. محور طولی تیر کلیّه‌ی نمونه اتصالات این گروه نسبت به مرکز ستون خروج از مرکزیت نداشته‌اند. علائم استفاده شده در این جدول و جداول بعدی شامل P_u بار محوری ستون، A_g مساحت کل مقطع ستون و f_c' مقاومت مشخصه‌ی فشاری بتن می‌باشند. همچنین تسلیم خمشی تیر با B، تسلیم برشی اتصال با J و تسلیم خمشی تیر و برشی نمونه اتصال با B+J نشان داده شده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون نوع تسلیم نمونه‌ی اتصال به سمت تسلیم برشی می‌رود. به نظر می‌رسد که تعداد نمونه اتصالات لرزه‌ای داخلی آزمایش شده با نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون کوچکتر از ۰/۸۹ کافی نباشد. شکل۶ نیز ارتباط بین نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم آن‌ها را در این گروه از اتصالات نشان داده است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که به منظور حفظ مسیر انتقال نیرو و جلوگیری از تسلیم برشی اتصالات لرزه‌ای داخلی قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون آن‌ها به مقداری کمتر از ۰/۸۹ محدود شود.

جدول ۱- گروه اتصالات لرزه‌ای داخلی

پژوهشگر	نام نمونه	مقیاس نمونه	روش آزمایش	نسبت بار به ظرفیت محوری ستون ($P_u/A_g f_c'$)	نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون (h_b/h_c)	نوع تسلیم
Yang et al. [5]	*CL-3*	*1*	*CL*	*0.25*	*0.89*	*B*
	BL-3	*1*	*BL*	*0.25*	*0.89*	*B+J*
Shen et al. [6]	*J1*	*2/3*	*CL*	*0.2*	*1.17*	*J*
Yang et al. [5]	*CL-1*	*1*	*CL*	*0.25*	*1.25*	*J*
	BL-1	*1*	*BL*	*0.25*	*1.25*	*B+J*
	CL-2	*1*	*CL*	*0.3*	*1.25*	*J*
	BL-2	*1*	*BL*	*0.3*	*1.25*	*B+J*
	CL-4	*1*	*CL*	*0.25*	*1.25*	*J*
	BL-4	*1*	*BL*	*0.25*	*1.25*	*B+J*
Jin et al. [7]	*BCJ-300-C-i*	*1*	*BL*	*0.3*	*1.50*	*J*
	BCJ-500-C-i	*1*	*BL*	*0.3*	*1.50*	*J*
	BCJ-700-C-i	*1*	*BL*	*0.3*	*1.50*	*J*
	BCJ-900-C-i	*1*	*BL*	*0.3*	*1.50*	*J*

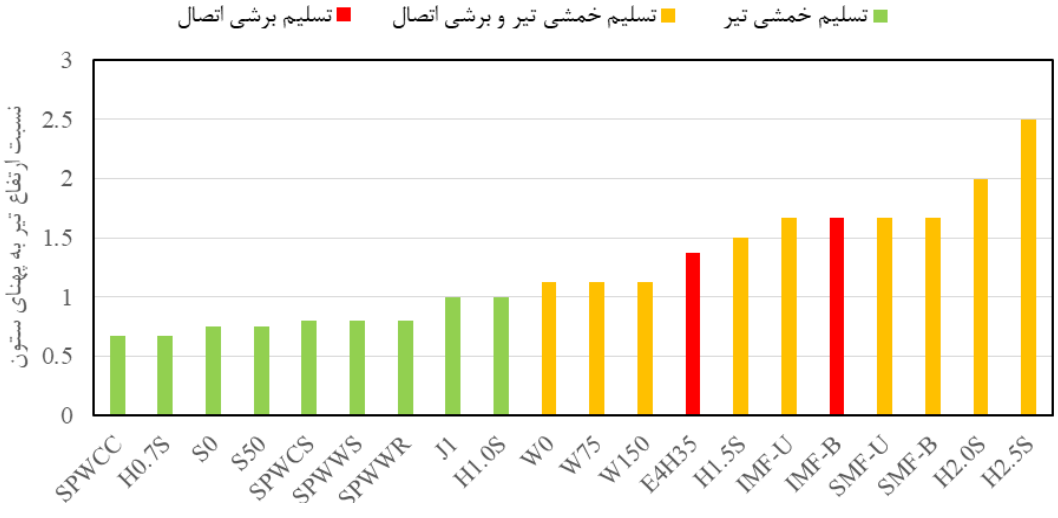


شکل ۳- نمایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم در گروه اتصالات لرزه‌ای داخلی

گروه اتصالات لرزه‌ای خارجی مجموعه‌ی گردآوری شده در جدول۲ نشان داده شده است. باز هم مطابق انتظار با افزایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون، تسلیم نمونه‌ی اتصال به سمت تسلیم برشی می‌رود. شکل۷ نیز ارتباط بین نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم آن‌ها را در این گروه از اتصالات نشان داده است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که به منظور حفظ مسیر انتقال نیرو و جلوگیری از تسلیم برشی اتصالات لرزه‌ای خارجی قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون آن‌ها به مقداری کمتر از یک محدود شود.

جدول ۲- گروه اتصالات لرزه‌ای خارجی

پژوهشگر	نام نمونه	مقیاس نمونه	روش آزمایش	نسبت بار به ظرفیت محوری ستون ($P_u/A_g f'_c$)	خروج از مرکزیت (mm)	نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون (h_b/h_c)	نوع تسلیم
Pakzad et al. [8]	*SPWCC*	*3/5*	*CL*	*0.15*	*0*	*0.67*	*B*
Chun et al. [9]	*H0.7S*	*1*	*BL*	*0*	*0*	*0.67*	*B*
Lee et al. [10]	*S0*	*1*	*BL*	*0.1*	*0*	*0.75*	*B*
	S50	*1*	*BL*	*0.1*	*50*	*0.75*	*B*
Pakzad et al. [8]	*SPWCS*	*3/5*	*CL*	*0.15*	*0*	*0.80*	*B*
	SPWWS	*3/5*	*CL*	*0.15*	*0*	*0.80*	*B*
	SPWWR	*3/5*	*CL*	*0.15*	*0*	*0.80*	*B*
Shafaei et al. [11]	*J1*	*1/2*	*BL*	*0.16*	*0*	*1.00*	*B*
Chun et al. [9]	*H1.0S*	*1*	*BL*	*0*	*0*	*1.00*	*B*
Lee et al. [10]	*W0*	*1*	*BL*	*0.1*	*0*	*1.13*	*B+J*
	W75	*1*	*BL*	*0.1*	*75*	*1.13*	*B+J*
	W150	*1*	*BL*	*0.1*	*150*	*1.13*	*B+J*
Kim et al. [12]	*E4H35*	*1*	*CL*	*0*	*0*	*1.37*	*J*
Chun et al. [9]	*H1.5S*	*1*	*BL*	*0*	*0*	*1.50*	*B+J*
Han et al. [13]	*IMF-U*	*1*	*BL*	*0.2*	*0*	*1.67*	*B+J*
	IMF-B	*1*	*BL*	*0.2*	*0*	*1.67*	*J*
	SMF-U	*1*	*BL*	*0.2*	*0*	*1.67*	*B+J*
	SMF-B	*1*	*BL*	*0.2*	*0*	*1.67*	*B+J*
Chun et al. [9]	*H2.0S*	*1*	*BL*	*0*	*0*	*2.00*	*B+J*
	H2.5S	*1*	*BL*	*0*	*0*	*2.50*	*B+J*

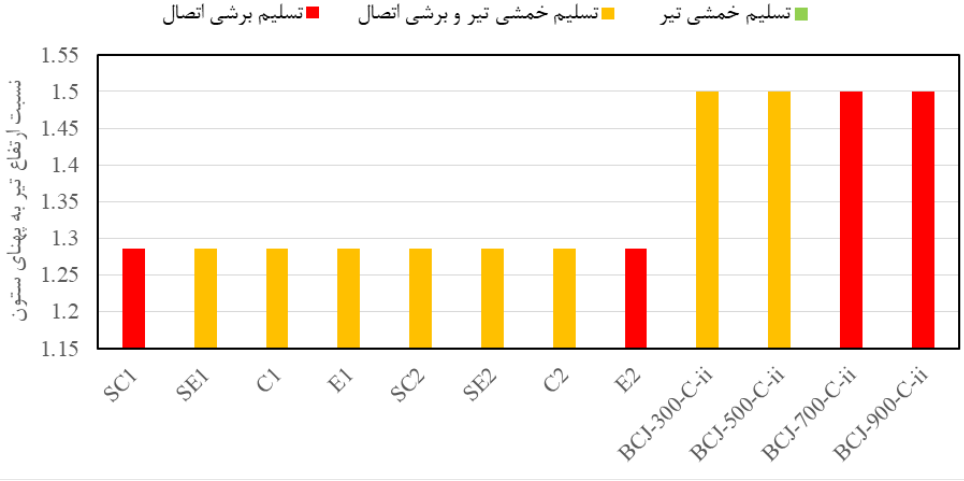


شکل۷- نمایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم در گروه اتصالات لرزه‌ای خارجی

گروه اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی مجموعه‌ی گردآوری شده در جدول۳ نشان داده شده است. کلیّه‌ی نمونه اتصالات این گروه با مقیاس واقعی ساخته و آزمایش شده‌اند. همان‌طور که انتظار می‌رفت باز هم با افزایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون نوع تسلیم نمونه‌ی اتصال به سمت تسلیم برشی می‌رود. به نظر می‌رسد که تعداد نمونه اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی آزمایش شده کافی نباشد و نیازمند تحقیقات آزمایشگاهی جامعی پیرامون آن‌ها باشد. شکل۸ نیز ارتباط بین نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم آن‌ها را در این گروه از اتصالات نشان داده است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که به منظور حفظ مسیر انتقال نیرو و جلوگیری از تسلیم برشی اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون آن‌ها محدود شود. اظهار نظر در مورد مقدار دقیق آن نیازمند تحقیقات بیشتری بخصوص به صورت آزمایشگاهی می‌باشد. البتّه منطقی است که محدودیّت نسبت مذکور در اتصالات غیرلرزه‌ای از لرزه‌ای سختگیرانه‌تر باشد. در واقع می‌توان پیش‌بینی کرد که اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی نیز باید نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون کمتر از ۰/۸۹ و حتّی کوچکتر از آن داشته باشند تا جلوی تسلیم برشی در آن‌ها گرفته و مسیر انتقال نیرو حفظ شود.

جدول۳- گروه اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی

پژوهشگر	نام نمونه	روش آزمایش	نسبت بار به ظرفیت محوری ستون ($P_u/A_g f_c'$)	خروج از مرکزیت (mm)	نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون (h_b/h_c)	نوع تسلیم
Choi et al. [14]	*SC1*	*CL*	*0.1*	*0*	*1.29*	*B+J*
	SE1	*CL*	*0.1*	*75*	*1.29*	*B+J*
	C1	*CL*	*0.1*	*0*	*1.29*	*B+J*
	E1	*CL*	*0.1*	*75*	*1.29*	*B+J*
	SC2	*CL*	*0.1*	*0*	*1.29*	*B+J*
	SE2	*CL*	*0.1*	*75*	*1.29*	*J*
	C2	*CL*	*0.1*	*0*	*1.29*	*B+J*
	E2	*CL*	*0.1*	*75*	*1.29*	*B+J*
Jin et al. [7]	*BCJ-300-C-ii*	*BL*	*0.3*	*0*	*1.50*	*J*
	BCJ-500-C-ii	*BL*	*0.3*	*0*	*1.50*	*J*
	BCJ-700-C-ii	*BL*	*0.3*	*0*	*1.50*	*J*
	BCJ-900-C-ii	*BL*	*0.3*	*0*	*1.50*	*J*

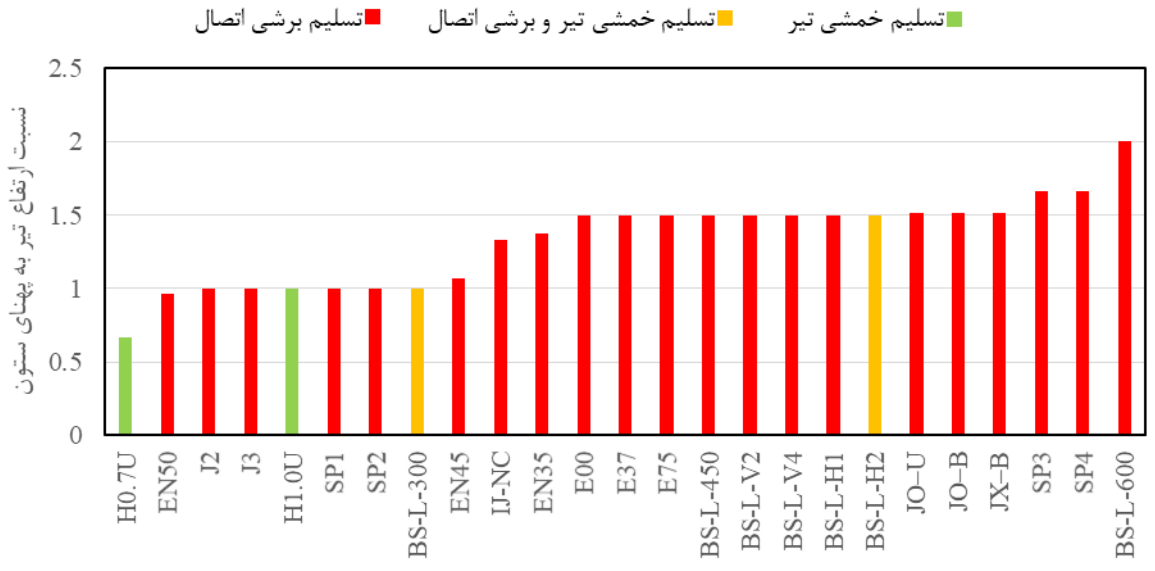


شکل ۴- نمایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم در گروه اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی

گروه اتصالات غیرلرزه‌ای خارجی مجموعه‌ی گردآوری شده در جدول۴ نشان داده شده است. همانند دیگر اتصالات، افزایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون در آن‌ها هم باعث تسلیم نمونه‌ی اتصال در برش می‌شود. شکل۹ نیز ارتباط بین نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم آن‌ها را در این گروه از اتصالات نشان داده است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که به منظور حفظ مسیر انتقال نیرو و جلوگیری از تسلیم برشی اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی قاب‌های خمشی بتن‌آرمه، نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون آن‌ها به مقداری کمتر از ۰/۶۷ محدود شود. هرچند مشاهده‌ی رفتار قابل قبول از تنها یک نمونه اتصال با نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون ۰/۶۷ اطمینان بخش نیست و تعیین مقداری مناسب برای این نسبت هم نیازمند تحقیقات بیشتری می‌باشد.

جدول۴- گروه اتصالات غیرلرزه‌ای خارجی

پژوهشگر	نام نمونه	مقیاس نمونه	روش آزمایش	نسبت بار به ظرفیت محوری ستون ($P_u/A_g f_c'$)	خروج از مرکزیت (mm)	نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون (h_b/h_c)	نوع تسلیم
Chun et al. [9]	H0.7U	1	BL	0	0	0.67	B
Kim et al. [12]	EN50	1	CL	0	0	0.96	J
Shafaei et al. [11]	J2	1/2	BL	0.16	0	1.00	J
	J3	1/2	BL	0.16	0	1.00	J
Chun et al. [9]	H1.0U	1	BL	0	0	1.00	B
Park et al. [15]	SP1	1	BL	0.1	0	1.00	J
	SP2	1	BL	0.1	0	1.00	J
Wong et al. [16]	BS-L-300	1	BL	0.15	0	1.00	B+J
Kim et al. [12]	EN45	1	CL	0	0	1.07	J
Lam et al. [17]	IJ-NC	2/3	CL	0.25	0	1.33	J
Kim et al. [12]	EN35	1	CL	0	0	1.37	J
Wong et al. [18]	E00	2/3	BL	0.1	0	1.50	J
	E37	2/3	BL	0.1	37	1.50	J
	E75	2/3	BL	0.1	75	1.50	J
Wong et al. [16]	BS-L-450	1	BL	0.15	0	1.50	J
	BS-L-V2	1	BL	0.15	0	1.50	J
	BS-L-V4	1	BL	0.15	0	1.50	J
	BS-L-H1	1	BL	0.15	0	1.50	J
	BS-L-H2	1	BL	0.15	0	1.50	B+J
Han et al. [19]	JO–U	1	BL	0.2	0	1.52	J
	JO–B	1	BL	0.2	0	1.52	J
	JX–B	1	BL	0.2	0	1.52	J
Park et al. [15]	SP3	1	BL	0.1	0	1.67	J
	SP4	1	BL	0.1	0	1.67	J
Wong et al. [16]	BS-L-600	1	BL	0.15	0	2.00	J



شکل ۵- نمایش نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون با نوع تسلیم در گروه اتصالات غیرلرزه‌ای خارجی

۳-نتیجه‌گیری

شرط لازم در دستیابی به رفتار لرزه‌ای مطلوبِ قاب‌های خمشی بتن‌آرمه حفظ مسیر انتقال نیروست تا بازتوزیع نیروها مابین طبقات و قاب‌ها ادامه پیداکند. در زلزله‌های اخیر مشاهده شده است که علیرغم بهره‌مندی تیرها و ستون‌های قاب‌های خمشی بتن‌آرمه از مقاومت و شکل‌پذیری مناسب برای پاسخ به نیروها، با تسلیم برشی برخی از اتصالات، تخریب جزئی یا کلّی در سازه اتفاق افتاده است. هرچند با وضع برخی الزامات در آیین‌نامه‌ها سعی شده است که جلوی تسلیم یا خرابی برشی چشمه‌ی اتصال گرفته شود، امّا به اعتقاد نویسندگان این مقاله ضابطه‌ی مکملی برای جلوگیری از رفتار تُرد بتن در رابطه با عدم تخریب برشی چشمه‌ی اتصال و حفظ مسیر انتقال نیرو مورد نیاز است. بنابر مطالعات متعدد در این زمینه، پیشنهاد می‌شود که نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون هر اتصال در قاب‌های خمشی بتن‌آرمه محدود شود. مقدار محدودیّت پیشنهادی برای اتصالات لرزه‌ای داخلی، اتصالات لرزه‌ای خارجی، اتصالات غیرلرزه‌ای داخلی و اتصالات غیرلرزه‌ای خارجی به ترتیب ۰/۸۹، ۱، کمتر از ۰/۸۹ و ۰/۶۷ می‌باشد. همچنین این محدودیّت برای پایین‌ترین طبقه با توجّه به افزایش تقاضای برش لرزه‌ای، جابجایی و شکل‌پذیری جانبی در طبقات قاب‌های خمشی بتن‌آرمه از بالا به پایین باید سختگیرانه‌تر از دیگر طبقات اعمال گردد.

در پایان متذکر می‌شود که برای تعیین مقادیر دقیق نسبت ارتفاع تیر به پهنای ستون، انجام تحقیقات جامع آزمایشگاهی و عددی جامع لازم است.

۴-مراجع

[1] Paulay, T., Priestley, M. J. N.(1992). "Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings". John Wiley & Sons, New York, USA.

[2] Priestley, M. J. N., Calvi, G. M., Kowalsky, M. J.(2007). "Displacement-based seismic design of structures". 1st ed, IUSS Press, Pavia, Italy.

[3] ویرایش ۵ مبحث ۹ مقرّرات ملّی ساختمان، (۱۳۹۹). "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه". دفتر امور مقرّرات ملّی ساختمان، وزارت راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران.

[4] ACI 318, (2019). "Building code requirements for structural concrete and commentary". American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, USA.

[5] Yang, H., Zhao, W., Zhu, Z., Fu, J. (2018). "Seismic behavior comparison of reinforced concrete interior beam-column joints based on different loading methods". Engineering Structures, Vol. 166, pp 31-45.

[6] Shen, X., Li, B., Chen, Y. T., Tizani, W. (2021). "Seismic performance of reinforced concrete interior beam-column joints with novel reinforcement detail". Engineering Structures, Vol. 227.

[7] Jin, L., Miao, L., Han, J., Du, X., Wei, N., Li, D. (2018). "Size effect tests on shear failure of interior RC beam-to-column joints under monotonic and cyclic loadings". Engineering Structures, Vol. 175, pp 591-604.

[8] Pakzad, A., Khanmohammadi, M. (2020). "Experimental cyclic behavior of code-conforming exterior wide beam-column connections". Engineering Structures, Vol. 214.

[9] Chun, S. C., Shin, Y. S. (2014). "Cyclic testing of exterior beam-column joints with varying joint aspect ratio". ACI Structural Journal, Vol. 111 (3), pp 693-704.

[10] Hung-Jen, L., Jen-Wen, K. (2007). "Eccentric reinforced concrete beam-column connections subjected to cyclic loading in principal directions". ACI Structural Journal, Vol. 104 (4), pp 459-67.

[11] Shafaei, J., Zareian, M. S., Hosseini, A., Marefat, M. S. (2014). "Effects of joint flexibility on lateral response of reinforced concrete frames". Engineering Structures, Vol. 81, pp 412-31.

[12] Kim, C. G., Park, H. G., Eom, T. S. (2020). "Shear strength of exterior beam-column joints with limited ductility details". Journal of Structural Engineering (United States), Vol. 146 (2).

[13] Han, S. W., Kang, M. K., Kang, H. (2023). "Seismic behavior of RC-SMF and IMF corner beam–column connections subjected to unidirectional and bidirectional lateral loads". Engineering Structures, Vol. 292, pp 116563.

[14] Choi, M.-H., Lee, C.-H. (2023). "Assessing the impact of eccentricity, slabs, and transverse beams on the behavior of reinforced concrete beam-column joints". Structures, Vol. 49, pp 212-22.

[15] Park, S., Mosalam, K. M. (2013). "Experimental investigation of nonductile RC corner beam-column joints with floor slabs". Journal of Structural Engineering (United States), Vol. 139 (1), pp 1-14.

[16] Wong, H. F., Kuang, J. S. (2008). "Effects of beam-column depth ratio on joint seismic behaviour". Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings, Vol. 161 (2), pp 91-101.

[17] Lam, E. S.-s., Li, B., Xue, Z.-h., Leung, K.-t., Lam, J. Y.-k. (2019). "Experimental studies on reinforced concrete interior beam-column joints strengthened by unsymmetrical chamfers". Engineering Structures, Vol. 191, pp 575-82.

[18] Wong, H. F. S., Liu, Y., Lee, P., Kwong, W. (2021). "Seismic behavior of non seismically designed eccentric reinforced concrete beam column joints". Earthquakes and Structures, Vol. 21 (6), pp 613.

[19] Han, S. W., Lee, C. S. (2020). "Cyclic behavior of RC OMF beam-corner column joints under unidirectional and bidirectional loadings". Engineering Structures, Vol. 224.

بررسی موردی شناسائی عوامل موثر بر ایجاد کارائی خمیر سیمان در بتن

علی اکبر کفاش بازاری
مدیر کنترل کیفی و رئیس مرکز تحقیق و توسعه مجتمع
صنعتی سیمان تهران

چکیده

پر واضح است که روش رایج تولید بتن در کشور (یعنی افزودن آب در بتن جهت دستیابی به اسلامپ مدنظر) موجب تغییرات w/c می‌شود که بیشترین تاثیر در مقاومت فشاری بتن سخت‌شده را دارد. از این‌رو شناسائی و کنترل عوامل مرتبط با آب مورد نیاز جهت ایجاد کارائی در بتن، گامی مهم جهت ارتقای مقاومت فشاری بتن سخت شده می‌باشد. در این مطالعه سعی شد تا عوامل مذکور به همراه یک عملیات آزمایشگاهی شناسائی گردند. بنابراین تعداد ۱۳ نمونه سیمان پرتلند نوع۲ تهیه گردید و بر روی آنها آزمایش‌های شیمیائی و فیزیکی انجام گرفت. یک نمونه افزودنی فوق‌روان‌کننده نیز تهیه شد. سپس دو آزمایش میز جریان (Flow table) و مینی اسلامپ بر روی این نمونه‌ها طی دو مرحله انجام گرفت؛ به صورتی که یک مرحله خمیر سیمان فاقد افزودنی و یک مرحله خمیر سیمان دارای افزودنی بود. بطور کلی عوامل موثر در مقدار آب بتن را در سه گروه طرح اختلاط بتن و شرایط محیطی، سنگدانه‌ها و سیمان تشریح شدند. مقایسه نتایج نشان دادند که میزان سولفات در سیمان، نرمی (بلین) و فاز آلومینات بیشترین تاثیر در ایجاد کارائی خمیر سیمان را دارند.

کلمات کلیدی: سیمان، رئولوژی، بتن، مینی اسلامپ، میز جریان.

۱.مقدمه

ایچین و همکار (۲۰۱۴) طی مطالعه گسترده پیشنهاد دادند که تولیدکنندگان سیمان، ۲نوع سیمان تولید نمایند، که یک نوع برای بتن‌های معمولی با نسبت w/c بیش از ۰/۵ و نوع دیگر برای بتن‌های با کارائی زیاد و نسبت w/c حدود ۰/۴-۰/۳ و دارای افزودنی باشد؛ از این‌رو با توجه به روش رایج

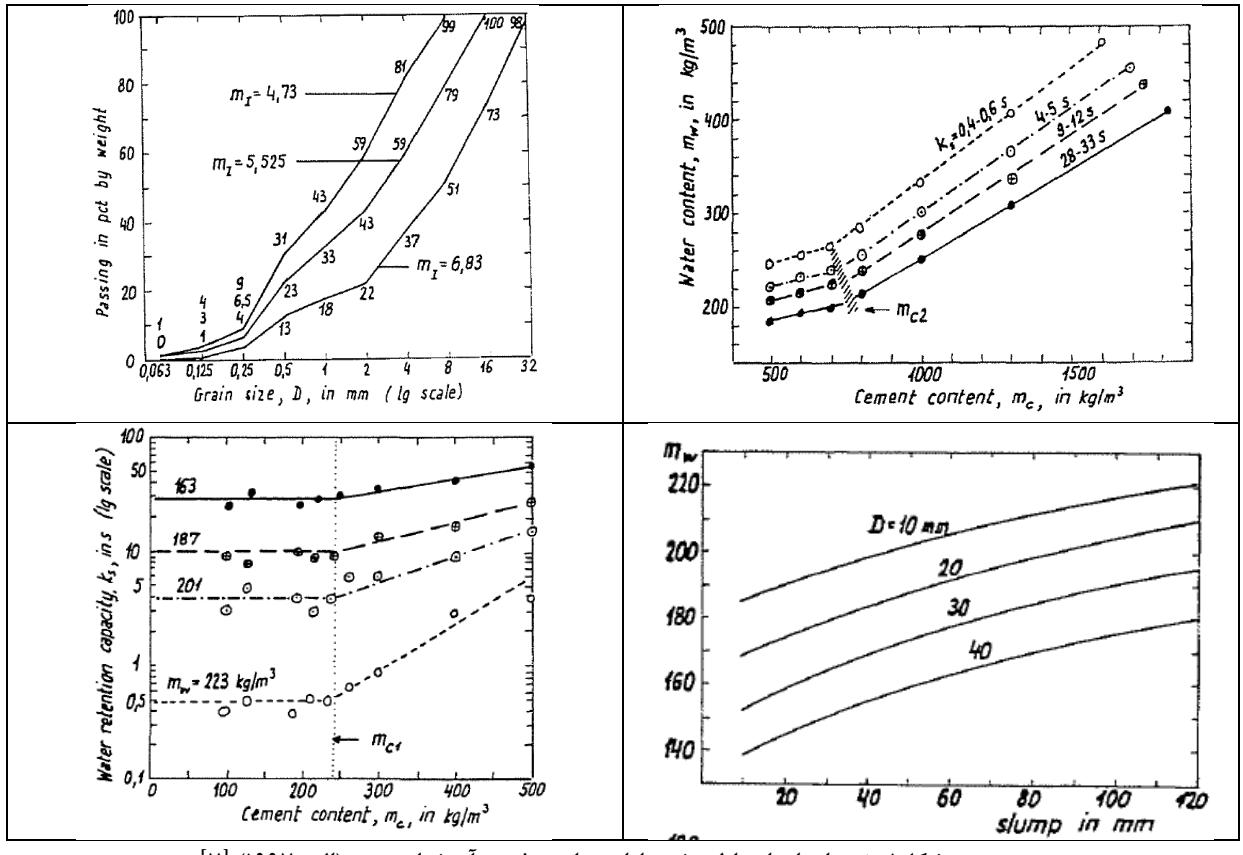
تولید بتن در کشور (یعنی افزایش آب به بتن برای دستیابی به کارائی یا همان اسلامپ مدنظر) به نظر می‌رسد که مصرف سیمان نوع اول، کاربرد زیادی دارد. بدیهی است که نسبت آب به سیمان (w/c) بیشترین تاثیر در خصوصیات بتن را دارد و کاهش آن منجر به افزایش مقاومت بتن می گردد [۱]. بنابراین شناسائی عوامل موثر در تغییرات آب جهت ایجاد کارائی در بتن تازه، گامی مهم جهت ارتقای مقاومت بتن تولیدی خواهد بود.

از منظر تئوری، مقدار آب لازم جهت هیدراته شدن سیمان ۲۵٪ (وزنی) است که با این مقدار نمی‌توان به هیدارته کامل سیمان دست یافت و حدود ۱۵-۱۰٪ آب دیگر لازم است؛ یعنی جهت هیدراته شدن کامل و کسب مقداری روانی یا کارپذیری حدود ۴۰-۳۵٪ آب لازم می‌باشد. بنابراین ممکن است علاوه بر این مقدار و متناسب با شرایط مخلوط بتن، مقدار آب مصرفی بیشتر باشد [۲]. کارآیی از خواص مهم بتن تازه است که در واقع کار یا انرژی لازم جهت غلبه بر اصطکاک ذرات بتن جهت جای‌دهی، حمل و تراکم آن می‌باشد. مهمترین عامل تغییر کارایی بتن، آب است [۳]. البته نیاز به آب در بتن همواره در طراحی مخلوط [۶-۴]، رئولوژی بتن تازه، خواص مکانیکی بتن سخت شده و دوام آن موثر است. جهت تشریح این موضوع لازم است که عناوین "آب کل"، "آب آزاد" و "آب اختلاط" در بتن بطور خلاصه معرفی شوند. آب کل، کل آب مخلوط بتن شامل: آب جذب شده توسط سنگدانه برای رسیدن به شرایط اشباع با سطح خشک و آب آزاد برای انجام هیدراته شدن سیمان و تامین کارائی می‌باشد. آب اختلاط در بتن مقدار آبی است که در واکنش شیمیائی سیمان مشارکت ندارد و برای مرطوب کردن مصالح سنگی و کارائی مورد نیاز به طرح اختلاط اضافه می‌شود.

با توجه به توضیحات ارائه شده، در ادامه به عوامل موثر در آب‌خواهی بتن پرداخته می‌شود.

۲. عوامل موثر در مقدار آب بتن

به زعم المر (۱۹۹۷) آب مورد نیاز در بتن را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: (الف) مخلوط‌های بتنی کم سیمان (حدود ۱۵۰-۲۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب)، (ب) مخلوط‌های بتن معمولی با عیار سیمان متوسط (۶۰۰-۲۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب)، (ج) مخلوط‌های بتنی پر سیمان (حدود ۶۰۰-۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب). وی به تشریح روش محاسبه مقدار آب لازم بسته به عیار و نرمی سیمان، نوع و دانه‌بندی سنگدانه‌ها و کارایی لازم پرداخت و روابط مختلفی ارائه نمود (شکل ۱). وی مهمترین عوامل آب‌خواهی در بتن را شامل نرمی و عیار سیمان، مدول نرمی سنگدانه، حداکثر اندازه سنگدانه و دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ها، اسلامپ یا جریان اسلامپ مخلوط بتن و فاکتور تراکم معرفی کرد [۷].



شکل۱- نمودارهای ارتباط برخی پارامترهای موثر در آب‌خواهی بتن (المر ۱۹۹۷) [۷]

بر اساس منابع مختلف، بطور کلی می‌توان عوامل موثر در آب‌خواهی بتن را به سه دسته تقسیم نمود: ۱-طرح مخلوط بتن و شرایط محیطی؛ ۲-سنگدانه‌ها؛ ۳-سیمان که در ادامه به تشریح هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

۲-۱ - طرح مخلوط بتن و شرایط محیطی:

افزایش در هر یک از پارامترهای مختلف مخلوط بتن می‌تواند موجب افزایش عوامل آب مورد تقاضا[1] (آب‌خواهی) بتن گردد که مهمترین آنها شامل موارد زیر است:

- میزان کارائی و اسلامپ بتن تازه [۸]؛
- نسبت آب به سیمان (w/c)؛
- عیار سیمان مصرفی (یا حجم خمیر در طرح مخلوط)؛
- مقدار و خصیصه‌های مواد افزودنی (محتمل)؛
- مقدار مواد سیمان کمکی مانند میکروسیلیس، زئولیت، سرباره و غیره (محتمل)؛
- مقدار و نوع الیاف (محتمل)؛
- مقدار هوای (عمدی و غیرعمدی) بتن که اگر بیش از حدود معمول (۳-۲٪) باشد، نیاز به آب بیشتر می‌باشد؛
- دمای زیاد محیط و اجزای بتن: آزمایش‌های اخیر در امریکا نشان داده‌اند که با افزایش ۱۷ درجه سانتی‌گراد دمای هوا، تقاضای آب ۶-۲٪ افزایش می‌یابد [۹]؛
- وزش باد؛
- شرایط نامناسب نگهداری و مصرف سیمان در دستگاه مخلوط‌کن مانند هیدراته ناقص سیمان طی فرآیندهای آب پاشی و خنک‌سازی، تعریق سیمان داغ یا سوراخ بودن محفظه سیلوها، بونکرها و موارد مشابه؛
- شرایط نامناسب تولید و حمل بتن.

۲-۲ - سنگدانه‌ها:

[1] *Water demand*

شـرایط سـنگدانه‌هـا نیـز مـی‌توانـد در آب‌خـواهی بـتن تاثیرگذار باشد. مهمترین عوامل بصورت زیر است:

- دانـه‌بنـدی مخلـوط سـنگدانه‌هـا (پیوسـته یـا گسسـته و بافـت ریـز یـا درشـت): دانـه‌بنـدی گسسـته و ریزبـافتی سنگدانه‌ها آب‌خواهی بتن را افزایش می‌دهد؛
- شـکل سـنگدانه‌هـا (طویـل یـا متورق/سـوزنی یـا پـولکی): افـزایش سـهم دانـه‌هـای طویـل یـا متـورق یـا طویـل و متـورق موجـب افـزایش مصـرف آب در بـتن جهت ایجاد روانی می‌گردد [۱۰]؛
- حـداکثر انـدازه سـنگدانه (MSA[1]): کـاهش حـداکثر انـدازه سـنگدانه‌هـا موجـب افـزایش آب‌خـواهی بـتن می‌شود؛
- تمیـزی سـنگدانه (عبـوری از الـک شـماره ۲۰۰)، افـزایش میـزان مانـده روی الـک ۲۰۰ (ذرات رسـی)، باعث آب‌خواهی بتن می‌گردد؛
- میـزان تخلخـل سـنگدانه کـه خلـل و فـرج بـیش از حـد موجب کاهش کارائی بتن تازه می‌شود؛
- جـنس و درصـد شکسـتگی سـنگدانه‌هـا کـه افـزایش آن در افـزایش آب‌خـواهی بـتن مـوثر اسـت. بـرای محاسـبه آب‌خـواهی سـنگدانه‌هـای طبیعـی (NCA[2]) کـه از دانـه‌بنـدی، نـوع و قـوام مخلـوط بـتن تبعیـت دارنـد، از روابـط اسـترنز بلـومیز[3] اسـتفاده مـی‌شـود، در صـورتیکه بـرای آب‌خـواهی سـنگدانه‌هـای بازیـافتی (RCA[4]) چنـین روابطـی وجـود نـدارد. بـدین منظـور کوبیسـا و همکـاران (۲۰۱۵) بـا توجـه بـه خـواص مکـانیکی RCA، روابطـی بـرای طراحـی مخلـوط بـتن ارائـه دادند [۱۱]؛
- آلـودگی سـنگدانه‌هـا کـه بـا آزمـایش‌هـای تعیـین ناخالصـی‌هـای آلـی، تعیـین مـواد سـبک وزن، تعیـین مـواد مضـر، سـنگدانه‌هـای حـاوی نمـک‌هـای کلـرور و سولفات [۱۳-۱۲].

۲-۳- سیمان

تولیدکننـدگان بـتن، معمـولاً سـیمان بـا آب‌خـواهی کـم را بـه دلایـل اقتصـادی تـرجیح مـی‌دهنـد، زیـرا بـرای دسـتیابی بـه اسـلامپ و مقاومـت بـتن مـدنظر بـه سـیمان کمتـری نیـاز دارنـد. در ادامـه مهمتـرین عوامـل مـوثر در آب‌خواهی بتن معرفی می‌شود:

- نـوع سـیمان: آبخـواهی در انـواع سـیمان‌هـا (پرتلنـد، سـرباره‌ای، آهکـی، پـوزولانی، مرکـب و غیـره) متفاوت است؛
- نرمـی سـیمان: افـزایش بـی‌رویـه نرمـی (بلـین) در سـیمان باعـث افـزایش آب‌خـواهی در بـتن مـی‌شـود. ایـن افـزایش بـه نوبـه خـود معمـولا باعـث افـزایش نسـبت w/c شـده [۱۶-۱۴] کـه منتهـی بـه کـاهش مقاومـت‌هـای کوتـاه، میـان و درازمـدت و حتـی دوام بتن می‌گردد [۱۷]؛
- دانـه‌بنـدی سـیمان: ذرات ۳-۰ میکـرون بـا آب‌خـواهی سـیمان رابطـه مسـتقیم و واضـحی دارنـد [۱۸]. همچنـین سـیمان بـا منحنـی دانـه‌بنـدی باریـک‌تـر (تنـوع انـدازه ذرات کمتـر) بیشـترین آب‌خـواهی را نشـان داده اسـت. البتـه آب‌خـواهی بیشـتر در سـیمان منجـر بـه زمـان گیـرش طـولانی‌تـر می‌شود [۱۹]؛
- مـواد افزونـه در سـیمان شـامل پـوزولان، سـرباره، آهـک و غیـره کـه رابطـه مسـتقیم بـا آب‌خـواهی در بـتن دارنـد. کنتـرل شـاخص LOI بـه ایـن موضـوع کمک می‌کند [۲۰].
- مقدار فاز C_3A (رابطه مستقیم)؛
- مقدار فاز C_3S (رابطه مستقیم)؛

---

[1] *Maximum Size of Aggregate (MSA)*
[2] *Natural Concrete Aggregates (NCA)*
[3] *Sterne's Bolomey's*
[4] *Recycled Concrete Aggregates (RCA)*

- مقدار سولفات (رابطه مستقیم)؛
- قلیائی‌ها: با افزایش قلیائی‌ها افزایش آب‌خواهی در بتن مشاهده شده است که علت آن کاهش سیالیت خمیر سیمان با افزایش چگالی سطحی (منطبق با افزایش Ph. و نیز افزایش قلیائی‌های تک ظرفیتی سدیم و پتاسیم) می‌باشد [۲۱]؛
- آهک آزاد (رابطه مستقیم)؛
- مصرف مواد کمک ساینده در آسیای سیمان که گاها حاوی افزودنی روان‌کننده (کاهنده آب) بتن می‌باشد؛
- ۲-۳-۱۱- شرایط پخت و خنک‌سازی کلینکر که شامل موارد متعددی است و نکته اصلی رعایت پروفایل حرارتی-زمانی متناسب با مقدار و شرایط مواد خام می‌باشد؛
- نوع کانی سنگ گچ مورد استفاده در تولید سیمان نیز در آب‌خواهی آن تاثیرگذار است، بطوریکه کانی‌های بدون آب یا نیمه آبدار (انیدریت یا همی هیدرات) نسبت به کانی گچ آبدار (ژیپس)، جهت ساخت بتن مصرف آب بیشتری دارد. در آسیاهای سیمان (به ویژه نوع گلوله‌ای) حرارت موجب از دست رفتن آب و تبدیل کانی ژیپس به همی هیدرات یا انیدریت می‌شود که برای ایجاد خمیر مناسب سیمان در بتن مطلوب نیست؛
- قوام استاندارد [۲۲] که این پارامتر برآیند عوامل دیگر (مقادیر آلیت، گچ، آلومینات، قلیائی‌ها، بلین و غیره) می‌باشد؛
- استعداد زتا: توزیع بار الکتریکی در اطراف ذرات باعث تأثیر بر روی یون‌های مجاور شده که نتیجه آن افزایش غلظت تعداد یون‌ها (با بار الکتریکی مخالف) است. پتانسیل زتا برابر اختلاف در پتانسیل میان سیستم پراکنده شده کل، لایه‌ای که حد فاصل ذرات پراکنده شده و پراکنده‌ساز است [۲۳]؛ توزیع نامناسب بار الکتریکی در محصولات آسیاهای سیمان (به ویژه نوع گلوله‌ای) موجب ایجاد پتانسیل زتا می‌شود که در آب‌خواهی بتن موثر می‌باشد؛
- مصرف زیاد کلینکر مانده و انباشتی در تولید سیمان موجب افزایش آبخواهی بتن می‌گردد؛
- استفاده از سنگ آهک با خلوص زیاد (مقدار مدول آهک LSF زیاد) و در نتیجه مصرف خاک رس زیاد جهت تامین اکسیدها در تنظیم مواد کارخانه سیمان احتمالا موجب افزایش آبخواهی بتن می‌گردد؛
- سهم کانی‌های متفرقه (پلاژیوکلاز، هماتیت، گوتیت، روتیل، آلیت و غیره) نباید در آنالیز XRD مواد خام تولید سیمان زیاد باشد (به علت اخلال در فرآیند پخت کلینکر). همچنین وفور کانی‌های کربنات کلسیم-منیزیم (دولومیت و آنکریت) به جای کانی کلسیت مطلوب نیست؛
- در مطالعات میکروسکوپی خوراک کوره نیز مقدار سیلیس آزاد و کانی‌های مزاحم پخت (AK) مناسب نمی‌باشند؛
- نتایج مطالعات میکروسکوپی اکتیویته کلینکر (مقدار آهک آزاد، آلیت و آلومینات) در آبخواهی بتن موثر است [۲۴]؛

شرایط تولید در آسیای سیمان مانند نحوه و نرخ ترزیق آب، دمای ورودی و خروجی، عملکرد بگ‌هوس (نوعی از سیستم‌های غبارگیر با راندمان بالا) و غیره نیز در آب‌خواهی سیمان تاثیرگذار هستند؛

از دیگر عوامل تاثیرگذار می‌توان به ذرات سوزنی و پولکی شکل و دانه‌بندی سیمان اشاره نمود. تغییرات

سوزنی و پولکی بصورت تخمینی و بر روی نمونه‌های تصادفی به روش میکروسکوپی در تولیدی‌های سیمان صورت می‌پذیرد. در بتن مصرف ذرات کروی شکل سیمان نسبت به ذرات سوزنی و پولکی بعلت تامین کارائی بهتر ارجحیت دارند، همچنین آب‌خواهی کمتری را به دنبال دارند [۲۵].

۳. سوابق تحقیقات:

آزمایش‌های مینی اسلامپ (ASTM WK27311) [۲۶]، میز جریان۱ [۲۷] (خمیر سیمان و ملات استاندارد) به همراه خصوصیات فیزیکی-شیمیائی سیمان، امکان مقایسه خوبی را ارائه می‌دهند. نیومن(۲۰۰۳) رابطه بین نتایج آزمایش‌های اسلامپ (برای بتن‌هائی با نسبت w/c ثابت) و میز جریان برای ملات آن سیمان‌ها را بررسی نمود و نشان داد که نتایج این دو آزمایش رابطه خطی با هم ندارند[۲۸]. راسل و همکاران (۲۰۰۵) نیز با استفاده از آزمایش قیف آبرام (مشابه مینی اسلامپ) کارپذیری خمیر سیمان را تعیین نمودند. آنها روابطی برای شاخص‌های آزمایش مینی اسلامپ و تنش تسلیم ارائه نمودند[۲۹]. کورتس و سانتمارینا (۲۰۰۷) میزان جریان‌پذیری ملات‌های مختلف ساخته شده با ماسه اتاوا و ماسه حاصل از سنگ گرانیت خردشده را مقایسه و نشان دادند که اگر ماسه مورد استفاده در ملات استاندارد آزمایش میزجریان کاملا شکسته باشد، دستیابی به حدود ۵۰-۳۰٪ مقدار جریان استاندارد امکان‌پذیر می‌باشد؛ در حالی که ملات ساخته شده با ماسه طبیعی اتاوا ۱۰۰٪ میزان جریان استاندارد را نشان می‌دهد [۳۰]. بووت و همکاران (۲۰۱۰) یک مطالعه کلی در مورد جریان خمیر سیمان ارائه نمودند که درآن دو آزمایش مینی اسلامپ و مخروط مارش برای ارزیابی کارایی مخلوط خمیر تازه حاصل از بتن‌های خودمتراکم استفاده شد [۳۱]. مطابق تحقیقات تاکر و آرورا (۲۰۱۵) با افزایش مقدارw/c به بیش از ۰/۵۲، تغییرات چندانی در نتیجه آزمایش میز جریان دیده نمی‌شود. آنها اثبات نمودند که آزمایش قیف مارش برای خمیرهای سیمان با w/c حداکثر ۰/۷۲ معتبر می‌باشد [۳۲]. چوی و همکاران (۲۰۱۶) خواص رئولوژیکی بتن‌های فوق توانمند (۲ UHPC) را با استفاده از آزمون مینی اسلامپ برآورد نمودند. آنها تجزیه و تحلیل دینامیک سیالات محاسباتی (CFD۳) آزمایش مینی اسلامپ در محدوده ویسکوزیته و تنش تسلیم UHPC انجام دادند و یک معادله ساده ارائه نمودند که همبستگی بین تغییر قطر پخش در طول زمان به‌دست‌آمده از آنالیز و خواص رئولوژیکی را بیان می‌کند [۳۳]. تان و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعه خمیر سیمان‌های متعددی دریافتند که روش مینی اسلامپ دیدگاه قابل اعتمادی برای سنجش کارپذیری خمیر سیمان ارائه می‌دهد [۳۴]. آقابگلو و همکاران (۲۰۲۱) جهت ارزیابی و پیش‌بینی رفتار جریان خمیر سیمان

[1] *Flow table*

[2] *ultra-high performance concrete (UHPC*

[3] *Computational fluid dynamic (CFD)*

از آزمایش‌های زمان جریان قیف مارش و مقادیر مینی اسلامپ بهره گرفتند و با استفاده از روش‌های هوش مصنوعی و رگرسیون، مدل‌سازی کردند. آنها نتیجه گرفتند که مقدار افزودنی، نرمی سیمان، مقدار مواد جامد مواد افزودنی و مقدار C3A سیمان مهمترین پارامترهای مؤثر بر جریان‌پذیری خمیر هستند. همچنین مشاهده نمودند که محتوای C2S، قلیایی معادل، C4AF و C3S سیمان تأثیر قابل‌توجهی بر جریان‌پذیری خمیر سیمان در قیف مارش ندارد [۳۵]. لی و همکاران (۲۰۲۲) خواص و مکانیسم مواد سیمانی اصلاح شده با لاتکس را بر تقاضای آب، مقاومت مکانیکی و ریزساختار خمیر سیمان را مطالعه نمودند [۳۶]. فامیلی و همکاران (۱۳۸۷) استفاده از آزمایش مینی اسلامپ (یا همان قیف آبرام) را برای طراحی بهینه بتن توانمند (به علت نقش خمیر در آن) ضروری دانستند [۳۷]. محبی و عزیز محمدی (۱۳۸۸) برای بررسی تاثیر افزودنی‌های معدنی بر مشخصات رفتاری خمیر سیمان بتن خودتراکم از آزمایش‌های مینی اسلامپ و میزجریان بهره گرفتند [۳۸]. رستمی (۱۳۹۶) با استفاده از نتایج آزمایش مینی اسلامپ و با افزایش نسبت ابرروان کننده به اجزای فعال بتن در محدوده ۱/۵-۱٪، مقادیر اسلامپ بالا و حفظ آن تا مدت ۱۵۰-۱۰۰ دقیقه را مشاهده نمود [۳۹]. کفاش و همکاران (۱۳۹۷) تاثیر میزان آب مورد نیاز برای ایجاد کارایی در خمیر سیمان، ملات و بتن را بررسی نمودند. این محققان به آزمایش میز جریان و مینی اسلامپ بر نمونه‌های متعدد نشان دادند که شاخص FSI در آزماش مینی اسلامپ با مقاومت کوتاه مدت ارتباط مستقیم، با مقاومت میان مدت رابطه معکوس و با نرمی (بلین) سیمان رابطه مستقیمی دارد [۴۰]. کلیس و همکارانش (۲۰۰۱) [۴۱] و ژای و همکاران (۲۰۲۳) [۴۲] نیز نتایج مشابهی را ارائه نمودند.

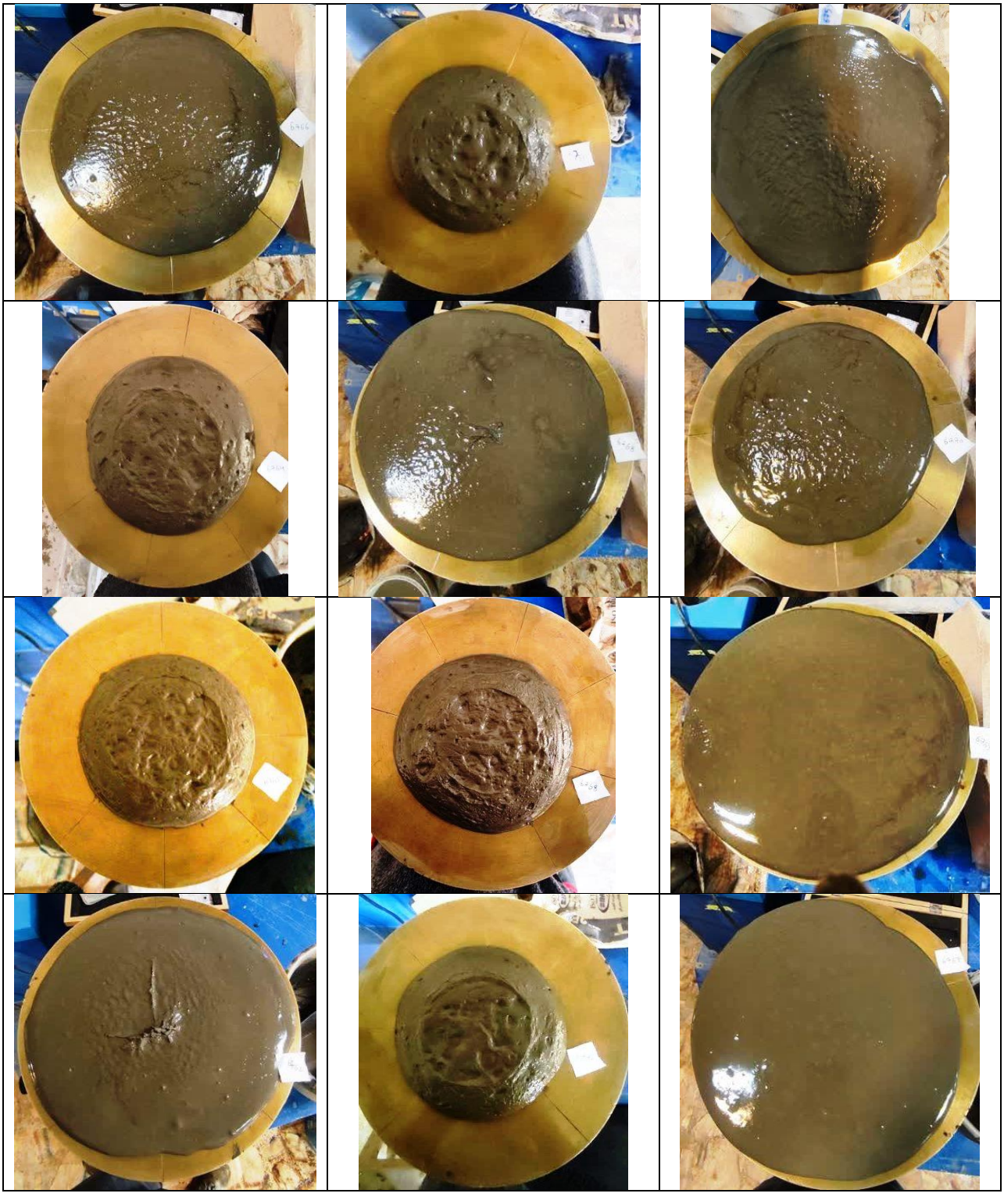
۳. عملیات آزمایشگاهی:

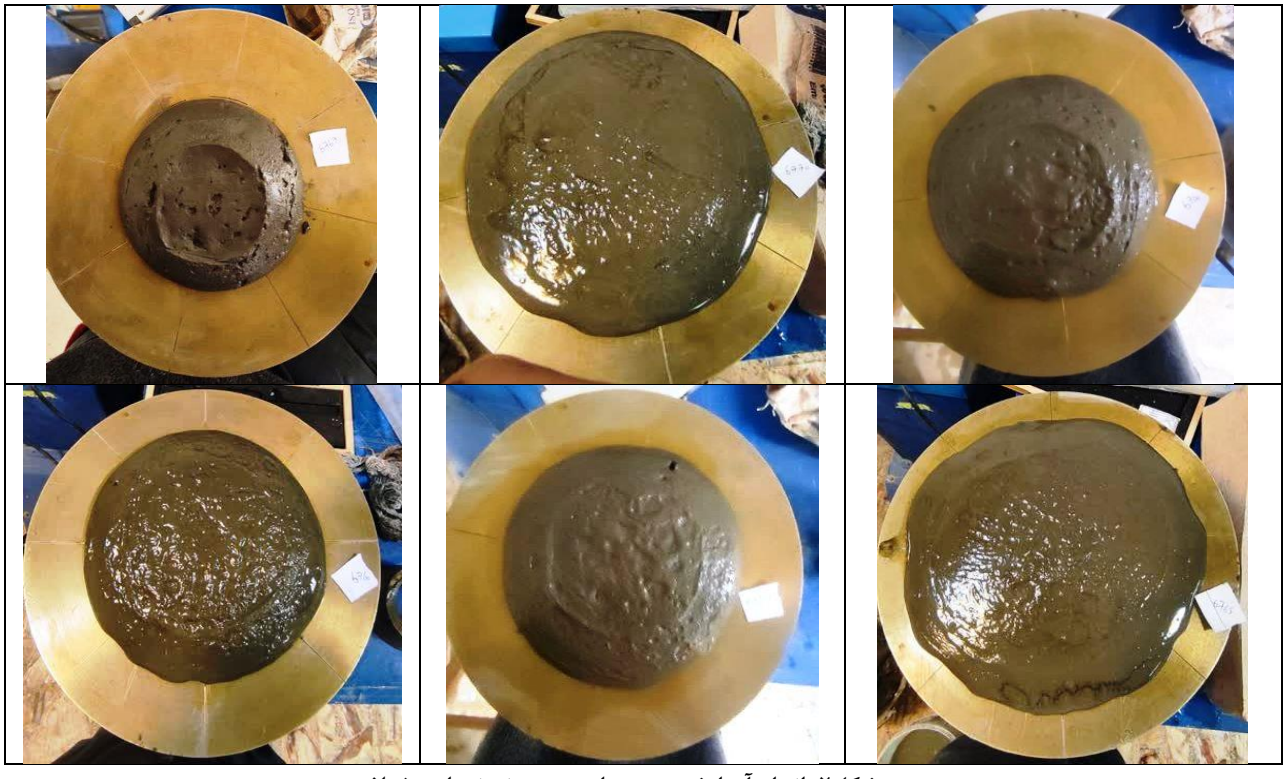
برنامه آزمایشگاهی این مطالعه به صورت مراحل زیر بود (شکل۳):

۱) تهیه ۱۳ نمونه سیمان تازه پرتلند نوع ۲ از کارخانه سیمان تهران؛

۲) تعیین مشخصات شیمیائی (XRF)، فیزیکی و مکانیکی سیمان‌ها شامل تعیین مانده روی الک‌ها [۴۳]، تعیین نرمی با شاخص بلین [۴۴]، زمان گیرش [۴۵]، غلظت نرمال [۴۷-۴۶] و مقاومت فشاری ملات استاندارد [۴۸] (جدول۳)؛

۳) تهیه ملات استاندارد با نمونه‌های سیمان و انجام آزمایش میز جریان (شکل۲)؛

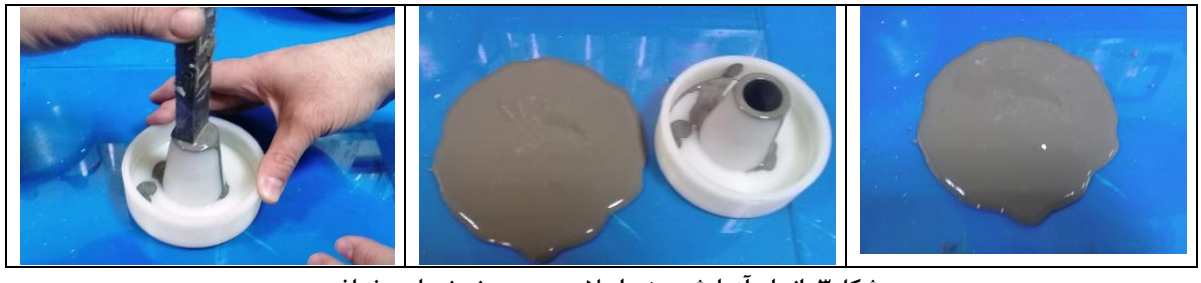




شکل۲-انجام آزمایش میز جریان بر روی نمونه‌های مختلف

۴) تهیه ملات استاندارد با افزودنی فوق روان کننده بر پایه پلی کربوکسیلات اتر به مقدار وزنی ۰/۵٪ وزنی سیمان برای همه نمونه‌های سیمان و انجام آزمایش میز جریان؛

۵) تهیه خمیر استاندارد سیمان با همه نمونه‌ها و انجام آزمایش مینی اسلامپ نمونه‌ها (شکل۳)؛



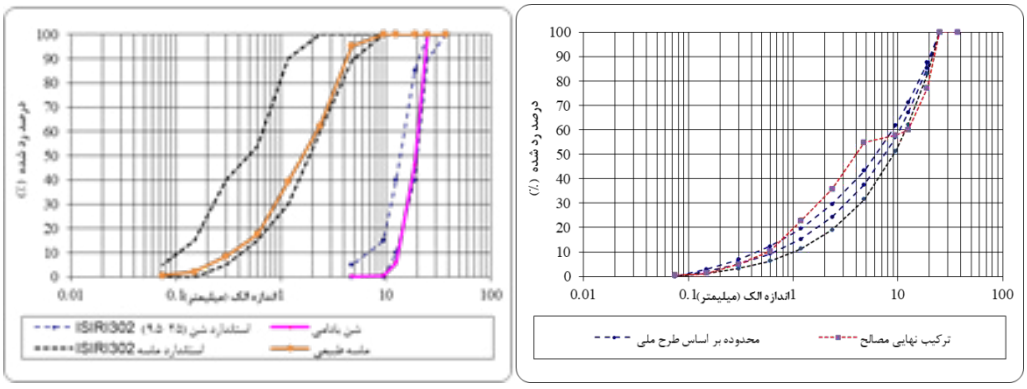
شکل۳-انجام آزمایش مینی اسلامپ بر روی نمونه‌های مختلف

۶) تهیه تعداد ۱۳ طرح مخلوط بتن آزمایشگاهی با روانی (اسلامپ) برابر (۰/۵±۸ سانتی‌متر) و عیار سیمان ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب بدون افزودنی؛

شکل۴ و جدول۳ مشخصات سنگدانه‌های مصرفی در این مطالعه را نشان می‌دهد. طراحی مخلوطها به روش ملی انجام شد. برای تهیه این مخلوط ۵۷٪ ماسه با ۴۳٪ شن درشت استفاده شد (نمودار شکل۴).

جدول۱- مشخصات فنی مصالح مورد استفاده در طرح های مخلوط بتنی

نوع مصالح	مدول نرمی	جذب آب (٪)	وزن مخصوص (SSD)	شکستگی(٪)	عبوری از الک ۲۰۰ ٪
شن متوسط نیمه شکسته (بادامی)	۷/۱	۲/۲۰	۲/۵۶	۴۵	۰/۲
ماسه نیمه شکسته	۳/۸	۳/۶	۲/۵۱	*	۴/۳



شکل۴- نمودار دانه‌بندی مصالح سنگی و مخلوط آن

۷) انجام آزمایش‌های اسلامپ، افت اسلامپ پس از ۳۰ دقیقه و مقاومت فشاری در سنین ۷ و ۲۸ روزه (شکل۵)؛

شکل۵- تهیه مخلوط‌های بتنی و آزمایش‌های مربوطه

۴. نتایج و تحلیل

در مرحله اول نتایج آزمایش‌های تعیین مشخصات شیمیائی، فیزیکی و مکانیکی سیمان‌ها در جدول۲ دیده می‌شوند.

جدول۲- نتایج آزمایش‌های تعیین مشخصات شیمیائی، فیزیکی و مکانیکی نمونه‌های سیمان

شماره	مقاومت فشاری ملات استاندارد (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)			مانده روی الک (٪)		بلین (سانتی‌متر مربع برگرم)	زمان گیرش (دقیقه)		قوام استاندارد(٪)
	۲روزه	۷روزه	۲۸روزه	۹۰ میکرون	۴۵ میکرون		اولیه	نهائی	
۱	۲۰۷	۳۴۹	۴۸۲	۲/۰	۶/۰	۳۳۲۷	۲۰۰	۲۹۰	۲۵
۲	۲۰۰	۳۲۴	۴۸۶	۱/۱	۸/۰	۲۸۹۲	۲۲۰	۲۹۰	۲۴
۳	۲۰۷	۳۶۵	۵۱۳	۲/۰	۶/۱	۲۹۳۲	۲۶۰	۳۶۰	۲۵
۴	۲۱۳	۳۶۲	۵۱۹	۰/۷	۶/۰	۳۱۲۴	۲۱۰	۲۹۰	۲۴/۵
۵	۲۰۶	۳۵۶	۵۱۰	۰/۸	۵/۸	۳۰۸۶	۲۱۵	۳۰۰	۲۴/۵
۶	۲۱۳	۳۳۳	۵۳۴	۰/۴	۷/۹	۲۹۷۲	۲۱۵	۳۰۰	۲۴/۵
۷	۱۷۹	۳۸۸	۴۹۰	۰/۸	۶/۴	۲۸۲۲	۲۱۰	۲۹۵	۲۴/۵
۸	۲۳۰	۳۳۸	۵۵۸	۲/۸	۹/۳	۳۰۱۰	۲۱۵	۳۰۵	۲۴/۵
۹	۱۶۱	۳۳۸	۵۲۸	۰/۴	۵/۳	۳۰۲۵	۱۹۰	۳۲۰	۲۴/۵
۱۰	۱۹۴	۳۷۱	۵۱۶	۰/۶	۷/۴	۳۱۲۴	۲۳۵	۳۱۵	۲۴/۵
۱۱	۱۸۵	۳۶۳	۵۱۶	۰/۷	۵/۶	۳۱۲۴	۲۱۰	۲۹۵	۲۴/۵
۱۲	۱۸۴	۳۲۲	۴۹۲	۱/۲	۶/۶	۳۳۰۴	۱۸۵	۲۷۵	۲۵
۱۳	۱۹۲	۳۴۳	۴۹۹	۰/۷	۶/۴	۳۱۹۷	۲۰۰	۳۰۵	۲۴/۵

این نتایج نشان می‌دهند که سیمان‌های مورد استفاده در این تحقیق، خصوصیات فیزیکی نسبتا مشابهی دارند. نتایج آزمایش‌های تعیین مشخصات شیمیائی، مینی اسلامپ و میز جریان در جدول۳ مشاهده می‌شوند.

جدول۳- خلاصه نتایج آزمایش‌های تعیین مشخصات شیمیائی، مینی اسلامپ و میز جریان نمونه‌های سیمان

شماره	نتایج آزمایش میز جریان -ملات بدون افزودنی (سانتی‌متر)	نتایج آزمایش میز جریان- ملات با افزودنی (سانتی‌متر)	شاخص‌های آزمایش مینی اسلامپ		مقادیر اکسیدها و فازهای اصلی سیمان در آنالیز شیمی (٪)					
			FSI	SI	C4AF	C2S	C3S	C_3A	SO_3	K_2O
۱	۱۴	۱۷	۱/۱۱۶	۰/۷۹۷	۱۲/۲	۲۳/۰	۵۰/۹	۵/۰	۲/۶۶	۰/۶۸
۲	۱۳	۲۱	۰/۹۶۷	۰/۸۷۳	۱۲/۳	۲۳/۸	۵۲/۳	۴/۹	۲/۶۷	۰/۶۷
۳	۱۵	۱۷	۱/۰۲۸	۰/۸۴۶	۱۲/۲	۱۹/۶	۵۳/۴	۵/۱	۲/۵۵	۰/۶۸
۴	۱۴	۲۲	۱/۰۴۳	۰/۸۱۴	۱۱/۷	۲۰/۶	۵۲/۵	۵/۰	۲/۶۰	۰/۶۷
۵	۱۵	۲۳	۱/۰۱۰	۰/۸۶۴	۱۱/۶	۲۱/۸	۵۱/۸	۵/۳	۲/۶۹	۰/۶۴
۶	۱۵	۲۴	۰/۹۶۶	۰/۸۶۵	۱۲/۰	۱۹/۷	۵۲/۹	۵/۱	۲/۷۳	۰/۶۸
۷	۱۵	۲۴	۰/۹۶۴	۰/۹۲۴	۱۱/۶	۱۹/۷	۵۳/۳	۵/۳	۲/۵۸	۰/۶۷
۸	۱۵	۲۰	۰/۹۶۸	۰/۸۵۹	۱۱/۷	۱۸/۶	۵۴/۲	۵/۱	۲/۵۶	۰/۶۵
۹	۱۵	۱۹	۱/۰۱۸	۰/۹۱۹	۱۲/۰	۱۹/۷	۵۳/۷	۵/۰	۲/۶۲	۰/۶۶
۱۰	۱۵	۲۳	۱/۰۲۸	۰/۸۳۴	۱۱/۷	۲۲/۰	۵۲/۱	۵/۲	۲/۶۳	۰/۶۷
۱۱	۱۵	۲۲	۱/۰۴۹	۰/۶۶۶	۱۱/۸	۱۸/۹	۵۴/۷	۵/۱	۲/۴۸	۰/۶۸
۱۲	۱۳	۱۵	۱/۱۰۳	۰/۷۳۴	۱۱/۷	۱۸/۹	۵۴/۰	۵/۶	۲/۶۶	۰/۶۹
۱۳	۱۳	۱۹	۱/۱۰۶	۰/۷۷۶	۱۱/۲	۲۳/۲	۴۹/۹	۵/۷	۲/۶۳	۰/۶۵

نتایج آزمایش میز جریان حاکی از نزدیک بودن نسبی نتایج سیمان‌های مختلف (بازه نتایج ۱۵-۱۳ سانتی‌متر) بود، اما در نمونه‌های حاوی افزودنی، رئولوژی و عملکرد افزودنی بر سیمان (علیرغم ثابت بودن مقدار افزودنی مصرفی) و در نتیجه مقدار جریان‌یافتگی ملات استاندارد متنوع بود (بازه نتایج ۲۴-۱۵ سانتی‌متر). جدول۴ نتایج آزمایش‌های مخلوطهای بتن آزمایشگاهی را نشان می‌دهد.

جدول۴-خلاصه نتایج آزمایش‌های مخلوطهای بتن آزمایشگاهی

شماره	مشخصات بتن تازه			مقاومت فشاری بتن (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	
	w/c	اسلامپ (سانتی‌متر)	اسلامپ ۳۰دقیقه (سانتی‌متر)	۷روزه	۲۸روزه
۱	۰/۵۶	۸/۵	۴/۰	۲۴۳	۳۲۲
۲	۰/۵۵	۸/۰	۵/۵	۲۰۴	۳۰۱
۳	۰/۵۴	۸/۰	۵/۰	۲۴۸	۳۲۱
۴	۰/۵۵	۸/۵	۴/۵	۲۱۳	۳۴۱
۵	۰/۵۵	۸/۰	۵/۰	۲۲۹	۳۲۷
۶	۰/۵۶	۸/۰	۵/۰	۲۲۴	۳۲۲
۷	۰/۵۴	۸/۰	۵/۵	۲۲۴	۳۲۴
۸	۰/۵۴	۸/۰	۵/۰	۲۰۵	۳۱۴
۹	۰/۵۶	۸/۰	۵/۵	۱۹۰	۳۱۱
۱۰	۰/۵۶	۸/۰	۴/۵	۲۱۶	۳۱۲
۱۱	۰/۵۶	۸/۵	۳/۰	۱۹۱	۳۲۳
۱۲	۰/۵۶	۸/۰	۳/۵	۱۹۰	۲۸۵
۱۳	۰/۵۶	۸/۰	۳/۵	۱۹۰	۲۹۳

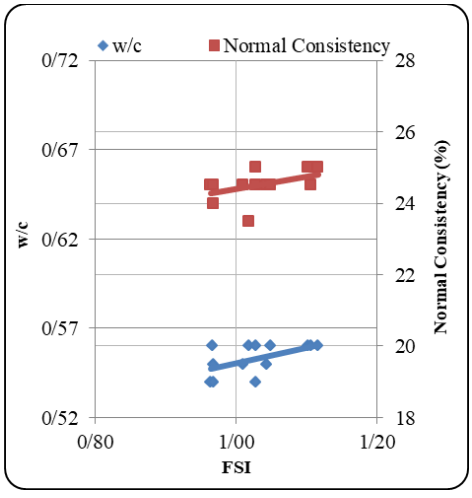
می‌دانیم که شاخص گیرش کاذب در آزمایش مینی اسلامپ از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

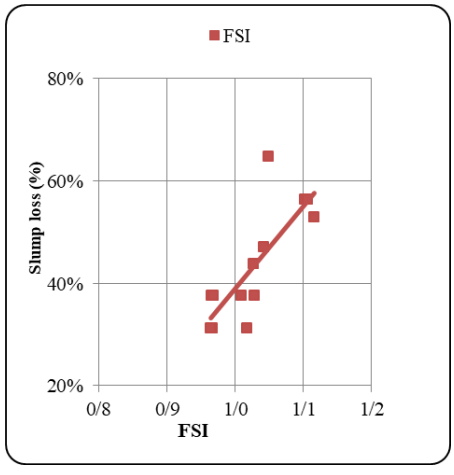
FSI = مساحت پات در ۵دقیقه تقسیم بر مساحت پات در ۲دقیقه. طبق تعریف هرگاه مقدار FSI از ۱/۳ بیشتر شود، یعنی گیرش کاذب وجود دارد (منظور از مساحت پات، سطحی که خمیر سیمان آن را می‌پوشاند). مخلوط کردن سیمان بدون افزودن آب موجب می‌شود که حالت خمیری گیرش کاذب سیمان رفع گردد و معمولا بدون افت در مقاومت فشاری آن، گیرش ادامه می‌یابد؛ اما معمولا مشکلاتی در اجرا و بتن‌ریزی ایجاد می‌نماید.

شاخص سختی (SI) نیز در آزمایش مینی اسلامپ از رابطه زیر محاسبه می گردد:

SI = مساحت پات در ۳۰ دقیقه تقسیم بر مساحت پات در ۵دقیقه. هر گاه مقدار SI از ۰/۸۵ کمتر شود، یعنی خمیر سیمان با سرعت غیرقابل قبولی سخت می‌شود. به نظر می‌رسد شاخص سختی ارتباط معقولی با روند افت اسلامپ بتن داشته باشد. افت اسلامپ بتن یکی از مشکلات رایج در تولید بتن است. معمولا با توجه به فاصله زیاد محل تولید بتن و مصرف آن، اسلامپ تن کاهش می‌یابد و مشکلاتی به بار می‌آورد که مهمترین آن اضافه نمودن آب به بتن است.

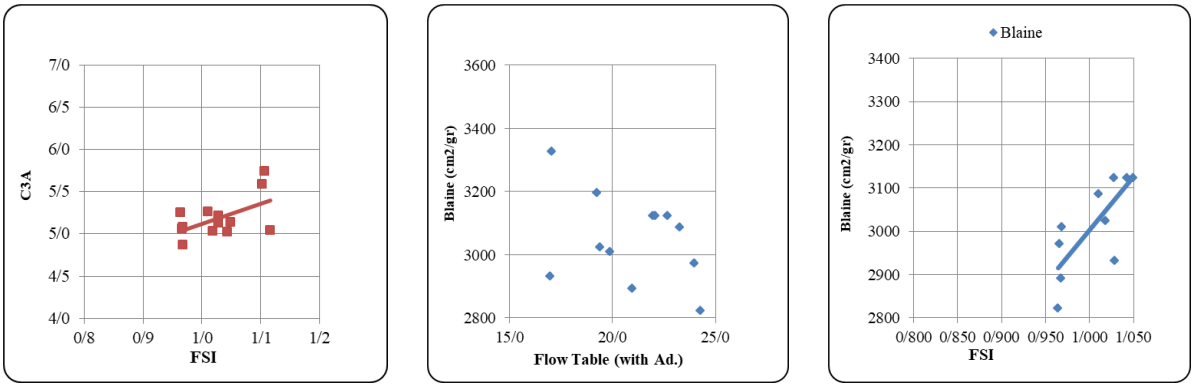
جهت بررسی نتایج حاصله، نمودارهای شکل۶ ترسیم گردید که به وضوح ارتباط معکوس شاخص FSI در آزمایش مینی اسلامپ و آزمایش افت اسلامپ (درصد اختلاف نتایج اسلامپ پس از ۰ و ۳۰ دقیقه) دیده می‌شود.





شکل۶ -بررسی نتایج آزمایش‌های مینی اسلامپ (FSI) افت اسلامپ، قوام استاندارد و w/c در سیمان‌های مختلف

شاخص FSI با بلین (نرمی) و مقدار C_3A سیمان رابطه مستقیمی داشت، یعنی با افزایش مقدار نرمی (بلین) یا فاز C_3A سیمان، مقدار شاخص گیرش کاذب افزایش نشان داد که نامطلوب می‌باشد (نمودار شکل۷). البته افزایش مقدار بلین سیمان موجب کاهش مقدار نتیجه آزمایش میز جریان شد که مبین کاهش روانی و یا افزایش آبخواهی در سیمان است.

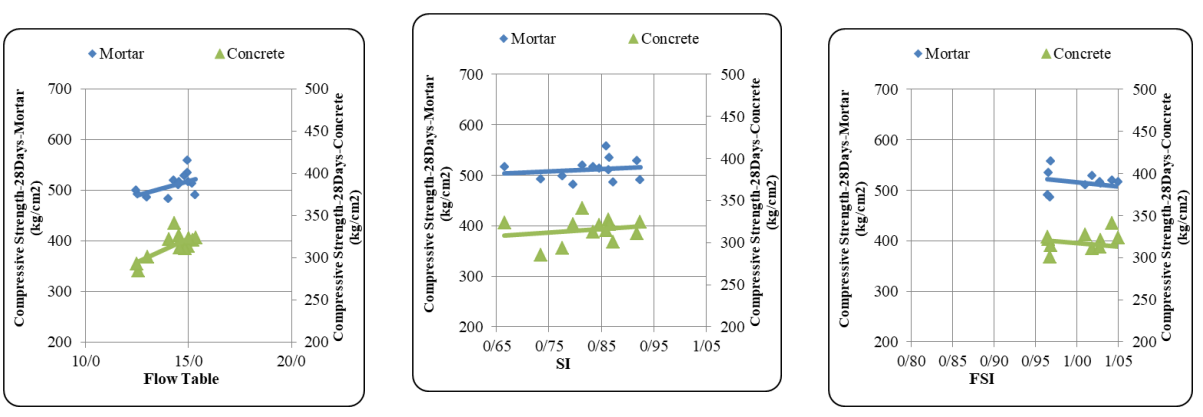


شکل۷-بررسی نتایج آزمایش‌های مینی اسلامپ (FSI) افت اسلامپ، قوام استاندارد و w/c در سیمان‌های مختلف

شاخص FSI با بلین (نرمی) و مقدار C3A سیمان رابطه مستقیمی داشت، یعنی با افزایش مقدار نرمی (بلین) یا فاز C3A سیمان، مقدار شاخص گیرش کاذب افزایش نشان داد که نامطلوب می‌باشد (نمودار شکل۷). البته افزایش مقدار بلین سیمان موجب کاهش مقدار نتیجه آزمایش میز جریان شد که مبین کاهش روانی و یا افزایش آبخواهی در سیمان است.

بررسی نتایج آزمایش‌های میز جریان، مینی اسلامپ، بلین و مقدار C_3A در سیمان‌های مختلف

بررسی نتایج این آزمایش‌ها نشان دادند که مقاومت ۲۸روزه ملات استاندارد و بتن با نتایج آزمایش میز جریان رابطه مستقیم و واضحی دارد که بیانگر اهمیت بررسی این شاخص می‌باشد (شکل۸).



شکل۸-بررسی نتایج آزمایش‌های میز جریان، مینی اسلامپ، بلین و مقدار C3A در سیمان‌های مختلف

۵. نتیجه‌گیری

۱) مهمترین عوامل آبخواهی در بتن تشریح شدند که شامل کارائی و اسلامپ، نسبت w/c، عیار سیمان، مقدار و خصیصه‌های مواد افزودنی، مواد سیمانی کمکی، دمای محیط و مواد، دانه‌بندی، شکل، حداکثر اندازه، تمیزی، تخلخل، جنس و درصد شکستگی سنگدانه‌های بتن، نوع سیمان، غلظت نرمال، مقادیر فازهای C_3A و C_3S، مقادیر سولفات، قلیائی‌ها، آهک آزاد، مواد افزونه، مصرف مواد کمک ساینده در آسیای سیمان، شرایط پخت کلینکر و میکروساختار آن، نرمی و دانه‌بندی سیمان می‌باشند؛

۲) نتـایج نشـان مـی‌دهنـد کـه افـزایش مقـدار نرمـی و فـاز C_3A سـیمان موجـب افـزایش مقـدار شـاخص گیـرش کـاذب (FSI) می‌شود که نامطلوب است؛

۳) ارتباط معکوس شاخص FSI و آزمایش افت اسلامپ دیده می‌شود؛

۴) نتایج آزمایش میز جریان نسبت به مقاومت ۲۸روزه ملات استاندارد و بتن رابطه مستقیمی نشان داد؛

۵) بررسـی رئولـوژی خمیـر سـیمان و مـلات اسـتاندارد بـه کمـک آزمـایش‌هـای مینـی اسـلامپ و میـز جریـان شـناخت مناسبی جهت عملکرد آن در بتن ارائه می‌دهد.

۶. قدردانی

بـر خـود لازم مـی‌دانـم تشـکر و قـدردانی ویـژه‌ای از مـدیران، کارشناسـان و تکنسـین‌هـای محتـرم آزمایشـگاه‌هـای مجتمـع صـنعتی سیمان تهران و سایر پرسنل زحمتکش آن مجتمع داشته باشم.

۷. منابع

[1] Neville AM, Brooks JJ (2002). "Concrete Proprties". Prentice Hall.

[۲] عزیزیان (۱۳۷۰)، "شیمی و فیزیک سیمان" انتشارات آشنا.

[3] Neville AM, Brooks JJ (2002). "Concrete technology". Prentice Hall.

[4] ACI 211.1 (2011). "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete".

[۵] "طرح ملی مخلوط بتن"، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی (۱۳۸۸).

[6] BRE (Building Research Establishment) (Secend edition-1988), "Design of normal concrete mixes". P13.

[7] la,nos Elemer UJHELYI (1997) "WATER DEMAND OF CONCRETE MIXTURES". PERIODICA POLYTECHNICA SER. CII'IL ENG. I'OL. 41, NO. 2, PP. 199-225 (1997).

[8] Mehta, K.& Menterio, (2006). "Concrete Microstructure, Properties, and Materials

[9] Rajib (2020). "What is Water Demand of Ready Mix Concrete". From: www.civil-engg-world.com

[۱۰] معماریان، ح. "زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک"انتشارات دانشگاه تهران.

[11] -Jacek Kubissaa, Marcin Kopera, Włodzimierz Kopera, Wojciech Kubissaa, Artur Kopera (2015). "Water Demand of Concrete Recycled Aggregates". Procedia Engineering 108 (2015) 63-71.

[12] BS812 p 118 "Methods for determination of sulphate content"

[13] BS812 p 117 "Method for determination of water-soluble chloride salts"

[14] Redy mixed British.

[15] Neville AM, Brooks JJ (2002). "Concrete Proprties". Prentice Hall.

[۱۶] کفاش، ع. سعیدی، م. "بررسی توامان تغییرات نرمی سیمان در ملات و بتن" کنفرانس بین‌المللی سالانه تحقیقات در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی و محیط زیست پایدار ، تهران، ۲۴ آذر ۹۴، ص۱۲.

[۱۷] کفاش بازاری، ع. (۱۳۹۷) "بررسی موردی ارتباط مقاومت میان‌مدت و درازمدت بتن جهت کمک به استحکام ساختمان‌ها". دهمین کنفرانس ملی بتن، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران.

[18] Hodrbank. "cement seminar-material technology".

[19] GCP Applied Technologies (2021)"Cement PSD and Water Demand". www. gcpat.vn.com

[۲۰] ویژگیهای سیمان پرتلند - *"ISIRI 389"* ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

[21] Bo Jonsson, A.nonat, C. Labbez, B. Cabane, H. Wennerstrom (July 2005). "Controlling the Cohesion of cement paste" Theoretical Chemistry, Chemical center, Sweden.

[22] Duda, W. (1977) "cement data book".

[23] Noel P. Mailvaganam, M.R. Rixom, Daniel P. Manson, Carol Gonzales. (1999). "Chemical Admixtures for Concrete"

[24] Campbell, D. (1999). "Microscopical Examination and Interpretation of Portland Cement and .Clinker". PCA SP030. ISBN-0-89312-084-7

[۲۵] کفاش بازاری، ع. رفیعی، م. (۱۳۹۴) بررسی ارتباط مقاومت سیمان تهران در ملات و بتن". هفتمین کنفرانس سالیانه بتن ایران-تهران- ۱۵مهرماه۱۳۹۴.

[26] Todd Hanson. (November 2000). "Evaluation of the Mini Slump Cone Test". Iowa Department of Transportation Ames, Iowa 50010. MLR-97-1.

[27] ASTM C 230 (2008). "Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement".

[28] Newman, J. Choo, B(2003) "Advance concrete Technology set". ELSILVER, p1/9.

[29] N. Roussel, C. Stefani, R. Leroy. "From mini-cone test to Abrams cone test: measurement of cement-based materials yield stress using slump tests". Elsevier, Cement and Concrete Research 35 (2005) 817– 822.*

[30] D.D. Cortes a, H.-K. Kim b, A.M. Palomino c, J.C. Santamarina. "Rheological and mechanical properties of mortars prepared with natural and manufactured sands". Elsevier, Cement and Concrete Research 38 (2008) 1142–1147.

[31] Adrien Bouvet & Elhem Ghorbel & Rachid Bennacer (2010) "The mini-conical slump flow test: Analysis and numerical study" Cement and Concrete Research, Volume 40, Issue 10, October 2010, Pages 1517-1523

[32] Parth Thaker & N K Arora. (December, 2015) "SELECTION OF TEST METHOD TO QUANTIFY WORKABILITY OF CEMENT PASTE AND MORTAR FOR VERY LOW WORKABLE TO HIGH WORKABLE". International Journal of Engineering Sciences & Research Technology (854). ISSN: 2277-9655.(I2OR).

[33] Myoung Sung Choi & Jung Soo Lee & Keum Seong Ryu & Kyung Taek Koh & Seung Hee Kwon (2016). "Estimation of rheological properties of UHPC using mini slump test". Construction and Building Materials, Volume 106, 1 March 2016, Pages 632-639.

[34] Zhijun Tan . Susan A. Bernal . John L. Provis. "Reproducible mini-slump test procedure for measuring the yield stress of cementitious pastes". Materials and Structures (2017) 50: pages 235.

[35] Ali Mardani-Aghabaglou & Hasan Tahsin Öztürk & Murat Kankal & Kambiz Ramyar (2021). "Assessment and prediction of cement paste flow behavior; Marsh-funnel flow time and mini-slump values". Construction and Building Materials, Volume 301, 27 September 2021, 124072.

[36] Xiuhao Li & Rentai Liu & Shucai Li & Chunyu Zhang & Jinglong Li & Bingchuan Cheng & Yankai Liu & Chheyang Ma & Jia Yan (2022). "Effect of SBR and XSBRL on water demand, mechanical strength and microstructure of cement paste". Construction and Building Materials, Volume 332, 16 May 2022, 127309.

[۳۷] سریزدی، م. فامیلی، ه. پرهیزگار، ط. رئیس قاسمی، ا. (۱۳۸۸). "بررسی تاثیر مواد افزودنی معدنی و شیمیائی درلزجت و روانی خمیر با استفاده از آزمایش قیف جریان استوانه ای (مدل اصلاح شده قیف مارش) و جریان مینی اسلامپ."

[۳۸] محبی، علیرضا و ماهوتیان، مهرداد و عزیز محمدی، پروین، (۱۳۸۸). "رفتارشناسی خمیر سیمان بتن خودتراکم در برابر تغییر مواد افزودنی معدنی". هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، شیراز

[۳۹] رستمی درونکلا، محمد رضا (۱۳۹۶). "کنترل رئولوژی بتن‌های خودتراکم با ابرروان‌کننده‌های پلی‌کربوکسیلات اتر". پنجمین کنفرانس ملی بتن خودتراکم ایران و اولین کنفرانس ملی تعمیر و نگهداری سازه‌های بتنی، تهران.

[۴۰] کفاش بازاری علی اکبر؛ وطنی محمد (۱۳۹۷). " بررسی تاثیر میزان آب مورد نیاز برای ایجاد کارایی در خمیر سیمان، ملات و بتن". چهارمین کنفرانس ملی صنعت سیمان و افق پیش رو

[41] Peter Claisse & J P Lorimer & M H Omari (2001). "Workability of cement pastes". November 2001, ACI Materials Journal 98(6)

[42] Zonglin Xie & Yuxuan Li & Yuxuan Li & Jinyuan Hu & Garba Mustapha Jamaa & Qiang Yuan & Xiaohong Zhu (2023). "Corrigendum to Understanding the temperature-dependent workability of cement paste with polycarboxylate superplasticizer". Journal of Building Engineering, Volume 78,1 November 2023, 107537.

[43] INSO 18807-6 (2013). "Methods of testing Cement - Part 6: Determination of fineness" Institute of Standards and Industrial Research.

[44] INSO 390 (2009). "Cement- Determination of the fineness of hydraulic cement by air-permeability apparatus-Test methods" Institute of Standards and Industrial Research.

[45] INSO 18807-3 (2013). "Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting times and soundness (expansion) by Le Chatelier method" Institute of Standards and Industrial Research.

[46] INSO 392 (2021). "Cement — Determination the time of setting of hydraulic cement by Vicat needle-Test method" Institute of Standards and Industrial Research.

[47] INSO 11895 (2009). "Cement- Determination of the normal consistency of hydraulic cement - Test Method" Institute of Standards and Industrial Research.

[48] INSO 18807-1 (2013). "Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength" Institute of Standards and Industrial Research.

انجمن بتن ایران
انجمن صنفی فن آوران بتن

انجمن علمی بتن ایران

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

A.N.F.A
انجمن نورد کاران فولادی ایران (انفا)
Iranian Steel Rolling Association

دماوند سفید پارسیان
رزین بتن برتر
آپوس ایران
البرز شیمی آسیا
شیمی ساختمان

شرکت گروه سرمایه گذاری مسکن (سهامی عام)
معاونت فنی و عمرانی
فهاب بتن

15th National Conference on Concrete
21th Congress on Concrete Day
October, 2023 – Tehran

پانزدهمین کنفرانس ملی بتن
بیست و یکمین همایش روز بتن

۱۵ الی ۱۷ مهرماه سال ۱۴۰۲
بزرگداشت استاد احمد حامی

بتن و انرژی

- سخنرانی های عمومی
- سخنرانی های تخصصی
- کارگاههای تخصصی
- نمایشگاه تخصصی
- معرفی طرح های بتنی برتر کشور
- تقدیر از برگزیدگان مسابقات عملی بتن، ویژه اعضای حقوقی
- تقدیر از برگزیدگان مسابقات ملی بتن و پایان نامه برتر در سطح دکتری

شرکت برای عموم آزاد است

طرح های بتنی برترسال ۱۴۰۱

بزرگراه شهید بروجردی
(طرح ویژه بتنی بزرگ توسعه شهری)

مسکونی مهرگان قزوین به صورت طرح و ساخت EPC
(صنعتی سازی ساختمان)

ایوان مرکزی مصلی امام خمینی (ره)

تقاطع چهارسطحی آزادگان مشهد

احداث ساختمان برج کنترل ترافیک دریایی بندر چابهار

محل برگزاری همایش و کنفرانس:
تهران، بزرگراه شیخ فضل الله نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

دبیرخانه دائمی همایش و کنفرانس:
تهران، میدان صنعت (شهرک غرب)، بلوار فرحزادی، نرسیده به ورودی بزرگراه نیایش، خ عباسی اناری، پلاک ۸۱
کدپستی: ۱۹۹۸۹۵۸۸۸۳ تلفکس: ۸۸۵۶۰۵۸۸، ۸۸۵۶۰۶۲۸ -۸ ۸۸۲۳۰۵۸۵
www.concreteday.ir www.ici.ir www.concretesociety.ir

خیرمقدم
دبیر علمی کنفرانس

سید حسین حسینی لواسانی
دبیر علمی کنفرانس

مایه مسرت و افتخار است که با استعانت از خداوند قادر متعال، پانزدهمین کنفرانس سالانه ملی بتن ایران با محوریت بتن و انرژی برگزار می‌گردد. در این دوره، برگزاری همایش‌هایی همچون گردهمایی سالانه کنفرانس سالانه ملی بتن ایران با تاریخ و تجربه‌ای طولانی که امکان تبادل نظر و آشنایی با آخرین دستاوردهای علمی و پژوهشی دانشگاهیان و صنعتگران را فراهم می‌آورد، اهمیتی دوچندان دارد. انجمن علمی بتن ایران و انجمن صنفی بتن ایران در طی سال‌های اخیر به‌تدریج بخش وسیع‌تری از مسئولیت برگزاری همایش را به پشتوانه مساعدت بیش از هزار نفر از اعضا هیات علمی دانشگاه‌ها و صاحب‌نظران صنعت بتن سراسر کشور به عنوان داوران این انجمن عهده‌دار شده است. این داوران در رشته‌های سازه، تکنولوژی بتن و مدیریت ساخت و ساز فعال هستند و با همکاری صمیمانه و قابل تقدیر در قبول داوری مقالات در این امر خطیر نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

کنفرانس امسال با محوریت "بتن و انرژی" یک تجمع علمی است که در آن تمرکز بر روی دو موضوع اصلی، یعنی بتن و انرژی قرار دارد. صنعت ساخت و ساز به مصرف انرژی زیادی نیاز دارد، از جمله انرژی مورد نیاز برای تولید و حمل و نقل مواد ساختمانی. با توجه به مسائل مرتبط با تغییرات آب و هوایی و پایداری محیط زیست، کاهش مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به موضوعات بحرانی تبدیل شده‌اند. در این کنفرانس، مسائلی نظیر مدیریت انرژی در ساخت و ساز، بهره‌وری انرژی در فرآیندهای تولید بتن، و استفاده از فناوری‌های نوین برای کاهش مصرف انرژی و اثرات منفی زیست محیطی مورد توجه قرار می‌گیرد.از سوی دیگر فناوری‌های نوین نقش بسیار مهمی در بهبود صنعت بتن و کاهش مصرف انرژی ایفا می‌کنند. برخی از این فناوری‌ها شامل استفاده از بتن‌های هوشمند است که از سنسورها و الکترونیک تعبیه‌شده درون خود برای نظارت بر وضعیت و عملکرد بتن استفاده می‌کنند، مصرف بهینه انرژی در فرآیندهای تولید بتن و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید بتن می‌باشد. همچنین، از فناوری‌های نوین مانند مدل‌سازی سه‌بعدی و شبیه‌سازی کامپیوتری برای بهینه‌سازی طراحی و ساخت سازه‌ها با هدف بهبود کیفیت بتن و کاهش مصرف انرژی استفاده می‌شود. بنابراین، کنفرانس با محوریت "بتن و انرژی" فرصتی است تا تخصص‌ها و دانش‌های مختلف در حوزه بتن و انرژی با یکدیگر به اشتراک گذاشته و به ارتقاء کیفیت ساخت و ساز و کاهش تاثیرات منفی بر محیط زیست کمک کند. پانزدهمین کنفرانس سالانه ملی بتن ایران هر ساله با همراهی علمی و صنعتی کشور برگزار می‌شود. در زمان برگزاری همایش مذکور، اساتید و صاحب‌نظران داخلی و خارجی چندین سخنرانی کلیدی را در زمینه‌های مرتبط با بتن و انرژی ارائه می‌دهند تا آخرین تجارب و دستاوردهای خود را در اختیار علاقه‌مندان و شرکت‌کنندگان همایش قرار دهند. از ویژگی‌های برجسته کنفرانس می‌توان به کارگاه‌های آموزشی علمی و صنعتی، میزگردهای تخصصی در بیان چالش‌های حاضر در صنعت و میزگردهای پرسش و پاسخ دانشگاهیان و صنعتگران اشاره نمود. هدف از برگزاری این کنفرانس آن است که ضمن ارائه آخرین مقالات علمی و دستاوردهای پژوهشی، محققان و صنعتگران با ایراد و بیان مشکلات و چالش‌های موجود و طرح سوالات مرتبط با موضوع به صورت مقالات کوتاه و ارسال آن به دبیرخانه انجمن، از هم‌اندیشی و پیشنهادهای اساتید و محققین صنعتی بهره مند شوند. همچنین این فضا می‌تواند نیاز صنعت به نیروی انسانی متخصص را برطرف کند، دانشجویان و فارغ‌التحصیلان توانمند دانشگاهی را معرفی کند، و تعامل سازنده دانشگاه و صنعت را ترویج دهد. امید است با برگزاری این کنفرانس‌ها، انگیزه و امید به آینده روشن برای دانشجویان و دانش‌آموختگان این مرز و بوم که مورد تعهد تمامی دانشگاه‌های کشور و انجمن علمی بتن ایران و انجمن صنفی بتن ایران است، تحقق یابد. همچنین، این کنفرانس می‌تواند گامی موثر و استوار در عرصه احقاق اهداف چرخه صنعت و تولیدات کشور با وحدت جامعه دانشگاهی بردارد و به رشد و ترقی دانشگاه و صنعت میهن عزیزمان ایران کمک کند. از همه پژوهشگران دانشگاهی، دانشجویان تحصیلات تکمیلی، شرکت‌های دانش‌بنیان و همه علاقمندان دعوت به عمل می‌آید تا ضمن شرکت فعال در این کنفرانس، به رشد و بالندگی آن کمک کنند.

به امید فردایی بهتر برای صنعت بتن ایران

خیرمقدم رییس هیات مدیره انجمن علمی بتن ایران

علیرضا خالو
رییس انجمن علمی بتن ایران

در ابتدا به کلیه حاضرین از بخشهای مختلف بتن از جمله اساتید دانشگاهها، مراکز تحقیقاتی و پژوهشگاهی، مهندسان حرفه ای شرکتهای مهندسین مشاور و پیمانکاران، دست اندرکاران سازنده اجزای تشکیل دهنده بتن و سازندگان سازه های مختلف بتنی خیر مقدم عرض می نمایم.

موضوع کاهش آلاینده و اهمیت حفظ و نگهداری محیط زیست در چنددهه اخیر درکلیه کشورها اهمیت خاصی پیدا کرده است. آلاینده ها تاثیرات سویی روی تغییرات آب و هوایی در کره زمین داشته است که نتیجتاً سبب خشکسالی، سیل و تغییرات فصلی شده است. مهمترین عامل در این تغییرات، افزایش دمای زمین می باشد. لذا جهت کاهش دما، نیاز است کنترل روی انرژی مصرفی مدنظر باشد و نیز سیستمهای کاهنده انرژی مورد نیاز بیش از پیش مورد استفاده قرار گیرند. بتن از جمله مصالحی است که با تولید و مصرف قابل توجهی در جهان می تواند سهم بسزایی در این خصوص داشته باشد. برای مثال تولید سیمان از جمله صنایع آلوده کننده کربنی در جهان است و تلاش زیادی جهت کاهش شدت انتشار گازهای کربن مرتبط با تولید سیمان در حال انجام است.

هم اکنون حدود ۴۰ درصد مصرف انرژی کشور مان به ساختمانها تعلق دارد که این امر، در مقایسه با سایر حوزه های صنعت مانند حمل و نقل، کشاورزی و ... قابل توجه است. نیز ایران جزء کشورهای پر مصرف انرژی در جهان می باشد. کشورهای پیشرفته به دنبال "ساختمان کم مصرف" و "ساختمان سبز" برای سازگاری با محیط زیست و کاهش مصرف انرژی هستند و توجه ویژه به نوع مصالح مورد استفاده در ساختمانهای مسکونی، تجاری و اداری دارند.

بکار گیری و رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با منظور نمودن گروههای ساختمانی و براساس نیاز سالانه انرژی نقش قابل توجهی در بهینه سازی مصرف سوخت در ساخت و ساز دارد. مصالح سنگین از جمله بتن پایداری حرارتی ساختمان در فصول مختلف را افزایش می دهد.

بتن های مختلف از جمله بتنهای سبک ضمن کاهش وزن سازه، می توانند عملکرد مناسبی داشته باشند.

انتظار می رود متخصصین مرتبط با مبحث ۱۹ و صرفه جویی در مصرف انرژی، آگاهی مهندسین عمران بویژه مشاوران و پیمانکاران را با برگزاری دوره های آموزشی ارتقاء بخشند تا انرژی، که ماده ای حیاتی است مصرف آن بیش از پیش کاهش داده شود.

در انتها از کلیه همکاران که در برگزاری این همایش زحمات زیادی کشیده اند قدردانی می نمایم و امیدوارم همایش همانند سالهای گذشته با موفقیت برگزار گردد.

خلاصه باورها و اشتباهات رایج نادرست در صنعت بتن

بابک احمدی
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی

درصنعت بتن، باورها و اشتباهات نادرستی رایج است که می‌تواند منجر به افت کیفیت بتن، دشوار شدن شرایط اجرایی و افزایش هزینه و وقت شود. دلایل ایجاد باورها و اشتباهات ناشی از موارد زیر است:

- تقلید باورها و اشتباهات گذشتگان
- شکل گیری تجربیات گذشتگان بر اساس بتن های فاقد افزودنی
- تعمیم تجربیات گذشته شخصی به همه موارد
- اشتباهات در ضوابط فنی گذشته
- عدم در نظر گرفتن همه جوانب فنی
- عدم انجام آزمایش
- بی انگیزگی مهندسان جهت رشد

در این سخنرانی، بر اساس تجربیات در پروژه‌های مختلف، باورها و اشتباهات رایج مرتبط با مصالح و طرح مخلوط بتن به شرح زیر دسته‌بندی و تشریح شد. در سخنرانی‌های آتی، باورها و اشتباهات رایج در خصوص اجرا، آزمایش، کنترل کیفیت و ضوابط پذیرش ارائه خواهد شد.

همواره استفاده از مصالح ارزان‌تر اقتصادی تر است.

عواقب:

- گران تر شدن قیمت تمام شده تولید و اجرای بتن برای

رسیدن به ویژگی های فنی مشخص

صرفه جویی در هزینه های بتن عواید اقتصادی قابل توجهی دارد.

عواقب:

- کاهش عمر مفید سازه
- افزایش خطرات زلزله

همواره با استفاده از سیمان با مقاومت فشاری استاندارد بیشتر، بتن با مقاومت بیشتری می‌توان ساخت.

عواقب:

- ساخت سیمان های با نرمی بیشتر جهت افزایش مقاومت استاندارد سیمان و در نتیجه افزایش نیاز آبی سیمان، دشوار شدن کاهش نسبت آب به سیمان، افزایش نیاز به روان کننده، افزایش احتمال ترک خوردن پلاستیک بتن

ارزش ماسه ای معیار بسیار مهمی برای ارزیابی ماسه است.

عواقب:

- تولید ماسه با فیلر کم ودر نتیجه کاهش کارایی بتن تازه به دلیل کاهش حجم خمیر، افزایش آب انداختگی، کاهش پمپ پذیری
- عدم امکان تولید بتن با نسبت آب سیمان کم و روانی بالا

استفاده از ماسه و شن دارای مواد ریز (فیلر) سبب افزایش مقاومت (حتی با نسبت آب به سیمان ثابت) می شود.

عواقب:

- تولید ماسه با فیلر کم ودر نتیجه کاهش کارایی بتن تازه به دلیل کاهش حجم خمیر، افزایش آب انداختگی، کاهش پمپ پذیری
- عدم امکان تولید بتن با نسبت آب سیمان کم و روانی بالا

انتخاب روان‌کننده بدون توجه به اثر آن بر زمان گیرش و مقدار هوای ایجاد شده در بتن

عواقب:

- احتمال به تعویق افتادن زمان گیرش و در نتیجه افزایش احتمال ترک های پلاستیک
- احتمال کاهش مقاومت بتن

مقاومت بتن از شن تامین می‌شود. بزرگتر کردن شن و افزایش مقدار آن سبب افزایش مقاومت بتن می‌شود.

عواقب:

- ایجاد مشکل پمپ پذیری
- ایجاد مشکل پر کردن مقاطع پر آرماتور
- غفلت از عوامل تاثیر گذار مانند نسبت آب به سیمان، مقدار هوا، مقاومت سیمان و غیره
- مردود شمرده شدن بتن در زمان بتن ریزی توسط دستگاه نظارت

وجود گسستگی در دانه‌بندی سنگدانه‌ها نامطلوب است و منجر به کاهش مقاومت می‌شود.

عواقب:

تولید بتن با پمپ پذیری کمتر

غفلت از عوامل تاثیر گذار بر مقاومت بتن

همواره استفاده از سنگدانه‌های شکسته سبب افزایش مقاومت فشاری بتن می‌شود.

عواقب:

- تولید بتن با کارایی کم
- عدم امکان تولید بتن با نسبت آب به سیمان کم
- نیاز به حجم خمیر بیشتر

استفاده از سنگدانه‌های خشک دپو شده به مدت طولانی مقاومت بتن را کاهش می‌دهد.

عواقب:

- غفلت از عوامل تاثیر گذار بر مقاومت بتن

بتن روان‌تر مقاومت کمتری دارد. روان کننده ها و فوق روان کننده ها مقاومت را کاهش می دهند.

عواقب:

- عدم استفاده از مواد روان کننده
- کارایی کم بتن تولیدی
- ایجاد درز سرد
- تراکم نامناسب
- افزایش احتمال افزودن آب پای کار

استفاده از محصولات تجاری ژل میکروسیلیس پاورژل و غیره دوام و مقاومت بتن را بهبود می‌دهد.

عواقب:

- غفلت از عوامل تاثیر گذار بر دوام بتن
- احتمال ایجاد واکنش قلیایی سیلیسی

هر افزودنی فوق روان کننده که منجر به جداشدگی، آب انداختن یا دیرگیری شود، فاسد و به درد نخور است.

عواقب:

- عدم انتخاب درست افزودنی با توجه به شرایط بتن ریزی و طرح مخلوط

ایجاد محدودیت حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداکثر مقدار مواد سیمانی بدون توجه به کار پذیری بتن

عواقب:

- بتن با حجم خمیر کم ودر نتیجه کارایی نامناسب
- افزایش احتمال افزودن آب پای کار

امکان تعمیم طرح مخلوط به شرایط دیگر

عواقب:

- ارائه طرح مخلوط ثابت در همه شرایط

عدم توجه به فصل بتن ریزی بر قیمت تمام شده

عواقب:

-افزایش احتمال افزودن آب پای کار در فصل گرما

-کاهش مقاومت در فصل گرما

- عدم تامین ضوابط مربوط به محدودیت های دمای بتن

عیار سیمان تعیین کننده مقاومت بتن است.

عواقب:

-پرهیز از انجام آزمایش مقاومت بتن

- عدم تامین مقاومت در شرایط مختلف

دو بتن با اسلامپ(جریان اسلامپ) برابر کارایی برابر دارند.

عواقب:

- تولید بتن با کارایی کم و ایجاد مشکلات اجرایی

چگالی بتن مقدار ثابتی است.

عواقب:

- عدم ارائه طرح مخلوط برای یک متر مکعب

- ایجاد اختلافات بین تامین کننده و خریدار در خصوص حجم بتن

در بتن های مختلف، چگالی بیشتر بتن تازه و سخت شده نشانه مقاومت بیشتر است.

عواقب:

- تخمین نادرست نتایج مقاومت فشاری

فرصتهای صنعت ساختمان در اکو سیستم نو آورین(استارت آپی)

محمد حسین افتخار
مدیر شتاب دهنده بنیادتک و مدیر فنی بنیادبتن ایران

پانزدهمین کنفرانس ملی بتن، در تاریخ ۱۵ الی ۱۷ مهر ۱۴۰۲ توسط انجمن بتن ایران، انجمن علمی بتن ایران، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در شهر تهران برگزار شد.

در روز افتتاحیه این کنفرانس، آقای مهندس افتخار، مدیر شتاب دهنده بنیادتک و مدیر فنی بنیادبتن ایران، نسبت به لزوم توجه به زیست بوم نوآوری صنعت ساختمان در کشور و مقایسه این اکوسیستم در ایران با سایر کشور های همسایه مطالبی را بیان نمود.

وی افزود: امروزه، نوآوری و توسعه فناوری از جمله عوامل مهم برای توسعه اقتصادی و اجتماعی در هر کشوری محسوب می‌شود. ایران نیز به تدریج به سمت توسعه زیست بوم نوآوری حرکت می‌کند تا به جایگاه برجسته‌تری در صنعت‌های مختلف برسد.

دکتر افتخار ضمن اشاره اجمالی به آخرین دستاوردهای شتابدهنده بنیادتک در ارتقای فناوری‌های ساخت و ساز و اقدامات این مرکز در جهت توسعه فناوری‌های نوآورانه صنعت ساختمان را با بهره‌مندی مضاعف از شرکت‌های دانش‌بنیان، مراکز نوآوری و مراکز رشد در سالی که مزین به نام " مهار تورم، رشد تولید " از سوی مقام معظم رهبری (مدظله العالی) است، تشریح کرد.

وی ادامه داد: طبق بررسی های انجام شده ،موانع پیشرفت در صنعت ساختمان و عقب افتادن نسبت به حوزه های دیگر فناوری؛ کمبود نیروی کار ماهر، عدم اقبال عمومی جامع مهندسان و ذی‌نفعان به تغییرات فناوران ،عدم تمایل ذی‌نفعان از رشد فناورانه در این حوزه، عدم آشنایی از فرصت‌های موجود در اکوسیستم،فرهنگ مشتریان و عدم بهره‌گیری کافی از فناوری اطلاعات می باشد. این عقب ماندگی باعث شده است تا سهم صنعت ساختمان از اکوسیستم نوآورین(استارتاپی) کشور به کمتر از یک درصد برسد. بر طرف کردن این موانع به وسیله اشتغال نیروهای متخصص، آموزش و اطلاع‌رسانی، توجیه اقتصادی تغییرات فناورانه، تشویق به استفاده از فناوری‌های نوآورانه می کند و همچنین ترویج فرهنگ استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند به پیشرفت در حوزه صنعت و ساختمان کمک کند.

مدیر فنی بنیادبتن ایران در خصوص توسعه نوآورین کشور افزود: از مراحل مهم در فرآیند نوآوری، مسیر تبدیل ایده به محصول است و برای شروع یک‌نوآورین(استارتاپ)، مطالعه امکان سنجی و بیزینس پلن از اقدامات اولیه و اساسی می‌باشند. همچنین شرط ورود به مراحل مختلف سرمایه گذاری، سطح آمادگی فنی است که در هر مرحله با توجه به آن سرمایه گذاری یا حمایت مالی انجام می شود. در حال حاضر، در راستای حمایت از طرح ها و استارتاپ ها، شتابدهنده ها و سرمایه گذاران خطرپذیر در حوزه راه و ساختمان، آماده پذیرش طرح ها و شرکت های نوپا هستند تا در صورت تایید وارد فرآیند شتابدهی یا سرمایه گذاری شوند.

این سخرانی با پرسش پاسخ از طرف اساتید برتر دانشگاه‌های کشور، مسئولان ارشد مسکن و شهرسازی و فعالان بخش خصوصی به پایان رسید.

کارگاه تخصصی رونمایی از سیستم پیش ساخته چیدمانا (شرکت آپتوس ایران)

ارائه‌کننده: علی نقوی نمینی

معماری گاهی می‌تواند با روش‌هایی برای همه قابل‌درک و انجام باشد. اولین برداشت از چیدمانا امکان معماری کردن ساده با آن و درک قوانین آن برای همه، به دلیل سادگی اصول و اجزا، درست مثل لگو، وجود دارد.

سوابق پیش‌ساخته‌سازی و تلاش‌های گذشته، اعم از انواع تکنیک‌های ساخت، انواع اجزای پیش‌ساخته تا بناهای ساخته‌شده در همه جای دنیا کم‌وبیش به چشم می‌خورد. پس این شیوه‌ی ساخت از قدیم موردبررسی بوده و به علت مزیت‌هایی که در اختیار باشنده و طراح می‌گذارد از دیرباز محبوبیت داشته است. درعین‌حال تیم معماری نشا نیز تاکنون تلاش‌هایی در راستای پیش‌ساخته سازی انجام داده. (معماری کانتینری در اراضی عباس‌آباد، شهرک کانتینری ایران مال) پس در کل نشا از بحث پیش‌ساخته‌سازی دور نبوده و تجربیاتی عملی داشته.

اما نقش آپتوس در راه رسیدن به ایده‌ی چیدمانا، پیشنهاد او در جهت تحقق ایده‌ی پیش‌ساخته‌سازی با همکاری و امکانات مکمل آپتوس و نشاست که نتیجتاً به شروع پروسه طراحی مدول‌های چیدمانا می‌انجامد

اما چیزی که باید در طراحی چیدمانا متفاوت می‌بود تطبیق آن با انواع ویژگی‌های محیطی و درواقع شخصی‌سازی آن برای استفاده بومی بود؛ که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تنوع اقلیمی و زلزله‌خیزی اکثر مناطق ایران اشاره کرد.

درست در همین نقطه بود که برای تحقق این اهداف و به‌خصوص حل چالش‌های سازه‌ای نیاز به همکاری با مهندسین مشاور مهان سازه احساس شد. و نهایتاً با همکاری نشا، آپتوس و مهان سازه موجودی به نام چیدمانا زاده شد.

به همین ترتیب می‌توان انواع کاربری‌ها از مسکونی تا اداری و تجاری را با این سیستم از مقیاس پروژه‌های خرد تا کلان ساخت. برای مثال می‌توان به پروژه مسکونی ۴۵۰ واحدی ماهدشت که در دو طبقه و با همکاری مهندسین مشاور آرتیمان در حال انجام است اشاره کرد.

مباحث پنل معماری

علی نقوی نمینی، امیر پویا اصغری، علی اندجی

دبیر پنل: علی ابهری

معماری کردن با چیدمانا

یکی از محاسن معماری با چیدمانا این است که خود این عناصر سازنده فضا هستند و معمار می‌تواند با چیدمان درست آن‌ها فضاهایی باکیفیت خلق کند و به تنوع در طراحی برسد.

همچنین شاید اگر استفاده از این احجام مدولار در شهر بیشتر شود، انسجام بصری در سطح شهر افزایش یابد. اما باید برای توسعه استفاده از این سیستم باید فرهنگ‌سازی نیز کرد؛ مثلاً فرهنگ مالکیت مانع به‌کارگیری تکنیک‌هایی مثل چیدمانا هستند؛ اما شاید برای شروع بتواند برای استفاده در شهرک‌ها بسیار مناسب باشد.

چشم‌انداز

در راستای ترسیم چشم‌انداز از آینده پروژه چیدمانا باید به وجه توسعه دانش و همین‌طور مشارکت باشنده در فرایند طراحی اشاره کرد؛ ضمن اینکه آینده ساخت‌وساز لاجرم به سمت پیش ساخته سازی و تکنیک‌های این‌چنین خواهد رفت؛ پس چه‌بهتر که خود را از حالا برای مواجهه با این روش ساخت‌وساز آماده کنیم و به دانش روز دنیا در این راستا مسلط باشیم؛ پس نیاز است که معماران نیز به روش استفاده و «معماری کردن» با چیدمانا آشنا شده و از آن استفاده کنند چراکه به‌هرحال برای توسعه طرح‌ها و ارائه کیفیت فضایی مطلوب نیاز به معمار وجود دارد.

کارگاه شرکت شیمی ساختمان

موضوع "بتن توانمند؛ میراث پایدار و ترسیم آینده"

ارائه‌دهندگان: موسی کلهری، آرش ذوالفقارنسب و فرناز بهمن‌زاده

خلاصه:

توسعه پایدار توسعه‌ای است که نیازهای حال حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خود برآورده می‌کند. در این خصوص راهکارهای متفاوتی در صنعت بتن در راستای اهداف توسعه پایدار مطرح می‌شود که از جمله این‌ها به ساخت بتن بادوام‌تر، استفاده از بتن با مقاومت بالاتر و جایگزینی بخشی از سیمان با مواد مکمل سیمان می‌توان اشاره نمود. بهره‌گیری از بتن توانمند از راهکارهای صنعت بتن در راستای اهداف توسعه پایدار می‌باشد.

تعاریف مختلفی برای بتن توانمند توسط مؤسسات مختلف همچون ACI، NIST، CERF، SHRP2، دانشگاه توکیو و PCI، ارائه شده است. به عنوان تعریف جامع بتن توانمند، این بتن بتنی با خواص مهندسی مطلوب نظیر مقاومت فشاری زیاد، نسبت آب به سیمان کم و هم‌چنین نفوذ پذیری کم و دوام مناسب بتن در شرایط محیطی تست می‌باشد. از مزایای بتن‌های توانمند می‌توان به افزایش طول عمر، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری

و کوچک شدن ابعاد ستون‌ها و از محدودیت‌های این نوع بتن به نیاز به کنترل کیفیت گسترده، نیاز به استفاده از مواد و مصالح با ویژگی‌های خاص و افزایش هزینه‌های مربوط به انجام آزمایش‌های در محل کارخانه و نیز در محل بتن‌ریزی اشاره نمود. از بتن توانمند در ساخت سازه‌های بلندمرتبه، پل‌های خاص، انواع روسازی‌های بتنی، سازه‌ها با کاربری ویژه و پیش‌ساختگی و پیش‌تنیدگی استفاده می‌شود.

بتن توانمند همانند بتن معمولی از سیمان، سنگدانه، آب، افزودنی‌های معدنی و افزودنی‌های شیمیایی تشکیل می‌شود اما آن‌چه آن را از بتن معمولی متمایز می‌سازد، ضرورت بکارگیری دانش‌فنی در تمامی مراحل طراحی، انتخاب مصالح، ساخت، حمل، اجرا، کنترل کیفی و عمل‌آوری بتن است. در نظرگیری ملاحظات ویژه در مصالح مورد استفاده و تعیین نسبت‌های مخلوط بتن توانمند از ضروریات دستیابی به ویژگی‌های مطلوب این نوع بتن‌ها می‌باشد. در خصوص تولید بتن توانمند نیز به مواردی هم‌چون آمادگی پیش از تولید، دقت در توزین و کنترل دمای بتن بایستی بیش‌از بتن معمولی توجه نمود. در واقع موفقیت بتن توانمند در توجه بیش‌تر به جزئیات می‌باشد. در بتن توانمند با توجه به نسبت‌های مخلوط متفاوت هم‌چون آب به سیمان کم و جلوگیری از ایجاد جمع‌شدگی زیاد بحث عمل‌آوری صحیح و مناسب و نیز دمای عمل‌آوری بسیار مهم تلقی می‌گردد. لازم به‌ذکر است که توجه به در نظرگیری راهکارهای کنترل جمع‌شدگی در تولید و عمل‌آوری بتن‌های توانمند پراهمیت می‌باشد.

بتن های توانمند در مقایسه با بتن معمولی دارای ساختار متراکم‌تر هستند و در نظرگیری نسبت‌های خاص مخلوط و مصالح مورد استفاده در این نوع بتن‌ها موجب اصلاح ساختار حفرات در آن‌ها نسبت به بتن معمولی می‌شود. در بتن‌های توانمند مدول الاستیسته و مقاومت فشاری زیاد است و رفتار این نوع بتن‌ها ترد می‌باشد. با توجه به کاهش نفوذپذیری در بتن‌های توانمند دوام این بتن‌ها در برابر خوردگی آرماتور براثر نفوذ یون‌های کلراید، حمله سولفاتی و چرخه‌های یخ زدن و آب شدن نسبت به بتن معمولی بیش‌تر است. از جمله نمونه‌های بتن توانمند می‌توان به پل کنفدراسیون کشور کانادا با مقاومت ۵۵ مگاپاسکال اشاره کرد که حتی در حین ساخت این پل نیز سازه آن چرخه‌های یخ زدن و آب شدن را تجربه نمود. اما این سازه دوام مناسبی را از خود نشان داده است. به عنوان دیگر نمونه‌های اجرایی که با بتن توانمند ساخته شده‌اند می‌توان از برج‌های پتروناس کوالالامپور، طاق بزرگ پاریس، مسجد حسن دوم کازابلانکا در مغرب، پل گریت بلت دانمارک و پل صدر نام برد.

کارگاه تخصصی‌شرکت سازه گستر مدحت

سیستم قالب بندی تونلی فرم

آشنایی با سیستم قالب بندی تونلی فرم:

قالب تونلی، سیستم سازه ای است که برای اجرای ساختمانهای بتنی با سیستم باربر دیوار و سقف بتنی مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش ساخت، دیوارها و سقف بطور یکپارچه و همزمان بتن ریزی می شوند. قالب تونلی ضمن بالا بردن سرعت و کیفیت اجرا، عملکرد سازه ای و رفتار لرزه ای، مجموعه سازه را از نظر یکپارچگی اعضا و اتصالات آنها به نحو چشمگیری بهبود می بخشد . بتن ریزی همزمان سقف و دیوار و ایجاد سازه یکپارچه یکی از دلایل اصلی این امر بود .

درحالیکه در اسکلت رایج بتنی، سیستم قاب بتنی خمشی و دیواربرشی است که در آن عناصر باربر قائم، تیرها و ستون‌ها بوده و نقش عمده دیوارهای برشی، بعنوان عنصر مقاوم در برابر بارهای جانبی می باشد. بنابراین، در سیستم قالب تونلی بعلت اتصال مستقیم دال به دیوارها، ماهیت نیروها از حالت گره ای و متمرکز (مانند اسکلت قاب بتنی) بصورت گسترده نمایان می شود و انتقال نیروها و لنگرها درسطح بیشتر صورت گرفته و تمرکز تنش در محل اتصالات،کاهش چشمگیر می یابد. بدین ترتیب خطرات ناشی از تمرکز تنش در گره ها که عموماً علت اصلی تخریب سازه های بتنی در زلزله بوده است، تا حدود زیادی برطرف می گردد.

مزایای اجرای سیستم قالب تونلی فرم:

۱-کاهش ۵۰درصدی زمان نسبت به اسکلت بتنی سنتی

۲-مصرف کمتر میلگرد و آهن آلات در حدود ۳۰ درصد نسبت به پروژه های اسکلت بتنی سنتی

۳-پنل های دارای ابعاد استاندارد و فیلرهای متنوع و اتصال ساده

۴-وزن کمتر سازه نهایی

۵-حداقل امکان ۶۰۰ بار تکرار استفاده از قالب ها بدون نیاز به اورهال

۶-کاهش عملیت نازک کاری به دلیل اجرای درست در مرحله سفت کاری (کاهش ۶۰٪) و امکان گچکاری و رنگ آمیزی

۷-در تونلی فرم همزمان با آرماتوربندی دیوارها و سقف ها بخش عمده ای (حدودا ۷۰درصد) از لوله و قوطی گذاری های برق و غلاف گذاری های تاسیساتی صورت گرفته و در نتیجه عملیات شیارزنی روی سقف و دیوار (مانند ساختمان های بتنی مرسوم) جهت جاگذاری لوله و قوطی برق حذف می گردد. که این خود باعث کاهش زمان و هزینه می شود .

۸-به صرفه بودن قیمت قالب نسبت به هزینه هر متر مسکن

۹-مقاومت در برابر زلزله

۱۰-ابعاد فضاها مثل حال، آشپزخانه، اتاق ها و ... به صورت مربع مستطیل بدون وجود دیوارهای قناس و در نتیجه استفاده مفید از تمام مساحت واحد

۱۱-از آنجایی که دیوارهای بتنی در سازه های بتنی قالب تونلی علاوه بر نقش باربری به عنوان دیوارهای جداکننده اصلی و حتی جدا کننده های داخلی نیز عملکرد دارند لذا دیوار چینی و تیغه بندی ساختمان در حدود ۶۰ درصد تقلیل یافته و به تبع آن در مدت زمان اجرای تیغه ها و هزینه های مربوطه صرفه جویی قابل ملاحضه ای می شود.

۱۲-با توجه به مشخص بودن ست های قالب تونلی فرم، تعیین دوره زمانی دقیق و سیستماتیک عملیات آرماتوربندی، قالب بندی و بتن ریزی وجود دارد و با برنامه ریزی اجرای موازی، تاخیرات زمانی خصوصا در بخش اسکلت به حداقل ممکن می رسد و این روش در مقایسه با عملیات قالب بندی، آرماتوربندی، بتن ریزی، قالب برداری ستون ها، تیرها و سقف‌ها در ساختمان های بتنی معمول بسیار سریعتر است.

۱۳-در این سیستم آرایش آرماتور گذاری و قالب بندی و بتن ریزی با یک الگوی ثابت انجام شده و این امر باعث کاهش زمان اسکلت بندی می شود.

۱۴-امکان تحویل فاز به فاز پروژه به مشتریان در حالتی که هنوز فاز بعدی آغاز نشده است.

۱۵-عدم زائدگی و بیرون زدگی ستون و تیرها در دیوارها و سقف ها و مشکلات فضای پرت

۱۶-با توجه به عبور لوله های برق و تاسیسات در ضخامت دال بتنی، با حذف پوکه ریزی و اجرای بتن سبک سقف ها، کاهش چشمگیری در وزن ساختمان و هزینه تمام شده صورت می گیرد.

مقایسه تونلی فرم با سایر سیستم ها از ابعاد مختلف

-اجرای سفت کاری: در ساختمان ۱۰ طبقه حدودا ٪۷۵ کمتر از اسکلت بتنی

- ماشین آلات: برای ساختمان ۱۰ طبقه حدودا ۱۰ درصد بیشتر از هزینه ماشین آلات اسکلت بتنی

- دستمزد اجرا: ٪۱۱ بیشتر از نوع اسکلت بتنی به دلیل پیچیده تر بودن مراحل کار

- مصرف بتن: تونلی فرم ۳۰درصد بتن بیشتری مصرف می‌کند.

- خواب سرمایه: لازم به ذکر است که خواب سرمایه ناشی از سرعت اجرای سیستم قالب بتنی معمولا ۳ برابر اجرا به روش تونلی است، عامل دیگری برای کاهش هزینه تمام شده

- مقایسه با اسکلت بتنی: با توجه به حجم عملیات مختلف، سیستم قالب تونلی فرم حدودا ٪۱۸ هزینه کمتری نسبت به اسکلت بتنی دارد.

- مصرف بتن: تونلی فرم ۳۰درصد بتن بیشتری مصرف می‌کند.

- خواب سرمایه: لازم به ذکر است که خواب سرمایه ناشی از سرعت اجرای سیستم قالب بتنی معمولا ۳ برابر اجرا به روش تونلی است، عامل دیگری برای کاهش هزینه تمام شده

معیارهای اصلی در طراحی معماری

۱-طراحی سازه دیوارها بر اساس ایجاد امکان خروج قالب‌های سیستم تونلی از اتاق ها (از هر اتاقی که قالب ،داخل آن قرار میگیرد یک بعد آزاد باشد)

۲-آرماتور مصرفی در طراحی سازه: از آنجا که میزان مصرف آرماتورها در این سیستم نسبت به سازه های بتنی معمولی کمتر است استفاده از این سیستم از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می باشد.

۳-دیوار برشی: سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه ای در یک جهت از هشتاد درصد سطح مقطع اسمی جهت دیگر ،کمتر نباشد.

۴-هم زمانی اجرای سقف و دیوار: در سیستم قالب تونلی اتصال دیوارهای داخلی و خارجی سازه ای به سقف باید بصورت هم زمان اجرا شود

۵-زیرزمین: در صورتیکه نیاز به زیرزمین باشد، بهتر است از روش سقف و دیوار جداگانه بتنی در این طبقات استفاده شود ویا درصورت استفاده از قالب تونلی در ساخت زیرزمین، بدلیل فضای مورد نیاز برای حرکت قالب ها، از این فضا جهت توسعه زیرزمین در محوطه استفاده می شود

۶-کولر آبی: بدلیل کاهش حجم رایزرها و بازشوهای سقف، درصورت استفاده از کولر آبی، این تجهیزات در بالکن ها یا فضاهای مشابه در همان طبقه پیش بینی شوند.

۷-فاصله بلوک ها: در صورتیکه بلوکها روبروی هم قرار گیرند، حداقل فاصله بین آنها ۱۷متر وحداکثر متناسب با مسیر حرکت تاورها باشد.

۸-شیب زمین: در صورتیکه تاور بصورت ریلی حرکت نماید، حداکثر شیب زمین می بایست٪۱باشد.

۹-استقرار بلوک ها: استقرار بلوکهای خطی و موازی هم با حداکثر ۵/۱ متر اختلاف پیش آمدگی یا عقب رفتگی در هر ردیف، بدلیل حرکت راحت تر تاورها

مهمترین عوامل موثر در استفاده از سیستم قالب بندی تونلی فرم

عوامل مدیریتی

- سهولت در مدیریت کارگاه
- سهولت در مدیریت منابع انسانی
- سهولت در مدیریت مصالح ساختمانی

رویکرد منظر

- زیبایی
- کارایی (برآورد نیاز ساکنین)
- فرهنگ جامعه

عوامل ایمنی

- افزایش ایمنی کارگران
- مقاومت در برابر اتش سوزی

عوامل زیست محیطی

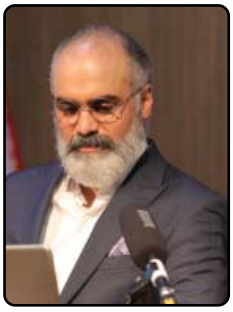
- استفاده بهینه از منابع
- سازگاری با محیط زیست

عوامل اقتصادی

- کاهش هزینه
- کاهش زمان
- افزایش سرعت ساخت
- بلند مرتبه سازی
- کاهش نیروی انسانی
- کاهش مصرف مصالح
- امکان استفاده مجدد از قالب ها
- کاهش عملیات نازک کاری
- کاهش مصرف میلگرد
- قابلیت انبوه سازی
- کاهش زمان برگشت سرمایه
- کاهش ریسک های مالی

عوامل کیفی

- ارتقاء کیفیت
- مقاومت در برابر زلزله
- مدولار بودن فرآیند ساخت
- امکان صنعتی سازی
- دقت اجرا
- افزایش درجه نامعینی سازه
- پیوسته بودن عملیات بتن
- افزایش طول عمر سازه
- سهولت نظارت و کنترل
- یکپارچگی سیستم
- قابلیت استفاده از مصالح پیش ساخته
- عملکرد مطلوب سقف به صورت دیاگرام صلب



خیر مقدم و خوش آمدگویی

موسی کلهری
دبیر همایش

با کمال افتخار و مسرت حضور گرم شما اساتید، صنعتگران، دانشجویان و تمامی دست اندرکاران صنعت بتن را در همایش "بتن و انرژی" خوش آمد و شادباش عرض می‌کنم. همایش‌های سالیانه روز بتن و کنفرانس ملی بتن ایران همواره فرصتی عالی و منحصر به فرد را برای به اشتراک گذاری دانش، تجارب، تحقیقات و ایده های محققان، مهندسان و کارشناسان این حوزه فراهم آورده است. موضوع **"بتن و انرژی"** به دلیل اهمیت زیاد مسئله مهم و چالش برانگیز بحران جهانی انرژی از یک سو و نقش اساسی بتن در ساخت و ساز مدرن و پایدار از سوی دیگر، به عنوان محور اصلی همایش امسال انتخاب گردید. امیدواریم با برنامه های متنوع از جمله سخنرانی های علمی، کارگاه های آموزشی، ارائه ی مقالات تحقیقاتی، جلسات و نمایشگاه تخصصی به پیشرفت و یادگیری راهکارها و نوآوری‌ها در تولید بتن پایا و بهینه سازی مصرف انرژی کمک نماییم.

بتن و انرژی، ارتباط چندگانه ای دارند که از طریق افزایش بهره وری در فرآیندهای تولید، ساخت و بهره برداری می توان به بهبود عملکرد انرژی محیطی و مالی کمک نمود. در این میان تولیدکنندگان سیمان، بتن آماده، افزودنی های شیمیایی و مصالح نوین ساختمانی نقش کلیدی در ساخت و توسعه پروژه‌های عمرانی داشته و به عنوان پل های بنیادی و مهم ترین عوامل در تحول صنعت ساختمان محسوب می شود.

رجاءواثق داریم با کمک و همکاری یکدیگر در دنیای امروز که با چالش های بزرگی همچون تغییرات اقلیمی و بحران آب و انرژی روبرو هستیم، تعهد خود را نسبت به بهره وری انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، کاهش اثرات منفی زیست محیطی، تولید بتن بادوام و سازه های پایدارتر، ادامه دهیم. انجمن بتن ایران به نقش بسیار مهم تمامی شرکت کنندگان به عنوان پایه اصلی این رویداد بزرگ علمی واقف بوده و از حمایت و مشارکت شما کمال تشکر و امتنان را دارد. امید است برنامه‌ها و فرصت های پیش بینی شده در این همایش مفید و الهام بخش باشد.

خیر مقدم رییس هیات مدیره انجمن بتن ایران

محمد شکرچی زاده
رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران

در جهان صنعتی و فراصنعتی امروز انرژی یکی از مسائل مهم و کلیدی محسوب می شود و مدیریت صحیح انرژی به عنوان یکی از مولفه های مهم حکمرانی به حساب می آید. کشور ما از لحاظ حجم منابع انرژی تجدید ناپذیر شامل نفت و گاز جزو کشورهای نخست جهان است ولی متاسفانه در حوزه مدیریت و بهره برداری صحیح تا نقطه مطلوب بسیار فاصله دارد و گفته شود چنانچه اقدامات عاجل و موثر در سطوح مختلف انجام نپذیرد در سالهای آتی کشور با بحرانهای جدی روبرو می شود که آثار اولیه آن در سالهای اخیر دیده شده است.

صنعت سیمان و بتن در زمره صنایع با مصرف انرژی زیاد قرار دارد. برای تولید هر تن سیمان به طور متوسط در جهان ۵۰۰۰ مگاژول انرژی مصرف می شود و نود درصد انرژی مصرفی برای تولید بتن مربوط به سیمان است. در جهان امروز برای مدیریت مصرف انرژی در صنعت سیمان و بتن اقدامات زیادی انجام داده اند که بسیاری از آن روشها در کشور ما قابل پیاده نمودن است. نامگذاری روز بتن در سال جاری توسط انجمن بتن ایران با عنوان "بتن و انرژی" با این هدف انجام شده است.

امید است با طرح موضوعات مرتبط توسط صاحب نظران و ارائه تجربیات اجرا شده در کشور بتوان به راهکار مناسب رسید.

افزایش نرخ تولید و سرعت ساخت همراه با بکارگیری فناوری های نوین

دکتر جواهری
گروه سرمایه گذاری مسکن

بیست و یکمین همایش روزبتن و پانزدهمین کنفرانس ملی بتن درتاریخ ۱۵ الی ۱۷ مهرماه ۱۴۰۲ در محل مرکز تحقیقات راه ،مسکن و شهرسازی برگزار گردید و شرکت گروه سرمایه گذاری مسکن به عنوان یکی از برگزار کنندگان و حامیان این همایش تخصصی حضور داشت. در روز دوم این همایش، مدیر عامل شرکت،دکتر جواهری تفتی به عنوان یکی از سخنرانان اصلی، سخنرانی خود را ایراد کردند، ایشان ضمن تشکر از انجمن علمی بتن و فعالیتهای مستمر چندین ساله در صنعت بتن کشور و ارتقا دانش فنی و تکنولوژی بتن در کشور، از تشکیل کمیته های تخصصی در آن انجمن قدردانی کردند و پیشنهاد تشکیل کمیته تخصصی سازه های کامپوزیت را نیز بعنوان یکی دیگر از کمیته های تخصصی انجمن بتن ارایه نمودند.

ایشان همچنین در ادامه سخنرانی خود از اهداف و چشم انداز شرکت گروه سرمایه گذاری مسکن در راستای افزایش نرخ تولید و سرعت ساخت همراه با بکارگیری فناوری های نوین اشاره کردند و از راه اندازی مرکز تحقیقات و توسعه فناوری گروه در ساختارسازمانی جدید ونیز طراحی و ساخت سازه CFT پروژه جمهوری کرمان بعنوان یک فناوری نوین و قابل توسعه در شرکت خبر دادند و درمقابل نقش صنعت ،نهادهای قانونگذار و تامین کنندگان تکنولوژی های نوین را در راستای صنعتی سازی در مقیاس انبوه، مهم و ارزشمند دانستند.

چیدمانا، سیستم بتن پیش ساخته آپتوس(APS)

شهریار ظهوری

زلزله اخیر در ورزقان آذربایجان شرقی و همین طور امکانات و تمهیداتی که در این گونه موارد بحرانی به طور معمول در کشور ارائه می شود که بیشتر ساماندهی زلزله زدگان از طریق کانکس یا مواردی مشابه هست؛ ضرورت چاره جویی برای این موقعیت ها با توجه به زلزله خیز بودن اکثر مناطق ایران را بیش از پیش به مجموعه آپتوس یادآور شد.

از سوی دیگر ایران ازنظر نرخ تولید و ذخایر بتن نهمین کشور در جهان و به نسبت جمعیت دومین کشور در جهان است؛ پس به طورقطع می توان از این ظرفیت در این راه استفاده کرد. همچنین با توجه به معضلات مسکن در کشور و چالش های روزافزون ازجمله کمبود بیش از ۴ میلیون واحد مسکونی باید به دنبال راه چاره بود؛ ضمن اینکه ساخت‌وساز تا دوطبقه در

کشور حدود ۶۰ درصد بیشتر از ساخت‌وسازهای بلندمرتبه است.

با توجه به این واقعیت ها، آپتوس به فکر تولید سیستم پیش‌ساخته بتنی افتاد که بتواند چاره‌اندیشی بنیادی در جهت حل این مسائل باشد. در راستای تحقق این هدف آپتوس برای طراحی معماری این محصول به سراغ شرکت رفت و بعد از همکاری این دو مجموعه نهایتاً چیدمانا، سیستم بتن پیش ساخته آپتوس (APS) تولید شد.

چیدمانا سیستمی پیش‌ساخته شامل ۲۱ تیپ مدول و یک نوع مدول پی است که می‌توان با آن به‌آسانی معماری کرد، چراکه قوانین معماری کردن با چیدمانا و منطق طراحی آن بسیار ساده هستند. قواعد معماری با چیدمانا به دلیل مدولار بودن آن با ضریبی از فاصله ۱۲۰ سانتیمتر صورت می‌گیرد؛ که انواع اتصالات طولی را ممکن می‌کند، چیدمانا تا دوطبقه امکان ساخت دارد و تا ۲۴۰ سانتیمتر قابلیت کنسول دارد. همچنین امکان اتصال عرضی و چرخش ۹۰ درجه قطعات در طبقه بالایی وجود دارد. با همین چند قانون ساده به‌راحتی می‌توان با چیدمانا فضا خلق کرد. همچنین مسیرهایی جهت عبور لوله‌کشی و سیم‌کشی های تاسیساتی در راستای طولی، عرضی و در ارتفاع مدول‌ها تعریف‌شده‌اند که به فراخور نیازهای معماری پروژه قابل استفاده هستند.

از دیگر مزایای این سیستم می‌توان به سرعت و دقت در ساخت، امکان استفاده مجدد، عدم نیاز به نیروی متخصص، سازگاری اقلیمی و حداقل نیاز به تکنولوژی اشاره کرد.

این محصول دارای تاییدیه فنی از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است و کیفیت عملکردی، سازه‌ای، انرژی، آکوستیک و مقاومت در برابر آتش در این سیستم مورد تائید این مرکز قرار گرفته است.

بدین ترتیب با این سیستم می‌توان انواع کاربری‌ها و فضاها را تامین کرد. ازجمله بناهای ویلایی و مسکونی، بناهایی با کاربرد کوتاه‌مدت ازجمله کارگاه‌های ساختمانی، مجتمع‌های تجاری و اداری و...

چیدمانا یک راه‌حل ایرانی برای ساخت بنا و تامین انواع فضاهاست. در چشم‌انداز توسعه چیدمانا بر آنیم که بتوانیم دانش فنی و مجوز بهره‌برداری از این محصول را از طریق شعب مختلف در کشور گسترش دهیم. با نظارت بر روند صحیح توسعه و ساخت محصول، از طریق مراجع حاکمیتی و با دعوت به همکاری از همه سازندگان کشور و همچنین انجام حمایت‌های لازم از چیدمانا به‌عنوان یک محصول دانش‌بنیان، می‌توان به این اهداف دست‌یافت.

رونمایی از مجموعه راهنمای جامع بتن ساز (واژه نامه بتن)

هرمز فامیلی

از بدو تاسیس انجمن بتن ایران تاکنون که حدود بیست سال می گذرد پیشرفتهای شگرفی در زمینه علمی و صنعت بتن در کشور صورت گرفته است در آن زمان تعداد مقالات کمی در زمینه های عملی بتن وجود داشت ولی امروزه مقالات متعددی از طرف پژوهشگران و دانشجویان مهندسی عمران در مجلات علمی بین المللی و داخلی به چاپ رسیده و منتشر می گردد. کتب متعددی نیز در زمینه بتن توسط اساتید و کارشناسان کشور به چاپ رسیده است و در دسترس می باشد. نتیجه کلیه این فعالیتها به صورت گزارش، مقاله، کتاب به صورت پراکنده منتشر و به چاپ می رسد.

انجمن بتن ایران بر آن شد این انتشارات پراکنده را در قالب مجموعه ای به نام **راهنمای جامع بتن ساز** گردآوری نماید و در اختیار علاقمندان قرار دهد. این فعالیت در قالب تشکیل کمیته های علمی تخصصی مربوط به بتن شکل گرفته است و نظرات و مطالب تخصصی بتن در این کمیته ها مورد بررسی قرار می‌گیرد و گزارشی در هر زمینه تخصصی بتن ارائه خواهد شد تا در مجموعه **راهنمای جامع بتن ساز** گنجانده شود تاکنون دوازده کمیته علمی تخصصی تشکیل گردیده و آغاز فعالت نموده اند. این کمیته ها عبارتند از :

کمیته وازگان سیمان و بتن، بتن آماده و قطعات پیش ساخته، سیمان و مواد جایگزین، سنگدانه ها، مسلح کننده های بتن، مواد شیمیایی صنعت ساختمان، کنترل کیفیت و استانداردها، ماشین آلات وتجهیزات بتن، تعمیر تقویت ونگهداری بتن، دوام بتن، و بتن در معماری. در اینجا لازم میدانم از کلیه متخصصین وکارشناسات صاحبنظر دعوت شود تا باعضویت پیوسته یا وابسته در فعالیت کمیته های یاد شده شرکت فرمایند و یا چنانچه علاقمند به تشکیل کمیته جدیدی از خواص بتن باشند با انجمن تماس حاصل نمایند تا کمیته مورد درخواست طبق مقررات انجمن تشکیل گردد

آنچه از نظر می گذرد گزارش **کمیته واژگان سیمان و بتن** به شماره ۱۰۰-۰ از مجموعه **راهنمای جامع بتن ساز** می باشد . امید است این گزارش به دسترسی آسانتر دانشجویان و

پژوهشگران به منابع غنی علمی در زمینه بتن که به زبان انگلیسی در سطح دنیا وجود دارد کمک نماید و در راستای اهداف انجمن بتن ایران که همانا توسعه و گسترش دانش بتن در کشور می باشد قرار گیرد.

تعداد معدودی از گزارش کمیته وازگان سیمان وبتن به چاپ رسیده که دراختیار متخصصان وعلاقمند قرار می گیرد . متن کامل این گزارش در سایت انجمن بتن ایران قرار داده خواهد شد. از صاحبنظران ارجمند درخواست می گردد نظرات اصلاحی خود را در ظرف یک ماه آینده در اختیار انجمن قرار دهند تا در چاپ بعدی این نشریه مورد توجه قرار گیرد .

لازم است از حمایت ارزشمند شرکت البرز شیمی آسیا که در چاپ و انتشار این نشریه همکاری صمیمانه و نزدیک داشته است تشکر و قدردانی گردد.

کارگاه شرکت البرز شیمی ساختمان موضوع: نقش افزودنیهای شیمیایی در مدیریت مصرف انرژی در صنعت بتن

ارائه دهنده: کامبیر جانمیان

در این کارگاه که به صورت تعاملی و همراه با پرسیدن سوالاتی از حاضرین به جهت همراه کردن آنها در بحث برگزار شد؛ بحث مدیریت مصرف انرژی در صنعت بتن در چهار بخش بررسی شد:

■ مدیریت مصرف انرژی با اصلاح طرح اختلاط بتن و مصرف روان کننده ها: در این بخش، با توجه به انرژی مصرفی هر یک از مواد تشکیل دهنده بتن، راهکارهای زیر برای کاهش مصرف انرژی پیشنهاد شد:

- کاهش مصرف آب در طرح اختلاط بتن با مصرف فوق روان کننده ها

- کاهش مصرف سیمان با کاهش مصرف آب برای بدست آوردن یک مشخصات ثابت

- جایگزینی بخشی از سیمان با مواد پوزولانی

با توجه به موارد فوق، آنالیز مصرف انرژی برای دو بتن سنتی و مدرن که در بتن مدرن درواقع توصیه های فوق رعایت شده است؛ مقایسه شد. نتیجه این بود که با اصلاح طرح اختلاط، می توانیم شاهد کاهش حدود ۲۲۰ مگا ژول انرژی بازای هر متر مکعب بتن باشیم.

■ دوام بتن و انرژی: در این بخش، تاثیر بحث دوام بتن در مصرف انرژی در این صنعت بررسی شد. بدین ترتیب که بر اساس استاندارد EN۲۰۶-۱ اروپا، یک سازه که در معرض یونهای کلراید و سولفات قرار داشت برای دوام ۲۰ و ۵۰ و ۱۰۰ سال طراحی شد و مشخصات بتن مورد نظر طبق استاندارد اروپایی بدست آمد. سپس میزان مصرف انرژی برای هر سه بتن محاسبه شد و با در نظر گرفتن بحث دوام، نتیجه گرفتیم که میزان مصرف انرژی سازه با دوام ۲۰ سال بیش از ۴ برابر سازه با دوام ۱۰۰ سال است و میزان مصرف انرژی سازه با دوام ۵۰ سال حدود دو برابر سازه با دوام ۱۰۰ سال می باشد.

■ بتن سبک سازه ای و غیر سازه ای و مدیریت مصرف انرژی: در این بخش، ابتدا بتن سبک سازه ای و غیر سازه ای و روشهای تولید آنها به طور مختصر توضیح داده شد. پس از آن، ضریب انتقال حرارت انواع مصالح ساختمانی بررسی شد. در این قسمت نتیجه گرفتیم که بتن سبک غیر سازه ای کمترین ضریب انتقال حرارت را در میان همه مصالح ساختمانی دارد. برای نتیجه گیری بهتر، سازه ای در شرایط آب و هوایی سردسیر یا گرمسیر که اختلاف درجه حرارت بیرون و درون ساختمان زیاد باشد؛ در نظر گرفته شد. میزان هدر رفت انرژی در ۲۴ ساعت، یکبار برای سازه ای که با مصالح معمول ساخته شده باشد محاسبه شد و بار دیگر هدر رفت انرژی برای همین ساختمان، با فرض استفاده از مصالح عایق تر مثل بتن سبک سازه ای و غیر سازه ای و شیشه دو جداره و غیره محاسبه شد. نهایتا نتیجه گرفتیم که استفاده از مصالح عایق تر مثل بتن سبک سازه ای و غیر سازه ای باعث صرفه جویی ۳۸۰ کیلو وات ساعت انرژی در شبانه روز فقط برای یک آپارتمان می شود.

■ سیمان LC۳ و جایگزینی متاکائولن: در این بخش ابتدا راجع به تاریخچه سیمان LC۳ و جایگزینی متاکائولن صحبت شد و اینکه این موضوع در حال حاضر بحث روز کشورهای اروپایی می باشد و در طول بیست سال آینده همه کشورها باید به کاهش گازکربنیک توجه ویژه ای داشته باشند. پس از بررسی مزایا و ویژگیهای بتن ساخته شده با سیمان LC۳ به چالش اصلی موجود در این زمینه پرداختیم که افزایش نیاز بتن به آب در اثر افزایش جایگزینی متاکائولن می باشد. این موضوع طبیعتا باعث افزایش میزان مصرف فوق روان کننده پلی کربوکسیلاتی در بتن می شود. سپس به این موضوع پرداختیم که بحث روز فناوری تولید فوق روان کننده ها، تولید کربوکسیلاتهایی است که کمترین میزان افزایش دز را در بتنهای حاوی متاکائولن داشته باشند و اینکه شرکت البرز شیمی آسیا در حال حاضرخوشبختانه توان تولید این محصولات را مطابق با فناوری روز دنیا دارد.

کارگاه شرکت فناوری مصالح نوین ایرانیان موضوع: نقش ملات خشک های صنعتی در اقتصاد ساخت و ساز

شرکت فناوری مصالح نوین ایرانیان (تامیکس) با همکاری بنیاد بتن ایران و با حمایت باشگاه سازندگان و تولید کنندگان در پانزدهمین کنفرانس ملی بتن و بیست و یکمین همایش روز بتن حضور به عمل آورد. در این رویداد که از تاریخ ۱۵ الی ۱۷ مهرماه ۱۴۰۲ در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و زیر نظر انجمن بتن ایران برگزار شد مجموعه‌ای از تولیدات و دستاوردهای هلدینگ بنیاد بتن ایران اعم از محصولات شرکت فناوری مصالح نوین ایرانیان (تامیکس) در کارخانه ملات خشک سمنان، بنیاد بتن جنوب شرق، بنیاد بتن آذر عمران غرب و... به نمایش درآمد. ضمناً شرکت فناوری مصالح نوین ایرانیان در روز دوم این همایش و در تاریخ ۱۶ مهر ماه، کارگاهی با عنوان «نقش ملات‌های خشک صنعتی در اقتصاد ساخت و ساز» را ارائه نمود که در این کارگاه دو ساعته ابتدا مهندس شریفی (رئیس هیئت مدیره) به تعاریف ملات‌های خشک صنعتی و مقایسه این ملات‌ها با ملات‌های سنتی مورد استفاده در صنعت ساختمان پرداخت. سپس مهندس عمید (مدیر کنترل کیفی و آزمایشگاه کارخانه) به مباحث فنی در مورد تکنولوژی افزودنی‌های بتن و انواع آنها اشاره نمود و پس از آن، جناب آقای دکتر افتخار (مدیریت فنی مهندسی بنیاد بتن ایران) پاسخگوی سوالات حاضرین در مورد مباحث مطرح شده بود. در خاتمه مهندس مهربان مدیرعامل باشگاه سازندگان و تولید کنندگان ساختمان به عنوان حامی کارگاه مربوطه به نقش استفاده از ملات خشک صنعتی در ساختمان و اهمیت گسترش و شناخت بیشتر این محصولات اشاره نمود.

کارگاه شرکت رزین بتن برتر موضوع: انرژی و پارادایم دوام

(بخش اول)

علی حبیب اللهی

"تازمانی که نگاه خود را به چیزها تغییر ندهید، چیزهایی که به آنها نگاه می کنید تغییر نمی کنند" *WAYNE DYER*

نسبت ما با انرژی چیست؟ جایگاه انرژی کجاست؟ چرا اصولا برای کشوری مثل ایران که بر دریایی از نفت و به ویژه گاز شناور است نیاز است ما وارد مباحثات و محاسبات انرژی شویم؟ در گزارش خانم برونتلند - نخست وزیر اسبق نروژ- با عنوان " آینده ی مشترک ما" - که مرجع توسعه پایدار محسوب می گردد - چرا ۴۳۴ مرتبه کلمه انرژی تکرار شده است؟ متناسب با این جایگاه در صنایع سیمان و بتن چه راهکارهایی توصیه و اندیشیده شده است؟

با توجه به گستردگی و مقبولیت، شاید یکی از بهترین نقاط ورود به این موضوع، بحث "دوام" باشد.

مبانی تئوریک "دوام" یا چرا "دوام" اهمیت یافت؟

امروزه دوام - Durability - فصل مشترک تمام فعالیتهای ما، در بخش ساختمان محسوب می شود. در کلیه مراحل طراحی و اجرا و همچنین انتخاب و کاربرد مواد و مصالح، هدف ما رسیدن به "دوام" بیشتر محصول نهایی یا همان "سازه" است. با تعریف امروزین و آیین نامه ای دوام، دوام یک هدف مدرن محسوب می شود که در گذشته چنین نگاهی به آن وجود نداشت. مطابق آیین نامه ها از جمله ACI و آبا، سه مولفه اصلی در شناسایی دوام عبارتند از: یک؛ سازه در محیط اصلی خودش باشد. با این معیار به عنوان مثال ستونی از تخت جمشید که در موزه ایران باستان نگهداری می شود هرچند نسبت به سازه های هم عصر خودش ماندگار بوده است اما با دوام نیست. دوم؛ کیفیت و شکل خودش را بدون نیاز به تعمیر حفظ کرده باشد. لذا سازه هایی که با تعمیرات سنگین نگهداری می شوند از حوزه ی دوام خارجند و سوم؛ به خدمت یا سرویسی که برای آن تعریف شده اند ادامه دهند.

۶-۳ پایایی بتن

۶-۳-۱ کلیات

آبا - تجدیدنظر اول

پایایی بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به مقاومت آن در برابر عوامل جوی، حملات شیمیایی، سایش و فرسایش و فرآیندهای تخریبی دیگر گفته می‌شود. بتن پایا در شرایط محیطی مورد نظر، شکل، کیفیت و قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ می‌کند.

برخی دلایلی که به جای مفاهیمی منفرد نظیر اسلامپ و مقاومت فشاری، " دوام " به عنوان معیار جایگزین مطرح شد را به صورت ذیل می توان صورت بندی کرد:

۱- هزینه

۱.۱-هزینه های ساخت

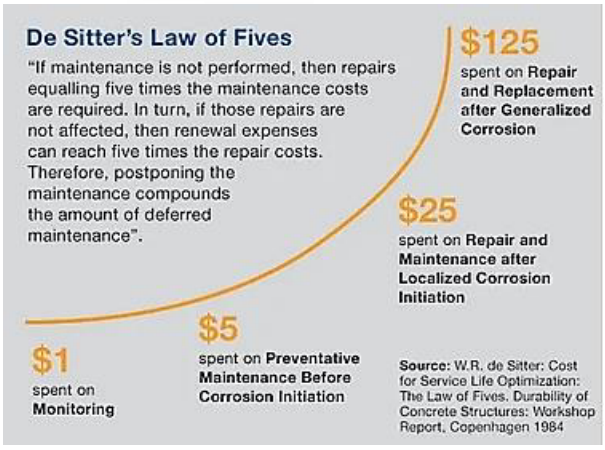
بر اساس آمار موسسه بروکینگز 1 ، در سال ۲۰۱۸، تقریبا سالی ۴۰۰ میلیارد دلار توسط دولت فدرال برای زیرساختهای آمریکا هزینه می شد که بر اساس توصیه انجمن مهندسین عمران آمریکا (ASCE) این سرمایه گذاری باید به حدود دو برابر - تا سالی ۸۰۰ میلیارد دلار- می رسید که تا سال ۲۰۲۵ نرخ خدمات زیرساختی ثابت بماند. علاوه بر این هزینه های

مستقیم، به تدریج تاثیرات هزینه های غیرمستقیم نیز مطرح شد. تولید حداقل هفت درصد گاز کربن دی اکسید ناشی از فعالیتهای انسانی به صنایع سیمان نسبت داده می شود. تفاوت عمده ی صنایع سیمان با سایر صنایع آن است که بیش از پنجاه درصد انتشار CO_2 در آن وابسته به مصرف انرژی نیست، بلکه از واکنش شیمیایی تولید سیمان حاصل می شود و راه حلی جز کاهش تولید سیمان یا استفاده از مواد جایگزین ندارد:

$$CaCo_3 \xrightarrow{\Delta} Cao + Co_2$$

۲.۱-هزینه های تعمیر

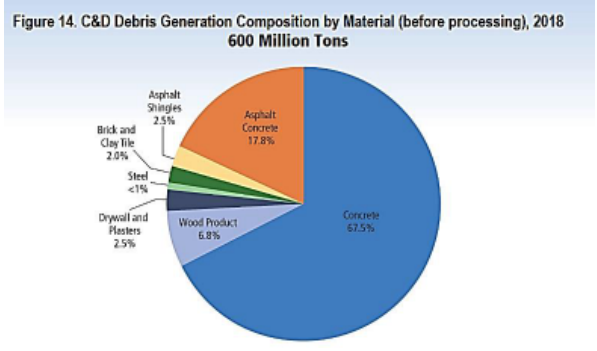
در سال ۱۹۸۴ در کنفرانس RILEM، رینولد دی سیتر، مهندس هلندی، با اعلام قاعده ای که بعدها به قاعده " پنج برابری سیتر" یا " قانون پنج " معروف شد اعلام کرد هزینه های تعمیر با ضریب ۵ و به صورت نمایی بالا می رود. در گزارش وزارت راه آمریکا در ۲۰۱۸ اشاره شده است که از ۶۱۶،۰۸۷ دهنه پل موجود در آمریکا، ۲۳۵،۰۲۰ دهنه از این پل‌ها - ۳۸ درصد - نیاز به تعمیر دارند که ۱۷۱ میلیارد دلار هزینه ی تعمیرات معوق و حدود سالیانه ۲۰ میلیارد دلار هزینه ی جاری برای تعمیرات آنها برآورد می گردد. لذا با توجه به تعریف دوام تا "قبل از نیاز به تعمیر"، هر چه دوره ی دوام سازه بیشتر باشد هزینه های تعمیر با ضریب ۵ کاهش می یابد.



شماتیک منحنی قانون هزینه های تعمیر "دی سیتر

۳-۱ -هزینه های تخریب

فعالیتهای تخریب یک سازه می توانند مقادیر زیادی غبار و ذرات آلوده کننده ایجاد کنند و باعث آلودگی هوا و مشکلات تنفسی گردند.این فعالیتها همچنین می توانند آلودگی های صوتی ایجاد کنند که مخل زندگی ساکنین اطراف و حیات وحش آن ناحیه است. در فعالیتهای تخریبی معمولا از ماشین آلات سنگین به طور طولانی مدت استفاده می شود که مصرف انرژی بالا و انتشار حجم عظیمی گازهای گلخانه ای دارند.اما مهمترین مشکل در تخریب مسئله ضایعات و نخاله های ناشی از تخریب است.



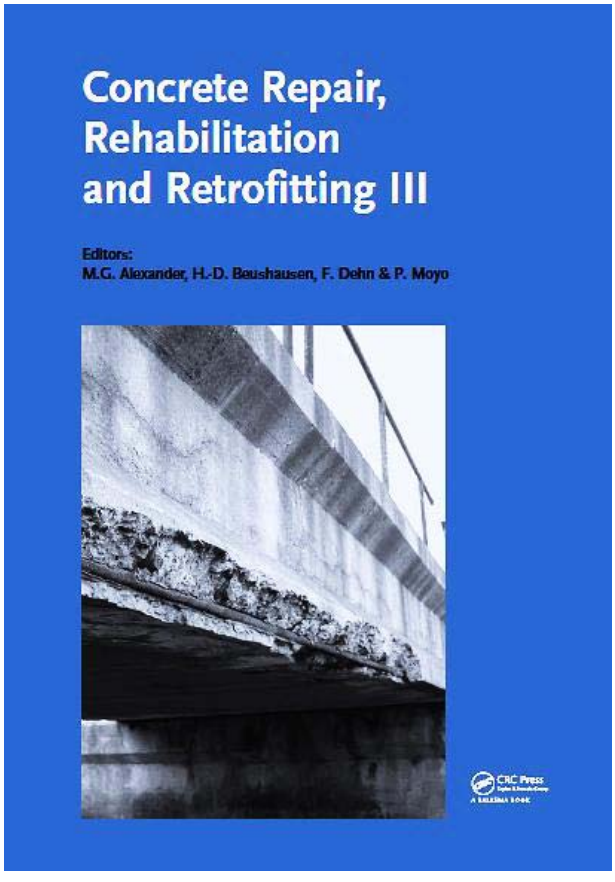


Table 6. C&D Debris Generation by Material and Activity, 2018 (in millions of tons)

	Waste During Construction	Demolition Debris	Total C&D Debris
Concrete	24.2	381.0	405.2
Wood Products[7]	3.4	37.4	40.8
Drywall and Plasters	3.9	11.3	15.2
Steel[8]	0	4.7	4.7
Brick and Clay Tile	0.3	12.0	12.3
Asphalt Shingles	1.2	13.9	15.1
Asphalt Concrete	0	107.0	107.0
Total	33.0	567.3	600.3

طبق آمار سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا(EPA) از ۶۰۰ میلیون تن نخاله ی تولید شده در سال ۲۰۱۸ درآمریکا، ۴۰۵ میلیون تن - ۶۷.۵ درصد - آن ناشی از بتن بوده است:

به دلیل تبعات و مشکلات سنگین تخریب برخی استراتژیهای کاهش اثرات تحریب ایجاد شده اند نظیر: بازیافت، تخریب سلکتیو یا دیس اسمبلینگ یا دیکانستراکشن، دیزاین فور دیکانستراکشن از ابتدا و سیستم بسته ی مواد که جزییات زیادی دارند و باید هر کدام جداگانه بحث شوند، اما همه ی اینها هم هزینه بر هستند و لذا دوام بهترین انتخاب است.

Table 8. C&D Debris Management by Material and Destination, 2018 (in millions of tons)

Material Type in C&D Debris	Landfill	Beneficial Use: Composted and Mulch	Beneficial Use: Manufactured Products	Beneficial Use: Aggregate, Other	Beneficial Use: Feed	Beneficial Use: Soil Amendment	Total Non-Use
Concrete	71.2	0	32.8	901.2	0	0	994.0
Wood	29.6	2.5	1.2	0	7.5	0	11.2
Gypsum Drywall	13.2	0	.2	0	0	1.9	2.1
Metal	1.1	0	3.6	0	0	0	3.6
Brick and Clay Tile	10.8	0	0	1.5	0	0	1.5
Asphalt Shingles	13.0	0	2.0	.1	.02	0	2.1
Asphalt Concrete	4.9	0	91.8	10.3	0	0	102.1
TOTAL	143.8	2.5	131.6	913.1	7.5	1.9	456.6

-RECYCLING

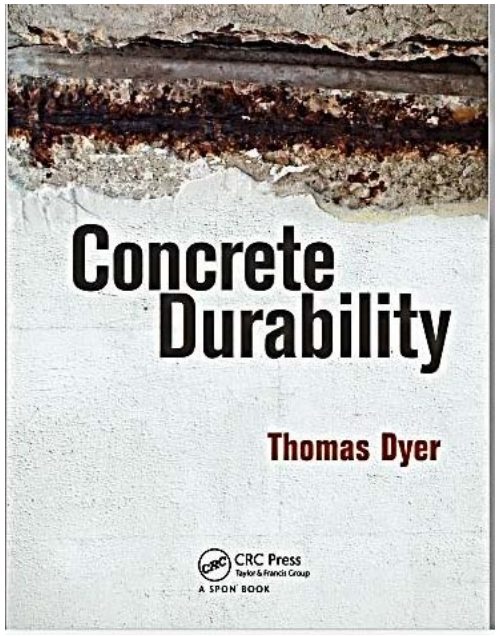
-DECONSTRUCTION (SELECTIVE DEMOLITION)

-DFD (DESIGN FOR DECONSTRUCTION)

-CMOSED CYCLE CONSTRUCTION

۲.روح جامعه یا احساسات گرایی؟

- علاوه بر مقالات متعدد -" **تامس دایر**" در کتاب " **دوام بتن** " خود، از زاویه ای دیگر بر موضوع دوام تاکید می کند. او می گوید هر سازه پس از ساخته شدن تبدیل به بخشی از روح آن جامعه - Collective Conscience - می‌گردد و دیگر تخریب آن به آسانی و بدون تبعات اجتماعی ممکن نیست. او البته می‌گوید منتقدین معتقدند این نوع نگاه به سازه ها نوعی احساسات گرایی - Sentimentalism - افراطی است اما پاسخ آن است که تمام آموزشهای ما در مراجع آکادمیک به مهندسین معمار، عمران و طراحان و دست اندرکاران سازه ها بر این مبنا قرار دارد کسی نمره کامل را دریافت می کند که اثرش بخشی از آن جامعه شود و این خود تاکیدی بر آن است که دوام در تمام آموزشهای ما جاری و ساری است.



از ۴۰۰ میلیون تن نخاله بتنی در آمریکا، ۳۰۰ میلیون تن آن تبدیل به سنگدانه برای استفاده مجدد می گردد

میراث بتنی در ایران

یکی از تبعات مستقیم این دیدگاه آن است که هر سازه ی بتنی، بالقوه می تواند بخشی از میراث فرهنگی جامعه خود باشد. در حال حاضر برنامه های متعددی برای شناسایی و حفظ میراث بتنی معاصر در کشورهای مختلف اجرا می شود. از جمله این برنامه ها می توان به CONESECH۲۰، REDMONEST، INNOVACONCRETE و سایر برنامه های مشابه اشاره کرد که سعی در حفظ سازه هایی دارند که مردم را "**گردهم**" می‌آورند و " ارتباطات یک جامعه را تقویت می کنند".

در ایران نیز با توجه به تلاشهای مهندسین و طراحان طی سالهای گذشته می توان سازه های زیادی را به عنوان کاندید میراث بتنی دانست و شاید تشکیل کمیته ای در انجمن بتن ایران متشکل از صاحب نظران و متخصصین بتواند قدم موثری در این راستا باشد.

اما مسائل به این سادگی پیش نرفت.

به نظر می رسید با رعایت و حصول " دوام "، دیگر مشکلی نباید داشته باشیم. لکن به تدریج مشخص شد ته تنها مشکلات کم نشدند بلکه صنایع سیمان و بتن زیر ضرب اتهامات سنگین و گسترده ای قرار گرفتند: هفت درصد گاز گلخانه ای CO_2 به این صنایع نسبت داده شد. مصرف بیش از ده میلیارد تن سنگدانه که از طبیعت استخراج می شدند و بیش از یک تریلیون لیتر آب شیرین کمیاب از دیگر اتهامات این صنایع بودند. از این صنایع خواسته شد نه تنها پاسخگو باشند بلکه راهکارهای عملی برای مشکلات ایجاد شده محیط زیستی ارائه دهند.

کارگاه مهندسین مشاور راه ور ایران
موضوع: روسازی مرکب(Wet on Wet)

ارائه دهنده: پرهام حیاتی

تعریف رایج روسازی های مرکب کاربرد توامان رویه های بتنی و آسفالتی در ساختار روسازی است. به طور معمول کاربرد لایه آسفالت گرم با ضخامت کم، آسفالت متخلخل، آسفالت ماستیک درشت دانه (SMA)، آسفالت اصلاح شده با پلیمر (PMA) بر روی رویه بتنی روش جاری رویه های مرکب است. روسازی بتنی زیرین، ظرفیت بارپذیری را برای سیستم روسازی مرکب فراهم می کند در حالی که لایه آسفالتی برای تامین ویژگی های بهره برداری مورد نیاز شامل همواری، اصطکاک، کاهش آلودگی صوتی طراحی می گردد. در ایران نیز این نوع روسازی در بخشی از آزادراه تهران - شمال (منطقه ۱) به دلیل تامین الزامات دوامی روسازی و ایمنی بهره برداری با کاربرد آسفالت توپکا پلیمری و SMA بر روی روسازی بتنی JPCP اجرا شده است. همچنین اجرای لایه توپکا با ضخامت ۴ سانتی متر بر روی روسازی بتنی غلتکی (RCCP) با هدف تامین اصطکاک و سرعت طرح نیز از انواع رایج این نوع روسازی ها می باشد.

روسازی مرکب شامل کاربرد روسازی های بتنی با خواص و طرح اختلاط متفاوت است و پروژه های مطالعاتی و اجرایی متعددی در کشورهای مختلف انجام گرفته است. کشورهای اروپایی آلمان، اتریش، بلژیک، هلند و فرانسه به طور منظم از دهه ۱۹۸۰ از این نوع روسازی استفاده کرده اند. تحقیقات اروپایی مربوط به روسازی های بتنی دو لایه شامل تکنیک های ساخت و ساز و استفاده از مواد بازیافتی مانند سنگدانه های بتن بازیافتی در لایه زیرین بوده است. یک استراتژی خاص در بافت‌سازی که اغلب با PCC دو لایه در اروپا انجام می‌شود، بافت بتن اکسپوز سنگدانه (EAC) است که یک سطح بتن مضرس شده اجرا می گردد که سنگدانه‌ها را در سطح روسازی نمایان می‌کند که از نظر دوام، ایمنی و کاهش آلودگی صدا نسبت به بافت های تولید شده با روش های بافت معمولی مناسب تر است. پروژه های کاربردی ایالات متحده (آزادراه دیترویت ۱۹۹۳) اگرچه به تعداد پروژه های اروپایی نیست اما به نتایج مفیدی منجر شده است. ابتکارات اخیر روسازی های بتنی مرکب را مدنظر قرارداده است و منجر به توسعه بخش های آزمایشی PCC دو لایه در کانزاس در بزرگراه ۷۰-I در نزدیکی Abilene در سپتامبر ۲۰۰۸ شده است. در سال ۲۰۱۴ نیز FHWA با همکاری AASHTO پروژه R۲۱ SHRP۲ را برای تامین مالی برنامه کمک به اجرای (IAP) SHRP۲ انتخاب و در یک دوره ۴ ساله فعالیت های مرتبط با این هدف را انجام و بینش بیشتری را در مورد جنبه‌های مختلف سیستم‌های روسازی مرکب، از منظرکاربرد و انتخاب کلی آن ها تا مرحله طراحی، ساخت و عملکرد بهبود یافته‌شان به دست آورد.

سیستم های روسازی مرکب مزایای بالقوه ای از قبیل پایداری(حفظ منابع)، صرفه جویی اقتصادی و مزایای زیست محیطی، افزایش عمر مفید، تامین الزامات اصطکاکی و کاهش آلودگی صوتی را ارائه می دهد. ملاحظاتی از قبیل مصالح موجود، نیازهای عملیات نگهداری/تعمیر، عملکرد طولانی مدت روسازی (عمر طراحی / بهره برداری)، هزینه ساخت اولیه و کل عمر خدمت دهی روسازی و تقاضای زیرساخت و احداث در انتخاب سیستم های روسازی مرکب PCC/PCC موثر است.

روسازی مرکب Wet on Wet در دو لایه بتنی با ضخامت، طرح اختلاط و مواد جایگزین سیمان و مصالح سنگی متفاوت تشکیل و اجرا می شود. اجرای این نوع روسازی نیازمند دو بچینگ پلانت (بچینگ پلانت خالص)، دو پخش کننده، دو فینیشر قالب لغزان و افزایش نیروی اجرایی و نیازمند هماهنگی مناسب در پروسه تامین، تولید، حمل و اجرا می باشد. لایه بتنی بالایی (top lift) در محدوده ضخامتی ۴ تا ۸ سانتی متر با کاربرد مصالح سنگی با کیفیت خوب با الزام تامین اصطکاک سطحی، پایایی بتن در برابر شرایط محیطی یخ زدن - آب شدن و مواد یخ زدا و لایه بتنی پایینی با تامین استقامت و کاهش میزان سیمان با استفاده از مواد جایگزین سیمانی (SCMs) و مصالح جایگزین مانند خرده آسفالت (RAP)، مصالح بازیافتی بتنی (RCA)، محصولات فرعی کارخانجات و صنعت و به طور کلی کاربرد بتن سبز (GP) در محدوده ضخامتی ۱۸ تا ۲۶ سانتی متر اجرا می گردد. اجرای روسازی بتنی Wet on Wet تا تراز اجرای لایه های بتنی مانند اجرای روسازی های بتنی تک لایه ای است و آماده سازی بستر متراکم شده، اجرای لایه زیراساس و اساس مطابق استانداردها اجرا و کنترل می گردد. اجرای داول بارها، تای بارها و همچنین شبکه مش (برای روسازی های بتنی (CRCP می

بایست در ضخامت میانی مجموع ضخامت دو لایه اجرا گردد.

با توجه به افزایش کاربرد روسازی های بتنی در کشور در یک دهه اخیر و لزوم بهبود کیفیت دوام رویه های بتنی به خصوص در برابر پدیده یخ زدن - آب شدن و مواد یخ زدا و بهبود همواری و اصطکاک رویه بتنی و وجود دانش اجرایی، تجهیزات و ماشین آلات مرتبط در کشور، اجرای این نوع روسازی مرکب در آزادراه ها و سطوح پروازی می تواند باعث ارتقای کیفیت اجرای روسازی های بتنی، حفظ منابع و تامین الزامات تحویل موقت پروژه ها گردد.

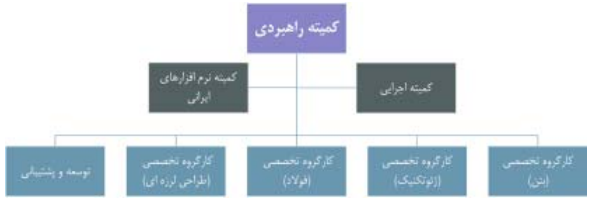
گزارش کمیته نرم افزار مهندسی

جهان محمدی

پیرو تفاهمنامه منعقده فی ما بین امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کل کشور و مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ساماندهی استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی از سال ۱۳۹۹ در دستور کار قرار گرفت. این فعالیت در بازه زمانی ۱۳۹۹-۱۴۰۱ فاز اول خود را به انجام رساند و در بازه زمانی ۱۴۰۱-۱۴۰۳ فاز دوم خود را دنبال خواهد کرد.

اهداف و رویکردها

در این طرح تلاش می شود تا به صورت مشورتی، به سوالات جامعه مهندسی در خصوص استفاده از نرم افزارهای مهندسی و اعمال ضوابط بندهای آئین نامه ای در آن نرم افزارها پاسخ داده شود. ضمنا، اطلاعات جدید و به روز که ممکن است مورد استفاده مهندسین قرار گیرد ارائه شود.



ساختار فعالیت

برای انجام این فعالیت، یک ساختار کمیته ای در نظر گرفته شده و مطالب به صورت برخط و از طریق سایت اطلاع رسانی و ارائه می شود. دبیرخانه موضوع در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی دائر می باشد.

اعضای کمیته راهبردی این طرح، به شرح زیر و از نمایندگان امور نظام فنی و اجرایی، نمایندگان مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، مشاورین مرکز در حوزه های فعالیت و نیز، مشاورین تخصصی در زمینه مهندسی عمران دعوت به همکاری شده اند:

آقای مهندس طاهری بهبهانی، آقای دکتر سروقد مقدم، آقای مهندس توتونچی، آقای مهندس حیدری، آقای مهندس میرهاشمی، آقای دکتر بهنام فر، آقای دکتر اصغری، آقای دکتر کرباسی، آقای مهندس غفاری، آقای دکتر فاروقی، آقای دکتر نیکوروش، آقای دکتر صالحی، آقای دکتر مهرپرور، آقای مهندس رئیس قاسمی و خانم دکتر جهان محمدی

کارگروه بتن

با عنایت به انتشار ویرایش پنجم مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۹ و در دست ابلاغ بودن آئین نامه بتن ایران (آبا) در آغاز فاز اول طرح، و با توجه به اهمیت آشنا شدن مهندسین با تغییرات ایجاد شده در این ویرایش و نحوه مدلسازی آنها در نرم افزارهای پرکاربرد، اولین کارگروه تخصصی کمیته ایرانی نرم افزارهای مهندسی با عنوان کارگروه بتن در مردادماه ۱۳۹۹ آغاز به کار کرد. این کارگروه در حال حاضر با حضور ۱۰ عضو به شرح زیر به فعالیت خود ادامه میدهد:

آقای مهندس آقازاده، آقای دکتر بهنام فر، آقای دکتر کرباسی، آقای مهندس غفاری، آقای دکتر فاروقی، آقای مهندس دهقانی، آقای دکتر حسین‌زاده، آقای دکتر علیرضایی، آقای دکتر شجاع و آقای دکتر سلطان آبادی

هدف از تشکیل این کارگروه، پاسخ به پرسش‌های نرم‌افزاری جامعه مهندسی و طراحان سازه در خصوص مباحث مربوط به سازه‌های بتنی، علی‌الخصوص پرداختن به پرسش‌های چالشی و مواردی بوده که بعضاً اختلاف سلیقه‌در مورد آنها بیشتر است و طبعاً مشکلاتی بین طراحان و یا بین طراح و چکر ایجاد نموده و همچنین پرسش‌هایی که نکات نرم‌افزاری مهم‌تر

و مفصل‌تری دارند که عدم توجه به این نکات می‌تواند نتایج طرح را مخدوش سازد.

پرسش‌ها در دو دسته شامل الف) مواردی که از طرف جامعهٔ مخاطب برای دبیرخانه ارسال می‌شوند و ب) پرسش‌هایی که اعضای کارگروه با توجه به تجربه خود از شرایط محاسبات و طراحی و موارد چالشی مطرح می‌نمایند در کارگروه مطرح می گردد. نهایتاً برای کلیه پرسش‌ها، پس از طرح در کارگروه و بحث و بررسی، پاسخ مناسب تهیه و در وب‌سایت کمیته ارائه می‌گردد.

در تهیه پاسخ‌ها لازم است توانایی نرم‌افزارها (نرم‌افزارهای متداول طراحی سازه) در خصوص انجام یا عدم انجام ضوابط موردنظر آیین‌نامه به اطلاع جامعه مخاطب رسانده می‌شود. در مواردی که نرم‌افزار، قادر به اجرای ضابطه‌ای نمی‌باشد، راه‌کارهای لازم جهت انجام آن ارائه می‌گردد. در همین راستا، نسخه‌های (ورژن) مختلف یک نرم‌افزار ممکن است رویکرد متفاوتی نسبت به انجام یک ضابطه داشته باشند که اغلب این موارد نیز پس از بررسی‌های نرم‌افزاری، در پاسخ به پرسش‌ها گنجانده می‌شود.

همچنین در تهیه پاسخ‌ها، ضوابط، نکات، توصیه‌ها و پیشنهاداتی که در مراجع مختلف، اعم از آیین‌نامه‌ها، کتب راهنما، نشریات و مقالات منتشر شده از سوی مراجع معتبر و نهایتاً کتب مرتبط با موضوع پرسش موردنظر است نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.

قالب اصلی ارائه پرسشها و پاسخها، سامانه اطلاع رسانی کمیته ایرانی نرم افزارهای مهندسی با نشانی iesc.bhrc.ac.ir است اما در فاز دوم، برنامه ریزی لازم برای تهیه بولتن ها و دستنامه های الکترونیکی برای استفاده هرچه بهتر مهندسین از این سامانه صورت گرفته است.

کارگروه فولاد

با عنایت به انتشار ویرایش پنجم مبحث دهم مقررات ملی ساختمان در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ۱۴۰۱ و اهمیت آشنا شدن مهندسین با تغییرات ایجاد شده در این ویرایش و نحوه مدلسازی آنها در نرم افزارهای پرکاربرد، دومین کارگروه تخصصی کمیته ایرانی نرم افزارهای مهندسی با عنوان کارگروه فولاد آغاز به کار کرد. این کارگروه در حال حاضر با حضور ۷ عضو به شرح زیر به فعالیت خود ادامه میدهد:

آقای دکتر اصغری، آقای مهندس دهقانی، آقای دکتر حسین زاده، آقای دکتر علیرضایی، آقای دکتر شعیبی و آقای دکتر حدادشرق

معرفی نرم افزارهای ایرانی

یکی از اهداف طرح ساماندهی نرم افزارهای مهندسی، توجه به نرم افزارهایی است که توسط متخصصین داخلی توسعه داده شده است. از این رو، طی سالهای گذشته فهرستی از این نرم افزارها که در حوزه مهندسی عمران به کار گرفته می شوند، به دبیرخانه طرح ارائه شده و پس از بررسیهای لازم و استخراج قابلیتها و ویژگیها، در سامانه اطلاع‌رسانی کمیته معرفی شده اند. لازم به ذکر است این معرفی به منزله تائید صحت یا دقت نرم افزارها نبوده و صرفاً وجود ابزارهای محاسباتی متناسب با نیاز جامعه مهندسی را به اطلاع ایشان می رساند.

جدول مرجع نرم افزارهای ثبت شده در وب سایت کمیته نرم افزارهای ایرانی: (ویرایش اول)

شماره	عنوان نرم افزار	مالکیت		* مجوزها		دسته بندی					خروجیهای نرم افزار				لینک دسترسی
		مقوفی	حقیقی	گواهینامه ثبت و اجازه انتشار	تائیدیه فنی	نقشه کشی	تقشه	مترده	طراحی	ساماندهی	کنترل	امجام	مدل سازه ای	نقشه	مدارک (نظریه) محاسبات
۱	Auto Etabs		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۲	اتا محاسب		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۳	اکسن	✔					●	●	●	●	●	●	●	●	●
۴	امیدنگار		✔				●	●	●	●	●	●	●	●	●
۵	رسمیو		✔				●	●	●	●	●	●	●	●	●
۶	ETABS MATE		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۷	FOUND MATE		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۸	برش بانچ		✔				●	●	●	●	●	●	●	●	●
۹	چکر		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۱۰	سازه چک	✔		✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۱۱	سوله پرداز		✔		✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۱۲	نقشه ساز		✔				●	●	●	●	●	●	●	●	●

* تائیدیه فنی: از سازمان نظام مهندسی ساختمان استان مقر می باشد.

توضیحات: ثبت و تائید اطلاعات و ورود نرم‌افزار و اعلام اسامی مقر می باشد.

جدول مرجع نرم افزارهای ثبت شده در وب سایت کمیته نرم افزارهای ایرانی: (ویرایش اول)

شماره	عنوان نرم افزار	مالکیت		* مجوزها		دسته بندی					خروجیهای نرم افزار				لینک دسترسی
		مقوفی	حقیقی	گواهینامه ثبت و اجازه انتشار	تائیدیه فنی	نقشه کشی	تقشه	مترده	طراحی	ساماندهی	کنترل	امجام	مدل سازه ای	نقشه	مدارک (نظریه) محاسبات
۳	ویرا محاسب		✔				●	●	●	●	●	●	●	●	●
۴	BPMast	✔					●	●	●	●	●	●	●	●	●
۵	BPOffice	✔					●	●	●	●	●	●	●	●	●
۶	BPDesigner	✔					●	●	●	●	●	●	●	●	●
۱۷	زبان سازه	✔					●	●	●	●	●	●	●	●	●
۱۸	محاسب ۲۰۰۲		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۱۹	ترمیم فولادی		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۲۰	ترمیم بتنی		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۲۱	آرین		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۲۲	ترمیم		✔	✔	✔		●	●	●	●	●	●	●	●	●
۲۳	طرح مقاوم بتن	✔					●	●	●	●	●	●	●	●	●
۲۴	کانال آبیاری بتن	✔					●	●	●	●	●	●	●	●	●

* تائیدیه فنی: از سازمان نظام مهندسی ساختمان استان مقر می باشد.

توضیحات: ثبت و تائید اطلاعات و ورود نرم‌افزار و اعلام اسامی مقر می باشد.

کارگاه انجمن صنفی تولید کنندگان بتن آماده و قطعات بتنی ایران
موضوع: بتن و انرژی

محمدحسین رئیسی - فاطمه آخوندی

مقدمه: به طور میانگین سالانه حدود ۱ تن بتن به ازای هر انسان در جهان تولید می شود. بیشتر این انرژی از سوختن نفت حاصل می شود که در این فرآیند CO_2 تولید می کند. تقریباً حدود نیمی از انتشار کربن دی اکسید مربوط به تولید بتن، ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی مانند نفت و گاز طبیعی است. بتن به عنوان پرمصرف ترین ماده ساختمانی شناخته شده است و سیمان مهم ترین جزء این ماده ساختمانی از لحاظ مصرف انرژی محسوب می شود.

مواد اولیه و انرژی مورد نیاز برای ساخت بتن:

سنگدانه ها بیشترین سهم را در مخلوط بتن به خود اختصاص می دهند. آن ها شامل ماسه، شن درشت و سنگ‌های

خرد شده نظیر خرده سنگ های گرانیت و یا آهک می باشند. حدود ۷۰ درصد مخلوط بتن را سنگدانه ها تشکیل می دهند، به همین دلیل نقش آن ها در بتن بسیار پر رنگ است.

مراحل ساخت بتن پایدار

۱- بهینه سازی مواد ۲- بازیافت و مدیریت زباله

۳- بهسازی و بهینه سازی سازه ها

۴- نوآوری در مواد و فرآیندها

نقش مواد افزودنی بتن:

افزودنی‌های بتن، بخش مرتبطی برای دستیابی به کاهش انرژی قابل توجه در فرآیند بتن ریزی می باشند.

میزان مصرف انرژی بتن

این صنعت سالانه حدود ۱ میلیارد متر مکعب آب مصرف می کند و بیشترین مصرف آب شیرین را به خود اختصاص داده است. جایگزینی آب شیرین مورد استفاده در بتن، استفاده از فاضلاب بازیافتی می‌باشد.

بررسی بخشی از مشکلات سال های اخیر تولیدکنندگان بتن در ایران:

از بنیادی ترین مشکلات بتن سازان، تامین مواد اولیه مناسب برای صنعت بتن، عرصه سیمان در بورس کالا و فرسودگی ناوگان و ماشین‌آلات صنعت بتن آماده در کشور است. همچنین استانداردهای اولیه در سیمان و شن و ماسه به عنوان ماده اولیه بتن، رعایت نمی‌شود و کنترل‌ها ونظارت‌های کافی بر این موارد اعمال نمی‌شود.

کارگاه دماوند سفید پارسیان
موضوع: افزایش عمر بهره برداری سازه‌های بتن مسلح با افزودنی ها، راه حل برد - برد صنعت بتن و بحران انرژی

ارائه دهندگان: سید حسام مدنی، امیرحسین تشکری

۱- مقدمه

به لحاظ زیست‌محیطی، ٪۳۳ از منابع موجود و ٪۱۲ آب آشامیدنی در بخش ساختمان از زمان ساخت تا تخریب مصرف میشود و لازم است صنعت ساختمان برای هدف محدود کردن افزایش دمای زمین به کمتر از ۲ درجه سلسیوس تا ۲۰۵۰، کاهش ٪۷۷ در تولید CO_2 داشته باشد. لذا نیاز مبرم به کاهش گازهای گلخانه ای و لزوم توسعه پایدار وجود دارد. از سوی دیگر، از لحاظ مصرف انرژی، حدود ٪۳۲ از انرژی دنیا و ٪۵۳ از انرژی الکتریسیته در ساختمان مصرف میشود و پیش‌بینی می‌شود در صورت عدم اصلاح روند فعلی مصرف انرژی تا سال ۲۰۵۰ حدود ٪۵۰ به میزان مصرف انرژی افزوده گردد. به عنوان مثال تا ۲۰۵۰ انرژی مصرفی سرمایشی ساختمان در کشورهای توسعه یافته تا ٪۱۵۰ و در کشورهای در حال توسعه ۳۰۰-۶۰۰ ٪ افزایش خواهد یافت. لازم است این حجم زیاد از انرژی مصرفی به نحوی کنترل و مدیریت گردد.

راهکارهایی که در این مطلب جهت کاهش مصرف انرژی در صنعت بتن توصیه می‌شود شامل افزایش عمر بهره برداری سازه های بتن مسلح، توسعه بتن های خاص پایه سیمانی و ژئوپلیمری و کاهش ضریب انتقال حرارتی اجزای بتنی می باشد که در تمام موارد فوق نیاز مبرم به استفاده از افزودنی‌ها وجود دارد.

۲ - عوامل کاهنده عمر مفید سازه بتن مسلح در اثر مسائل دوام

عوامل متعدد فیزیکی و شیمیایی بر کاهش عمر مفید سازه‌های بتن مسلح اثرگذار است. این مسئله به ویژه در بتن‌های اکسپوز و سازه‌های صنعتی خودنمایی می‌کند. از آن جمله مواردی همچون خوردگی آرماتور بر اثر حملات کلرایدی یا کربناسیون و کاهش قلیائیت فضای منفذی در محیط‌های صنعتی سریعا سازه را به پایان عمر بهره‌برداری خود می‌رسانند. از دیگر عوامل شیمیایی می‌توان به حملات سولفاتی، جابجایی کاتیونی و واکنش قلیایی - سیلیسی یا کربناتی اشاره نمود. عوامل فیزیکی همچون سایش، فرسایش، تبلور نمک و اختلاف ضریب انبساط حرارتی فولاد و بتن در حرارت‌های بالا نیز سبب آسیب وسیع به سازه بتن مسلح می‌گردند. علاوه بر این موارد یک اجرای ضعیف با تراکم ناکافی سبب ضعف شدید در ساختار بتن مسلح می‌گردد. لذا لازم است یک طراح با لحاظ نمودن اثر شرایط محیطی در طرح اولیه و تولید یک مخلوط بتن با کارپذیری مناسب، از پایان یافتن عمر بهره‌برداری سازه در سنین پایین ممانعت کند.

۳- چگونه می‌توان سازه ای با عمر بهره برداری بالا تولید کرد؟

بر اثر شرایط محیطی آسیب‌رسان که سازه در آن قرار می‌گیرد، لازم است راهکار مربوط به آن مدنظر قرار گیرد تا دچار کاهش عمر بهره‌برداری نشود. در اکثر این موارد استفاده از افزودنی‌های مناسب توصیه می‌گردد.

در استانداردهایی همچون BS 8500-1 برای افزایش عمر بهره‌برداری یک سازه بتن مسلح از ۵۰ به ۱۰۰ سال، در شرایط مختلف آسیب‌رسان محیطی، عمدتا تمرکز بر کاهش نسبت آب به مواد سیمانی می‌باشد. به عنوان مثال در شرایط XC۳/۴ یک کاهش تقریبا ۱۰ درصدی در نسبت آب به مواد سیمانی در یک عمق کاور مشخص سبب عمر بهره‌برداری ۲ برابری در سازه می‌گردد.

نمونه‌هایی از بررسی‌های انجام شده توسط نرم‌افزار طراحی عمر مفید بتن مسلح دریاپایدار در این مقاله ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصله از شبیه‌سازی مونت‌کارلو در نرم افزار، برای یک عمق کاور ۶۰ میلی‌متر و برای شرایط محیطی خلیج فارس با کاهش آب به مواد سیمان از ۰.۴۵ به ۰.۳۸ و ۰.۳۴ به ترتیب عمر مفید ۱۲.۵ سال، ۲۸ سال و ۵۲ سال حاصل می‌آید.

به لحاظ قیمتی، با احتساب ۹۰ هزار تومان برای هر لیتر روانساز و ۰.۴ مترمکعب بتن برای هر مترمربع سازه با یک هزینه افزودنی ۱۰۰ هزار تومانی به ازای هر مترمربع می‌توان عمر مفید را از ۱۲.۵ سال تا ۵۲ سال (۴ برابر) افزایش داد. همچنین استفاده از ٪۶ وزن مواد سیمانی دوده سیلیسی، در آب به سیمان ۰.۳۸، سبب افزایش عمر مفید از ۲۸ به ۷۰ سال در شرایط خلیج فارس می‌گردد.

۴- تولید بتن‌های خاص و ژئوپلیمری

با تولید بتن‌های کم سیمان می‌توان سطح انرژی کمتری در صنعت بتن مصرف نمود که این مسئله با استفاده از افزودنی‌ها به ویژه انواع فوق‌روان‌کننده امکان‌پذیر خواهد بود. همچنین نسل جدید بتن‌های ژئوپلیمری امکان جدیدی در صنعت ساختمان محسوب می‌شوند که بدون اعمال حرارت و صرف انرژی بالا مشخصات لازم برای اجزای بتن مسلح را تامین می‌کنند. البته تا زمان تدوین آیین‌نامه‌های معتبر استفاده از این نوع بتن‌ها محدود می‌باشد.

۵- کاهش ضریب تبادل حرارتی بتن

میتوان با استفاده از موادی همچون ایروژل‌ها یا مواد تغفر فاز دهنده ضریب تبادل حرارتی اجزای بتنی را کاهش داد و بدین طریق از هدررفت انرژی در ساختمان جلوگیری نمود.

۶- جمع بندی

به عنوان جمع‌بندی مطلب حاضر بایستی به این مسئله کفایت نمود که لازم است افزایش عمر مفید سازه‌های بتن مسلح در دستور کار صنعت ساختمان در ایران قرار گیرد، رویکرد استفاده از بتن‌های خاص و مطالبه‌گری در این خصوص توسعه یابد و برای اجزای جداکننده از حداقل ضرایب تبادل حرارتی استفاده گردد تا امکان رساندن سطح انرژی در حداقل آن در صنعت ساختمان میسر گردد. قطعا این مسئله راهکاری برد- برد برای صنعت بتن و انرژی خواهد بود که سبب ارتقاء مشخصات عملکردی بتن مسلح در ساختمان می‌گردد.

کارگاه شرکت فهاب بتن
موضوع : تجربیات علمی - اجرایی
پیرامون دمای بتن

در این کارگاه، تمرکز اصلی بر روی موارد مربوط به تغییرات دمای بتن در فصول مختلف سال به ویژه در فصل گرم و تاثیر دمای محیط پیرامون محل ساخت و حمل بتن بر مشخصات بتن تازه و چالش های پدید آمده بر اثر افزایش دمای بتن در اجرا و مسائل فنی بوده است. همچنین تاثیر اقدامات انجام شده جهت کاهش دمای بتن، میزان اثربخشی و پیامدهای فنی، اقتصادی و اجرایی آنها به استناد مراجع و تحقیقات آزمایشگاهی و میدانی، نتیجه گیری شده است.

نتایج تحقیقات صورت گرفته حاکی از آن است که کاهش بتن در هوای گرم، برای قرار گرفتن در محدوده پذیرش استانداردها و آیین نامه ها، فشار اقتصادی غیرقابل قبولی بر تولیدکننده و مصرف کننده بتن وارد نمی کند، زیرا کاهش دمای مخلوط بتن با روشهایی مانند استفاده از یخ به جای آب اختلاط، آبپاشی سنگدانه های درشت و استفاده از رنگ های روشن در سیلوها و مخازن نگهداری مصالح و کامیون های حمل بتن، موجب کاهش میزان استفاده از افزودنی فوق روان کننده جهت رسیدن به نسبت آب به سیمان مورد نظر یا روانی مطلوب خواهد شد. علاوه بر این روند افت کارایی نیز در بتنهایی که در شرایط هوای گرم به این شکل خنک می شوند، کمتر از حالت بدون اعمال اقدامات یاد شده خواهد بود.

دربخش دیگری از این کارگاه به استناد تحقیقات میدانی صورت گرفته در شرکت فهاب بتن و گزارش های مختلفی نظیر آیین نامه بتن ایران در زمینه تخمین میزان افزایش دمای بتن در شرایط هوای گرم در اثر حمل نیز تا حدودی پاسخ داده شده است.

در پایان نیز برخی پروژه های بتن ریزی اجرا شده توسط شرکت فهاب بتن مانند پروژه سازه حجیم بونکر پرتودرمانی انیستیتو سرطان بیمارستان امام خمینی و فونداسیون با مقطع حجیم برج های دوقلوی سامان- فراز با محوریت چالش دمای بتن برای غلبه بر این چالش ها در زمینه دمای بتن، مورد بررسی قرار گرفته است

کارگاه شرکت همگرایان
موضوع : تولید پایداری کیفیت بتن در
حضور روان کننده های بتن

محمدرضا ایوبی

یکی از عوامل مهم در شکل‌گیری یک بتن با شاخص‌های مکانیکی و دوامی مناسب، شرایط مناسب رئولوژیک بتن در مراحل اولیه تولید تا زمان قالبگیری می‌باشد. همگنی (Consistency) و کارپذیری (Workability) خصوصیاتی می‌باشند که برای کنترل رئولوژی بتن مورد نظارت می‌باشند. اگر بتن را آمیزه‌ای تصور کنیم که اجزاء شن و ماسه داخل بستر خمیر سیمان توزیع شده اند، نحوه توزیع ذرات سنگدانه، فاصله بین این ذرات و روانی خمیر سیمان عوامل اصلی در خصوصیات رئولوژیک بتن می‌باشند. روانی یک خمیر سیمان با نسبت آب به سیمان معین به میزان آب آزاد درون خمیر بستگی دارد. این میزان آب آزاد را با استفاده از مواد روان‌کننده بتن می‌توان افزایش داد. هرچه روان‌کننده مصرفی قدرت لخته‌زدایی بالاتری داشته باشد، توان باز کردن مقدار بیشتری لخته سیمان را داشته و می‌تواند روانی خمیر سیمان را بالاتر ببرد.

سازگاری (Compatibility) و رواداری (Robustness) انواع مواد روان‌کننده و بطور ویژه روان‌کننده های بر پایه پلی‌کربوکسیلات که امروزه مهمترین دسته از این مواد می‌باشند، محور بحث ارائه شده توسط شرکت کپکو بوده است.

کارگاه شرکت طرح و ساخت رابین
موضوع: پروژه های ملی اجرا شده با استفاده از بتن فوق توانمند

ارائه دهنده: حمید رضا احمدی

ظهور بتن فوق توانمند یک پیشرفت جدید در تکنولوژی بتن است که مطابق با تعریف انجمن مهندسین عمران فرانسه و انجمن بتن آمریکا، ماده‌ای با بدنه سیمانی و رفتار الاستوپلاستیک و شکل‌پذیر است. همچنین، بتن فوق توانمند به دلیل ریزساختار بهبودیافته و منافذ متراکم ناپیوسته، نفوذپذیری بسیار کمی دارد که دوام زیاد بتن فوق توانمند را تامین می‌کند. امروزه در دنیا کاربردهای گسترده‌ای از این نوع بتن مطرح و اجرا شده است. از جمله؛ کاربرد در ساخت‌وسازهای روز جهان مانند نیروگاه‌ها، زیرساخت‌های امنیتی، سازه‌های بلند، پل عابرپیاده، پوسته‌نازک، ترمیم و مقاوم‌سازی، پل‌های راه‌آهن، اتوبان‌ها، کف سالن‌های صنعتی، تونل‌ها، سازه‌های هیدرولیکی، کانال‌های انتقال آب، لوله‌های بتنی، نیروگاه برق‌آبی سدها، سازه‌های در شرایط محیطی خاص، عایق حرارت و قطعات پیش‌ساخته می‌توان اشاره کرد.

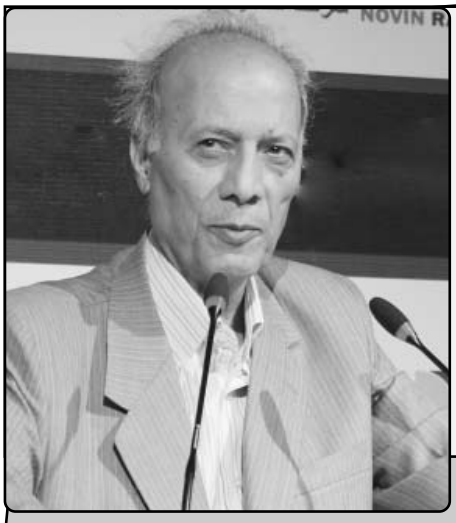
شرکت طرح و ساخت رابین با تحقیق و توسعه فراوان و آماده‌سازی امکانات لازم در خصوص ساخت و تولید بتن فوق توانمند، توانسته است که بتن فوق توانمند را در تولید قطعات پیش‌ساخته مورد استفاده قرار دهد. با طراحی‌های انجام گرفته در این محصول، طراحی بر اساس خصوصیات رئولوژیکی و تنظیم خصوصیات مکانیکی برای تولید بتن فوق توانمند و تبدیل به محصولات مورد نیاز جامعه، فناوری‌های مختلفی درنظرگرفته شده است. این محصولات که برپایه کامپوزیت سیمانی نانوساختار فوق توانمند است شامل؛ دریچه‌های آدم‌رو منهول، کالورت، دریچه هندهول، تراورس و سکوهای راه‌آهن، پایه پنل‌ها خورشیدی، نمای ساختمان، فیلترهای تصفیه آب تصفیه‌خانه‌ها، بولارد و مارکر، دیوار و نرده‌های پیش‌ساخته، لوله‌های انتقال، اسلب‌های پیش‌ساخته، محفظه‌های تاسیسات، حوضچه، سرعتکاه و وزنه تعادل بتنی، نیلینگ و انکراژهای پیش‌ساخته، قطعات نما، کف‌پوش و مبلمان شهری هستند. برخی از پروژه‌های ملی اجرا شده با استفاده از بتن فوق توانمند در تصاویر زیر نشان داده شده است

کارگاه تخصصی گروه سرمایه گذاری مسکن
موضوع: بهینه سازی مصرف مصالح استراتژیک در طرح و ساخت پروژه های انبوه سازی با رویکرد بهره وری منابع در صنعت بتن

در روز سوم همایش،مورخ ۱۷ مهرماه کارگاه تخصصی شرکت گروه سرمایه گذاری مسکن با عنوان" بهینه سازی مصرف مصالح استراتژیک در طرح و ساخت پروژه های انبوه سازی گروه بارویکرد بهره وری منابع (Efficiency Recourse) " بصورت یک کار تیمی از مدیریت تحقیق وتوسعه گروه، معاونت فنی و اجرایی شرکت های سرمایه گذاری مسکن جنوب و شمالغرب ارایه گردید که در راستای عنوان همایش امسال "بتن و انرژی" وبا محوریت کاهش مصرف مصالح استراتژیک و بهره وری منابع آب و انرژی تشریح گردید. در این کارگاه یک ساعته، استراتژی بهروه وری منابع و اقدامات گروه در راستای اهداف این چشم انداز (کاهش مصرف انرژی پایه و انتشار Co_2) توسط مدیرتحقیق وتوسعه گروه و در ادامه دستاوردهای شرکت شمالغرب و تیم طراحی پروژه ناویا (تبریز) درکاهش مصرف مصالح استراتژیک که حاصل بهینه سازی محاسبات سازه ای و معماری در کمیته راهبری طراحی بوده است و درنهایت تجارب و بهینه کاوی های معاونت فنی شرکت سرمایه گذاری مسکن جنوب در کاهش مصرف آب و انرژی در فرایندهای عمل آوری و بتن ریزی در مناطق ساحلی (پروژه های کیش و بندرعباس) ارایه گردید.

در پایان همایش از شرکت گروه سرمایه گذاری مسکن در جهت حمایت علمی و مادی توسط انجمن بتن ایران تقدیر وتشکر بعمل آمد.

گزارش طرح های برتر بتنی سال ۱۴۰۲



مرتضی زاهدی
رییس دائمی کمیته

کمیته انتخاب طرحهای برتر بتنی در سال ۱۴۰۲ با تغییراتی همراه بود. در این دوره اعضاء کمیته عبارت است از افراد زیر بودند:

هیات داوران کمیته طرح های برتر بتنی

هیات داوران امسال عبارت بوده اند از:

۱-دکتر مرتضی زاهدی، ریاست دائمی کمیته

۲-دکتر محسن تدین، قائم مقام و مسئول کمیته

۳-دکتر محمد شکرچی زاده، رئیس هیات مدیره انجمن بتن

۴-دکتر هرمز فامیلی، نائب رئیس هیات مدیره انجمن بتن

۵-دکتر مهدی چینی، عضو هیات مدیره و خزانه دار انجمن بتن

۶-دکتر موسی کلهری، دبیر انجمن بتن

۷-مهندس امیرمازیار رئیس قاسمی، عضو هیات مدیره انجمن بتن ایران

۸-دکتر داود مستوفی نژاد، دانشگاه صنعتی اصفهان

۹-دکتر محمدرضا حافظی، دانشگاه شهید بهشتی

۱۰-مهندس رحیم واعظی، مهندسین مشاور سانو

۱۱- مهندس محمد اسماعیل علیخانی، مهندس مشاور

در سال جاری، ده طرح یا پروژه در معرض داوری قرار گرفتند و از میان آنها شش پروژه بعنوان طرح برتر بتنی انتخاب شدند. هم چنین به روال سال گذشته یک پروژه در مجموعه زیرساخت های شهری بعنوان پروژه برتر مدیریت شهری معرفی گردید.

هیات مدیره انجمن بتن ایران از همکاری و مساعدت اساتید و داوران نهایت تشکر و قدردانی را اعلام می دارد و امیدوار است که این عزیزان همکاری خود را در سالهای آینده ادامه دهند.

۱-پروژه سامان فراز

سازه بتنی این پروژه بعنوان طرح برتر بتنی انتخاب شد. عوامل پروژه عبارت بودند از:

کارفرما: شرکت توسعه و عمران بهناد بنا- بانک سامان

مشاور پروژه: مهندسین مشاو ایران آرک

مشاور تخصصی سازه: مهندسین مشاور تدبیر ساحل پارس

مشاور کنترل کیفیت و آزمایشگاه: مهندسین مشاور کوبان کاو

پیمانکار سازه: شرکت عمران آذرستان

برج های دوقلوی اداری تجاری سامان فراز مرتفع ترین و زیباترین و پیچیده ترین کشور در تقاطع شیخ بهایی و بزرگراه حکیم تهران واقع است.

سطح کل زیربنای پروژه ۱۶۸۴۰۰ متر مربع شامل ۹ طبقه در زیر همکف و ۴۰ طبقه در بالای سطح زمین می باشد. ارتفاع ساختمان از سطح زمین حدود ۱۹۰ متر است. سازه این ساختمان کاملاً بتنی است و دارای ویژگی های زیر می باشد.

- مشکلات طراحی سازه بصورت هماهنگ با معماری خاص و عدم تشابه طبقات
- سیستم سازه ای دوگانه شامل هسته بتنی در مرکز و دیوارهای برشی در گوشه ها و لبه ها
- بکارگیری سیستم مهار بازویی برای کاهش تغییر مکان های جانبی طبقات
- استفاده از بتن C50 برای کاهش ابعاد ستونها و مقدار آرماتور
- استفاده از نظریه دال- شمع در طراحی شالوده برای کاهش تعداد شمعها و کاهش ابعاد شالوده
- انجام آزمایش تونل باد در یک آزمایشگاه خارجی
- استفاده از وصله های مکانیکی آرماتور ستونها و دیوارهای برشی و تیرهای پرمیلگرد
- گودبرداری و پایدارسازی به روش های پایل بتنی، استرند، نیلینگ و تیر پشت بند
- عایقکاری گود در ۶ لایه با ژئوسنتتیک
- ساخت شالوده به ضخامت ۴ متر شامل ۲۶۴۰۰ مترمکعب بتن و ۴۶۰۰ تن آرماتور
- اجرای سازه بتن آرمه شامل ۲۲۴ متر از شالوده، ۱۴۰۰۰۰ متر مکعب بتن، ۲۹۵۰۰ تن آرماتور و ۳۴۰۰۰۰ متر مربع قالب بندی خاص
- اجرای ستونهایی با قطر ۱۶۰ تا ۱۰۰ سانتی متر به صورت شیبدار با زوایای تا ۴۵ درجه
- استفاده از قالب بالارونده برای دیوارهای برشی
- اجرای سیستم حفاظ باد برای اولین بار در کشور
- طرح مخلوط و اجرای بتن شالوده با رده C35 و در نظر گرفتن گرمازایی و تنش های حرارتی و استفاده از سرباره
- بکارگیری بتن خودتراکم با رده C50 و پمپ کردن آن در ارتفاع
- بکارگیری بچینگ و ساخت بتن پس از اجرای شالوده در عمق ۳۰ متری
- کنترل های کیفی دوره ای مصالح مصرفی بتن شامل میکروسیلیس و فوق روان کننده
- کنترل های آماری کیفیت و دستیابی به ضریب تغییرات در سطح عالی برای بتن

۲-طرح و اجرای مخازن آب بتنی پیش ساخته پیش تنیده

کارفرما: شرکت های آب و فاضلاب استانها (بویژه آذربایجان شرقی، سیستان و بلوچستان و کردستان)

مشاور طراح، مجری و نظارت: شرکت مهندسی بتن پیش تنیده غرب

برای اولین بار در کشور چنین طراحی برای مخازن آب بتنی پیش ساخته پیش تنیده به روش پس کشیده انجام و سپس به مرحله ساخت و اجرا درآمده است.این مخازن با ظرفیت ۵۰ تا ۶۰۰۰ متر مکعب برای روستاهای کوچک و بزرگ و شهرهای کوچک با استفاده از قطعات پیش ساخته دیوارها، کنج ها، کف و سقف های دبل T پیش تنیده در کارخانه ساخته می شود و پس از حمل در محل نصب و تکمیل می گردد.

استرندها بصورت نچسبیده در داکت ها برای پس کشیدگی استفاده می شود. در محل اتصال، فضایی پیش بینی شده است که میلگردهایی در آن وجود دارد و بتن خودتراکم الیافی در آن ریخته می شود. قطعات پیش ساخته پیش تنیده سقف روی لبه سکومانند قطعات دیواره نصب و جوش میشود و سپس بتن درجا روی آن بعنوان دیافراگم یکپارچه ریخته می شود.

سطح داخلی مخزن با پوشش های آب بند و نم بند پوشانیده می شود. ابتدا بر روی نمونه های واقعی آزمایش هایی در مورد آب بندی انجام شد که عملاً نشت آب آن در حدود صفر بوده است.

بتن های دیواره از رده c۳۰ می باشد. به موضوع دوام و آب بندی در این پروژه توجه ویژه ای مبذول شده است و ضوابط نشریه ۱۲۳ سازمان و برنامه و بودجه و پیش ساختگی برآورده گشته است. بتن ها در معرض شرایط XCD۲ آبا و مبحث نهم جدید در نظر گرفته شده است و ضوابط آن نیز منظور شده است. این مخازن در حدود ۱۵ تا ۳۰ درصد صرفه اقتصادی بوجود آورده است اما مزیت مهم آن سرعت در اجرا نسبت به مخازن متعارف به میزان ۸۰ درصد است که برای کارفرمایان جذابیت بسیار زیادی دارد.

بتن پیش ساخته سقف از رده C۳۵و بتن محل اتصالات نیز C۳۵ و بتن های درجا C۳۰ می باشد

۳-پل سارای (راه آهن میانه- اردبیل)

کارفرما: شرکت ساخت و توسعه زیر بناهای حمل و نقل کشور
مشاور: مهندسان مشاور ایران استن
پیمانکار: شرکت توسعه ساختمان و راه(توسار)

این پل به طول کلی ۵۵۶ متر دارای ۹ پایه با ارتفاع های متغیرپایه ها تا ۵۳ متر و ۱۰ دهانه با طولهای متغیر تا ۹۵ متر می‌باشد که در پلان دارای قوس افقی می باشد. تیر این پل از نوع صندوقه بتنی با ارتفاع ۷ متر در محل پایه ها تا ۴ متر در وسط دهانه متغیر است.این پل در محور کوهستانی راه آهن میانه- اردبیل قرار دارد.

این پل در حدفاصل دوتونل قرار داشته، در پائین دست آن رودخانه قزل اوزن و دریاچه سد شهریار (استور سابق) واقع شده است. پایه های مرتفع پل با قالب بالا رونده اجرا شده است و برای ساخت عرشه دو دستگاه تجهیزات قالب شاریو با ظرفیت ۲۵۰ تن برای اجرای طره های متعادل بکار رفته است.

فونداسیون پایه ها بر روی شمع های بتنی بطول ۲۵ تا ۳۰متر(در مجموع ۳۸۰۰ متر) قرار دارد. در این پل از ۱۵۰۰۰ متر مکعب بتن و ۳۵۰۰ تن میلگرد استفاده شده است.

برای کنترل انبساط مخرب سنگدانه - قلیایی در این پروژه که بیشترین واکنش زایی ASR در ایران را دارا می باشد از میکروسیلیس به میزان ۱۰ درصد وزنی سیمان استفاده شده است. بتن بکار رفته در عرشه پل از رده C۳۵ و در زیرسازه C۲۵ بوده است.

۴-سازه پیش ساخته پیش تنیده توسعه مدرن کاغذ صنعت سبز

کارفرما: شرکت مدرن کاغذ صنعت سبز یزد
مشاور: مهندسین مشاور پارتاک نونگر(اصفهان)
پیمانکار: هلدینگ بتون ایران- شرکت پویا بتن نصر (اصفهان)

در این شرکت، کاغذهای کرافت لانیرو شبه کرافت و تست لامیز تولید می شود و کارخانه آن در شهرک صنعتی اشکذر یزد واقع است و توسعه آن مستلزم ساخت کارخانه جدید به مساحت ۱۲۰۰۰ متر مربع بوده است. بدلیل خوردگی در ساختمان قدیمی، ساخت سالن های بتنی در دستور کار قرار گرفت.

ساخت این کارخانه به هلدینگ بتون ایران واگذار شد که ساخت قطعات آن به شرکت زیر مجموعه خود بنام پویا بتن نصر محول گردید. ویژگی های این پروژه ارتفاع ۲۲ متر سالن، وجود جرثقیل های سنگین ۴۰ تنی، اجرای ساختمان در مجاورت کارخانه در حال کار، زمان بندی فشرده ۳ ماهه جهت طراحی و ۶ ماهه جهت ساخت و حمل و نصب قطعات، دهانه ۲۵ متری سالن اصلی و خمیر سازی بارهای سنگین نیم طبقات در حد ۳ تن بر متر مربع، حمل قطعات ۲۵ متری از اصفهان تا یزد، محیط خورنده خط تولید کاغذ، اقتصادی بودن سازه بتنی به سازه فولادی می باشد. برای اینکار یعنی ساخت پیش ساختگی و پیش تنیدگی برای تولید تیرها و ستونها، سایتی در اصفهان در نظر گرفته شده است. دالهای پیش ساخته بصورت دبل T در نظر گرفته شده بود.

استفاده از اتصالات خاص برای قطعات پیش ساخته، استفاده از کفشک های فولادی جهت وصله ستونها، اتصال گیردار قابهای خمشی عرضی سالن با استفاده از بتن درجا در کنار بتن پیش ساخته، استفاده از محل عبور پیاده طولی برای جرثقیل ها بصورت مهار جانبی، تحمل ترمز جانبی و بعنوان تیر طولی، استفاده از طرح مخلوط دوام محور از جمله ویژگی های این پروژه بوده است.

حجم بتن پیش ساخته ۲۴۰۰ متر مکعب و بتن درجا ۲۰۰۰ متر مکعب، مقدار آماتور ۶۰۰ تن و کابلهای پیش تنیدگی ۲۱ تن می باشد.

محیط موجود بصورت XCS۱ و XCD۲ می باشد و بتن های رده C۳۰ و C۳۵ مورد نظر بوده است و به ضوابط دوام بتن در این محیط توجه گردیده است.

۵-مدارس پیش ساخته بتنی(شهرستان بهارستان)

کارفرما: سازمان نوسازی مدارس وزارت آموزش و پرورش

مشاور و پیمانکار: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء- هلدینگ راه و شهرسازی- موسسه نوین سازان

با توجه به کمبود کلاس در بسیاری از نقاط کشور و بویژه در شهر بهارستان استان تهران، موسسه نوین سازان با هماهنگی با سازمان نوسازی مدارس استان تهران اقدام به طراحی، ساخت و نصب قطعات بتنی پیش ساخته نمود.

این مدارس طبق نقشه های تیپ سازمان مذبور توسط موسسه نوین سازان بصورت قطعات با پانل بزرگ و بصورت۱۵ کلاسه طراحی گردید تا ۱۰ مدرسه از این نوع برای شروع سال تحصیلی ۱۴۰۲ ساخته شود.

این امر در دیماه ۱۴۰۱ مورد موافقت طرفین قرار گرفت و زمین ها در تیر ماه ۱۴۰۲ تحویل گردید.

در زمان بندی اجرایی این مدارس، مدت حداکثر ۴ ماه برای اتمام آنها در نظر گرفته شده است در حالی که ساخت مدارس بصورت سنتی۱/۵ تا ۲ سال بطول می انجامد. علاوه بر زمان کوتاه اجرا، کیفیت بمراتب بهتر ساخت کارخانه ای پیش ساخته هزینه کمتر و رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی بهمراه اخذ تائید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از مزایای این نوع مدارس است.

هر مدرسه دارای ۱۳۵۰ متر مربع مساحت در دو طبقه است.هر مدرسه شامل ۱۸۸ قطعه بتنی می باشد که در کارخانه ساخته و به محل حمل می شود و نصب می گردد.

علاوه بر آن هر مدرسه دارای ۱۸۰ متر دیوار پیرامونی پیش ساخته و ۲۰۰۰ متر مربع محوطه سازی است که همراه با سرایداری ۱۵۰ متر مربعی می باشد. پله ها نیز بصورت پیش ساخته است برای اتصال قطعات از یک ملات انبساطی پرمقاومت با حداقل مقاومت ۶۰ مگاپاسکال استفاده شده است. بتن اصلی پنل ها و سقف از نوع خودتراکم زود سخت شونده بارده C30 و دارای جریان اسلامپ اول ۶۰ سانتی متر می باشد و مقاومت ۱ روزه مکعبی آن مگاپاسکال است. برای بتن اتصالات، یک بتن ریزدانه پرمقاومت با رده C40 و با جریان اسلامپ اول ۴۰ سانتی متر بکار رفته است که مقاومت ۱ روزه آن ۱۸ مگاپاسکال بوده است.

۶ -پروژه پارکینگ طبقاتی نیایش تهران

زیرساخت و مدیریت شهری

این پروژه مهم که مربوط به زیرساخت و مدیریت شهری تهران است توسط عوامل زیر به اجرا درآمده است

کارفرما: سازمان عمران مناطق شهرداری تهران

مشاورکارفرما: مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار

مشاور: شرکت طرح آفرینان هزاره امید(طاها)

پیمانکار: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)- موسسه حرا

پارکینگ طبقاتی نیایش در محل تقاطع بزرگراه کرستان و بزرگراه نیایش در غرب پارک ملت و جنب سینما پردیس ملت واقع شده است. مساحت آن در هر طبقه ۵۶۰۰ مترمربع و تعداد طبقات آن ۱۱ طبقه که شامل ۹ طبقه پارکینگ زیرزمینی و ۲ طبقه تجاری روزمینی به مساحت هر طبقه ۴۰۷۰ متر مربع است که گنجایش ۱۲۷۸ خودرو سبک را دارد.

در این پروژه ۴۴۰۰۰ متر مکعب بتن ریزی سازه ای، ۴۹۰۰ تن آرماتور و ۸۹۰۰۰ متر مربع قالب بندی وجود داشته است. تعداد ۱۱۳ عدد شمع پیرامونی و ۱۰۵ عدد ستون میانی اجرا شده است. روش اجرا از بالا به پائین بوده است. امکان اجرای نیلینگ در بخشی از زمین وجود نداشت. دسترسی زیرزمینی و هم چنین روزمینی از طریق تونل نیایش و بزرگراه نیایش وجود دارد که از مزایای این پارکینگ است و در خاکبرداری نیز مورد استفاده قرار گفته است. بخشی از پارکینگ بر روی یک تونل قرارداد که نیاز به تخریب بخشی از تونل ضروری بوده است. از بتن

c۳۵ در ساخت پارکینگ استفاده شده است. آب بندی دیواره یکی از مزایای این پارکینگ است و از ژل میکروسیلیس نیز بهره گیری شده است.

با توجه به وجود ۲ طبقه تجاری در بالای پارکینگ، ساخت این پروژه کاملاً اقتصادی شده است.

نتایج بیست و یکمین دوره مسابقات دانشجویی روز بتن- سال ۱۴۰۲

مسابقه بتن پرمقاومت ویژه دو مرحله ای

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی واحد انار

استاد راهنما: مهندس علی حاج محمدی عربی زاده

۱-مرتضی خادمی نیا (سرگروه)

۲-امین سلطانی نیا

۳-معین زینلی نژاد

مقام دوم: دانشگاه سراسری قم

استاد راهنما: مهندس مجتبی حاج مهدی

۱-محمد حسین باقری پور(سرگروه)

۲-مهران مردمی

۳-مهدی اسدی انجیله

۴-محمد مهدی رحیمیان پور

مقام سوم مشترک: دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

استاد راهنما: دکتر احسان دلاوری

۱-محمد کازرونی ایمانیه(سرگروه)

۲- احسان حاجیان

مقام سوم مشترک: دانشگاه فنی و حرفه ای امام علی (ع) یزد

استاد راهنما: دکتر کاظم یاوری نسب

۱-میلاد زینلی زاده(سرگروه)

۲-محمدحسین امیری

۳-منصور زحمتکش

۴-مهدی خبازیان

مقام سوم مشترک: موسسه آموزش عالی صدرالمتالهین(صدرا)

استاد راهنما: دکتر حمیدرضا احمدیان(سرگروه)

۱-علی معمار

۲-محمد فتحی فر

۳-علیرضا کتابی مهربانی

شایسته تقدیر: دانشگاه فنی و حرفه ای واحد قم

استاد راهنما: مهندس سید محمدرضا حسنی

۱-محمد مهدی سلیمانی(سرگروه)

۲-محسن سلیمانی

۳-محمد محمدی آزاد

۴-مایده ابراهیمی

شایسته تقدیر: دانشگاه سراسری قم

استاد راهنما: مهندس مجتبی حاج مهدی

۱-محمدجواد برزگر سلوکلائی(سرگروه)

۲-مهران مردمی

۳-مهدی اسدی انجیله

۴-محمد مهدی رحیمیان پور

مسابقه بتن پرمقاومت معمولی

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

استاد راهنما: دکتر احسان دلاوری

۱-فاطمه شریفی تشنیزی (سرگروه)

۲-علیرضا طاهرزاده

۳-علی امینیان

۴-سحر رحمتی

مقام دوم: دانشگاه آزاداسلامی واحد اصفهان

استاد راهنما: مهندس حسین غیور

۱-محمد صادق توکلیان(سرگروه)

۲-مجید عبدالهی

مقام سوم: دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند

استاد راهنما: دکتر محمد رحیمی بالا

۱- علیرضا باقری (سرگروه)

۲-محمد رضا ساجدی

۳-علی ساجدی

۴-سجاد شفاعتی

مسابقه سازه محافظ تخم مرغEPD

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

استاد راهنما:دکتر حسین پروینی ثانی

۱-عماد میرزا خانلو(سرگروه)

۲-پرویز باباخانی

مقام دوم: دانشگاه فنی و حرفه ای واحد قم

استاد راهنما: مهندس سیدمحمد رضا حسنی

۱-محمد مهدی سلیمانی(سرگروه)

۲- محمد محمدی آزاد

۳-محسن سلیمانی

۴-مایده ابراهیمی

مقام سوم: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

استاد راهنما: دکتر مهندس سیدمحمد رضا حسنی

۱-فاطمه عزتی(سرگروه)

۲- سیدعلیرضا دهقانی

۳-فاطمه رمضانی

۴-هدی کرمانی

مسابقه تیر سبک خمشی

مقام اول: دانشگاه آزاداسلامی واحد تهران شرق

استاد راهنما: دکتر اسدالله رنجبر

۱-فرشته عبدالرشید (سرگروه)

۲-زهرا بدری

۳-بهاره یعقوبی خواه

۴-احسان ذوالفقاریان

مقام دوم: دانشگاه فنی و حرفه ای واحد قم

استاد راهنما: مهندس سیدمحمدرضا حسنی

۱-محمد مهدی سلیمانی (سرگروه)

۲- محسن سلیمانی

۳-محمد مهدی آزاد

۴-مایده ابراهیمی

مقام سوم: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

استاد راهنما: مهندس سیدمحمدرضا حسنی

۱-محمد مهدی فلاح(سرگروه)

۲-امیر محمد رضائی

۳-محدثه رجبی

۴-دیبا گائینی

مسابقه بتن سبک دانشجویی با مقاومت و چگالی هدفمند

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

استاد راهنما: دکتر فرهاد مصباح ایراندوست

۱-امیر امیری(سرگروه)

۲-الناز امیری

مقام دوم: دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

استاد راهنما: دکتر محمد رضا رسولی

۱-مهرناز نظری نداف(سرگروه)

۲-ستاره نوروز

۳-فاطمه چراغی

مقام سوم: دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

استاد راهنما: دکتر سیدعظیم حسینی

۱-سیدعلیرضا علوی(سرگروه)

۲-حنانه معینی

۳-محمد زمانی

نتایج چهاردهمین دوره مسابقات بتن، ویژه اعضای حقوقی

بتن خودتراکم هدفمند، با رویکرد اقتصادی و توسعه پایدار

مقام اول: شرکت فهاب بتن

۱-فرهاد عواطفی هویدا (سرگروه)

۲-امیر همایون ثابتی مطلق

۳-ابوالفضل وثوقی

۴-حامد رشیدی

مقام دوم: کارخانه سیمان نیزار قم

۱-مهدی ساکی (سرگروه)

۲-مجید لک

۳-حسین صادقی

۴-سیدعبادالله عباسی

مقام سوم مشترک: شرکت رهاب - خط۳ قطار شهری مشهد - الف۱

۱-مسعود عطاریان(سرگروه)

۲-محمدجواد باقری

۳-محمود تقدیسی

۴-امین فرجی

۵-علی حمیدی

مقام سوم مشترک: شرکت کاسپین بتن کاشان(کاسپیسا)

۱-مینا نگهبان(سرگروه)

۲-مهدی اخروی

۳-محسن بیابانی نصرآبادی

مقام سوم مشترک: شرکت سیمان آرتا اردبیل

۱-محسن امینی(سرگروه)

۲-محمد ارشد

۳-پدرام طلوعی

۴-مهسا روحی

جایزه استاد فقید دکتر علی اکبر رمضانیانپور

(آیین نامه انتخاب رساله دکتری برتر در حوزه فناوری بتن و سازه‌های بتن مسلح)

۱-آقای دکتر ابراهیم امامی از دانشگاه سمنان(رتبه اول)

عنوان مقاله: ارزیابی آزمایشگاهی و تحلیل رفتار چرخه ای اتصال تیر به ستون بتن آرمه بهسازی شده با دستک قوسی، حلقه و پیوند فولادی - استاد راهنما: دکتر علی خیرالدین

۲-خانم دکتر فرناز بهمن زاده از دانشگاه صنعتی امیرکبیر

عنوان مقاله: ارزیابی مخلوط های سیمانی حاوی دوده سیلیس و رس کلسینه شده در برابر کربناسیون و نفوذ یون های کلراید
استاد راهنما: دکتر علی اکبر رمضانیانپور - دکتر فرامرز مودی

۳-خانم دکتر عطیه فراهانی از دانشگاه تهران

عنوان مقاله: بررسی اثر خوردگی بر رفتار ستون های بتن مسلح و روش های تقویت با رویکرد عمر مفید
استاد راهنما: دکتر محمد شکرچی زاده

پانزدهمین کنفرانس ملی بتن و بیست و
گرامی می داریم.

ویژه نامه بیست و یکمین همایش روز بتن

معرفی تعدادی از اعضای حقیقی انجمن بتن ایران

در این بخش اسامی تعدادی از اعضای جدید حقیقی که به عضویت انجمن بتن رسیده‌اند، درج می‌گردد.

وحید گودرزی مهر
شماره عضویت:۸۴۹۵

مهرناز یحیوی ارزنق
شماره عضویت:۸۴۹۷

محمد حسنی
شماره عضویت:۸۴۹۸

سعید محرابی
شماره عضویت:۸۴۹۹

علی اکبرپور
شماره عضویت:۸۵۰۰

امید کرباسی
شماره عضویت:۸۵۰۱

جواد تقی زاده ورزقانی
شماره عضویت:۸۵۰۲

حسین منوچهری
شماره عضویت:۸۵۰۳

مهدی رجحانی
شماره عضویت:۸۵۰۴

علی ملکی
شماره عضویت:۸۵۰۵

علیرضا عاملی
شماره عضویت:۸۵۰۶

مهدی محمدی
شماره عضویت:۸۵۰۷

امیر میثم گیاهی
شماره عضویت:۸۵۰۸

رضا صالحی
شماره عضویت:۸۵۰۹

محمدرضا طالبلو
شماره عضویت:۸۵۲۵

هومن مقدوری
شماره عضویت:۸۵۲۶

سمیرا کمیجانی

شماره عضویت:۸۵۲۷

سامان علمی

شماره عضویت:۸۵۲۹

احسان مهدوی پور

شماره عضویت:۸۵۳۸

فاطمه عبدالهی

شماره عضویت:۸۵۴۰

ابراهیم شکری

شماره عضویت:۸۵۴۱

سیدحمیدرضا عباسی

شماره عضویت:۸۵۴۲

بابک اکبرزاده قهی

شماره عضویت:۸۵۴۳

ثارالله شیخ زاده شاندیز

شماره عضویت:۸۵۴۴

امیرحسین رمضانی

شماره عضویت:۸۵۴۵

حامد گودرزی

شماره عضویت:۸۵۴۶

رضا عباس زاده

شماره عضویت:۸۵۴۷

وحید جامی فر

شماره عضویت:۸۵۴۸

پرهام علی بابایی

شماره عضویت:۸۵۴۹

علیرضا مرادیان حقی گروسی

شماره عضویت:۸۵۵۲

احسان ولد خانی

شماره عضویت:۸۵۵۳

سالار منیعی

شماره عضویت:۸۵۵۴

ابراهیم شکری

شماره عضویت:۸۵۶۲

بهروز طاهری

شماره عضویت:۸۵۶۳

سلمان محمدی

شماره عضویت:۸۵۶۴

نیما حاجتی ضیابری

شماره عضویت:۸۵۶۵

مهرداد خسروی دینار عالی

شماره عضویت:۸۵۶۶

علیرضا یمانی

شماره عضویت:۸۵۶۷

سعید لاری

شماره عضویت:۸۵۶۸

اشکان سرادار

شماره عضویت:۸۵۶۹