انجمن بتن ایران

ISSN 1735 - 1987

نشریه داخلی انجمن بتن ایران،سال بیست وسوم،شماره۸۷، پاییز۱۴۰۱

تازه ها

پیام هیات مدیره ۲

اخبار انجمن ۳

بانیان خانه انجمن ۴

پرسش و پاسخ ۷

مقالات علمی

-بررسی آزمایشگاهی تاثیر افزودن دوده سیمان (Kiln) در بهبود خواص مکانیکی ملات‌های ترمیمی حاوی میکروسیلیس و الیاف ۱۲

-ارزیابی استفاده از روسازی بتنی غیر مسلح درزدار (JPCP) در ایستگاه های BRT شهر تهران بوسیله تحلیل اجزای محدود (مطالعه موردی ایستگاه BRT میدان امام حسین (ع) شهر تهران) ۲۳

-ارتباط مقاومت خمشی با مقاومت فشاری بتن (مطالعه موردی فرودگاههای مهرآباد و رامسر) ۳۷

ویژه نامه بیستمین همایش روز بتن ۱۴۰۱

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:
آرش گوهری، خوشرو حامد، رضویان امرئی سید علی، شربتدار محمدکاظم، صادقی حقیقی حمیدرضا، صفا آرمان، یزداندوست‌همدانی شهرام.

مدیر امور اداری:
عزیز الله بریجانی

خدمات گرافیکی و امور اجرایی:
همراهان جاده های سبز
تلفکس۶-۲۲۶۷۰۰۴

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

همایش بتن با عنوان "بیست سال تلاش برای ترویج و ارتقاء دانش فنی بتن" با شکوه فراوان در تاریخ ۱۶ الی ۲۰ مهرماه سال جاری در مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی برگزار شد.

بیستمین سال برگزاری همایش فرصت مغتنمی شد تا همه کنشگران حوزه بتن فرصت طرح موضوعات و مسائل خود را داشته باشند که گزارش تفضیلی آن در شماره حاضر ارائه می شود. برگزاری میزگرد با حضور نمایندگان بخش خصوصی و بخش دولتی که در موضوع بتن درگیر هستند در روز سه شنبه بعداز ظهر مورخ ۱۹ مهرماه نقطه عطف همایش بودکه امید داریم منشاء تحول در صنعت تحول بتن در دهه آینده باشد. لازم است از کلیه اعضاء محترم انجمن و مهمانان عزیز و سرورانی که در این همایش شرکت نموده اند، سپاسگزاری شود و امید است که با استفاده از نظرات ارزشمند شرکت کنندگان در این همایش بتوانیم همایش در این همایش بتوانیم همایش سال آینده را باشکوه بیشتر برگزار کنیم.

هیات مدیره انجمن بتن ایران

مهم ترین مصوبات اخیر هیات مدیره

هیات مدیره انجمن بتن ایران در فصل پاییز ۱۴۰۱ ، از تاریخ ۱۴۰۱/۸/۱۰ تا تاریخ ۱۴۰۱/۹/۲۲ جمعاً سه 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 مقابل است:

تعداد پذیرفته شده در سه ماهه سوم سال ۱۴۰۱
تعداد اعضای حقیقی جدید:۳۰، تعداد کل:۵۶۹۳
تعداد اعضای حقوقی جدید:۱۵ ،تعدادکل:۱۶۴۰
تعداد اعضای‌دانشجویی‌جدید:۳۰ ،تعداد کل:۵۱۴۲
تعداد کاردان جدید:۰ ،تعداد کل:۱۰۴
تعداد کل اعضای انجمن بتن: ۱۲۵۷۹

استاد ارجمند جناب آقای دکتر فریدون مقدس نژاد

با نهایت تاسف و تاثر درگذشت **همسر گرامیتان** را به جنابعالی و خانواده محترم صمیمانه 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

جناب آقای مهندس محرم کریمی

دبیر محترم کانون سراسری انجمن های صنفی تولید کنندگان بتن آماده و قطعات بتنی کشور

با نهایت تاسف و تاثر درگذشت **خواهرگرامیتان** را به جنابعالی و خانواده محترم صمیمانه 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

جناب آقای دکتر مرتضی زاهدی

ریاست محترم کمیته طرحهای برتر بتنی و عضو سابق هیات مدیره انجمن بتن ایران

با نهایت تاسف و تاثر درگذشت **همسرگرامیتان** را به جنابعالی و خانواده محترم صمیمانه 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 علمی بتن ایران

جناب آقای دکتر مرتضی زاهدی

ریاست محترم کمیته طرحهای برتر بتنی و عضو سابق هیات مدیره انجمن بتن ایران

با نهایت تاسف و تاثر درگذشت **همسرگرامیتان** را به جنابعالی و خانواده محترم صمیمانه 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

۱ـ۲ـ 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.

۶-۱ 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

شیمی ساختمان

ساتراپ سامان ساز

لیکا

سعید امدادی

فیروز هادوی

نوسان

شرکت نامیکاران

پارس لاذه

مجتمع تولیدی -تحقیقاتی ایران فریمکو

BASF The Chemical Company

فهاب بتن

بتن شیمی

مرسل قالب

بسپار بتن ایرانیان هوشمند

آپتوس ایران

روعان بتن

ژیکاوا

ارگ بم کرمان

باربدسازه (پرسه)

مهندسین مشاور کوبان کاو

گروه مهندسین آسا تدبیر سازان

رومینا بتن نقش جهان

سیلیس آرا

سرمایه گذاری مسکن پردیس

خدمات خط و ابنیه فنی

سازیان

آسفالت طوس

پیماب

شهرداری تهران

شهرک بتن

طلا

الماس

مهندسان مشاور مهسایل

هیات‌مدیره
علی‌آمین‌پور
مهرداد خوبی
علیرضا بیزاد

IOEC
شرکت مهندسی و ساخت تاسیسات دریائی

طینا

مهدی قالیبافیان

شرکت فارس ایران

مهاب قدس

انجمن صنفی مواد شیمیایی ساختمان

خلخال دشت

دانشگاه علم و صنعت

رزین سازان فارس

صدرا

متوساک

جنرال مکانیک

آزمون ساز مبنا

ایران بن

علیرضا کریملی

ماهنامه راه و ساختمان

انجمن بتن ایران
نمایندگی آذربایجان شرقی

TARHOSAZEH

تارابتون

دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری

سازمان بنادر و دریانوردی

پروژه طرح توسعه مجتمع بندری شهید رجایی

خانه بتن

پارت بتن

مقاوم سازان بتن اروند
نمایندگی انحصاری ژیکاوا

بتون ویلا

شرکت ایران فریم

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

نقره

مجتمع عمرانی ارسنجه

Alborz® البرز شیمی آسیا

PERLITE CONSTRUCTION COMPANY
پرلیت

KC کیسون

توسعه سیلوها

نسران NASRAN
شرکت نسران

ROBIN EPC
طرح و ساخت رابین

ستاره سیرمان آسیا

پوزولان

T.I.S.P
آ.اس.پ

شرکت ساختمانی
لوزان

جهاد نصر حمزه

علی امین پور

برنز

قائم بتن ورامین

کمیک ساختمانی ایران

عمران پارس

آرمات
تکپوش صنعتی آرمات

ستاره های بلندپایه

TABLIEH CONSTRUCTION Co
شرکت ساختمانی تابلیه

AHAB Co.
شرکت آهاب

PERI
پری پارس Pars Ltd.

گچ مازندران

گچ امید سمنان

تقدیر

ویسا (سهامی خاص)

مهدی افشار

حسین رحیمی

محمد رضا جواهری

محمد عالی

ایمان ازیاران

پرسش و پاسخ

مدیریت محترم انجمن بتن ایران

موضوع: استعلام وجود ضوابط استاندارد و آیین نامه و عرفی

احتراماً خواهشمند است در صورت امکان در خصوص رابطه محاسباتی مابین مقدار مواد سیمانی(عیار) بتن آماده با رده مقاومت فشاری آن بر طبق ضوابط و استاندارد های موجود یا روابط عرفی اعلام نظر بفرمایید.

نانو بتن امین

شرکت محترم نانو بتن امین

عضو حقوقی انجمن بتن ایران

در پاسخ به پرسش آن شرکت محترم به شماره ۴۵۰-الف-۱۴۰۱ مورخ ۱۴۰۱/۷/۱۹ موارد زیر به استحضار می رسد.

۱- همانگونه که بارها در پاسخ به پرسش های مشابه گفته شده است هیچ رابطه ای بین مقاومت فشاری و مقدار مواد سیمانی بتن (آماده) یا عیار سیمان وجود ندارد و همه آنچه برخی پنداشته اند از اساس باطل می باشد. در هیچ آئین نامه یا استانداردی چنین رابطه ای وجود ندارد. ضمناً اینجانب مقصود از روابط عرفی را در یک مقوله علمی و فنی درک نمی کنم. این روابط عرفی درکجا وجود دارد؟ و به فرض اگر وجود داشته باشد پشتوانه علمی و فنی ندارد (مانند آنچه در فهرست بهای ابنیه و غیره دیده می شود).

۲- مقاومت فشاری بتن تابع عوامل مختلفی همچون کیفیت سیمان، کیفیت مواد مکمل سیمانی، نسبت آب به سیمان (مواد سیمانی)، عیار سیمان یا مواد سیمانی، حداکثر اندازه سنگدانه، دانه بندی، شکل دانه ها بویژه درشت دانه ها، بافت سطحی دانه ها، وجود مواد ریزدانه و پودرسنگ و غیره است.

بنابراین چگونه می توان انتظار داشت که یک رابطه خاص و ثابت بین عیار سیمان یا مواد سیمانی و مقاومت فشاری بتن وجود داشته باشد. نظر شما را به پرسش و پاسخ های فصلنامه های قبلی انجمن بتن که در همین رابطه بوده، جلب می نمایم.

محسن تدین

انجمن بتن ایران

ریاست محترم انجمن بتن ایران

جناب آقای دکتر شکرچی زاده

احتراماً این شرکت بتن ریزی ساختمان شخصی واقع در یکی از شهرستانهای استان کهگیلویه وبویراحمد با زیربنای تقریباً ۷۳۰ متر مربع را انجام داده که کلیه آزمایشات از کف تا ستونهای طبقه دوم همگی جواب عالی داده است لذا بتن ریزی سقف طبقه دوم که در تاریخ۱۴۰۱/۱۲/۲۰ ریخته شده ۵ سری آزمایش گرفته شده که نتایج دو نمونه آن کمتر از مقاومت مشخصه خواسته شده بوده و مقاومت آنها مکعبی (۲۴۵و۲۳۶)، (۲۲۶و۲۲۷) می باشد. مضافاً نتایج سه نمونه دیگر(۴۱۳،۳۸۲)، (۳۷۷،۳۹۳)،(۲۹۰،۲۹۹) می‌باشد.

حال سوال این است که آیا کل این سقف می بایست تخریب و بازسازی گردد یا اینکه آن قسمتی از سقف که جواب نداده و آزمایشگاه در زمان نمونه برداری مشخص نموده؟

یا اینکه راهکار دیگری میتوان انجام داد.

پیشاپیش از بذل و همکاری شما سپاسگزاریم.

عزیزالله آشنا

جناب آقای مهندس عزیزاله آشنا

درباره بتن ساختمان مورد نظر و جواب ندادن دو نمونه آن، موارد زیر به استحضار می رسد.

۱- رده مقاومتی بتن این سقف یا ساختمان چه بوده است؟

۲- تفاوت مقاومت پنج نمونه بسیار زیاد و در بازه ۲۲۷ تا ۳۹۸ می باشد که نشان دهنده نوسانات زیاد کیفی بتن است.

۳- با توجه به کم مقاومت بودن بتن، طبق فصل هشتم جلد ۲ آبا، طراح محترم پروژه می توانند با روش اول یا دوم تحلیلی، کفایت مقاومت برای باربری سقف یا سازه را بررسی نمایند. هم چنین می توان از روش مغزه گیری یا بارگذاری سقف استفاده نمود.

۴-در روش مغزه گیری، ابتدا می توان از چکش اشمیت نقاط مشکوک تر وضعیف تر را مشخص نمود و مغزه ها را از این مناطق تهیه کرد.

۵- در صورتیکه میانگین مغزه های سه گانه از ۰/۸۵ مقاومت مشخصه و حداقل آنها از ۰/۷۵ مقاومت مشخصه کمتر نباشد این بتن ها را از نظر سازه ای می توان پذیرفت.

۶- چنانچه در روش های تحلیلی یا مغزه گیری یا بارگذاری، بتن کم مقاومت پذیرفته شود به معنای پذیرش سازه ای بتن خواهد بود و بهر حال انطباق با رده وجود ندارد و فروشنده بتن با توجه به عدم انطباق بارده، مستحق جریمه متناسب خواهد بود.

۷- مسلماً روش بارگذاری بسیار وقت گیر و پرهزینه است. روش تحلیلی می تواند در زمان کمتری انجام شود و مغزه گیری نیز روشی است که زمان و هزینه متوسطی را دربر دارد.

۸- در مغـزه گیـری بـا اسـتفاده از آرماتوریـاب، سـعی شـود تـا میلگردهـا قطـع نشـود. ضـمناً بایـد از محلهایی مغزه گرفت که نسـبت ارتفـاع بـه قطـر مغـزه از ۱ کمتـر نباشـد. بـدیهی اسـت در سـقف تیرچـه بلوک، دال ۵ تا ۶ سانتی متری نمی تواند محل مناسبی برای تهیه مغزه باشد.

۹- توصـیه مـی شـود در تمـام مـوارد بـه فصـل هشـتم آبـای جدیـد در بحـث بررسـی بـتن کـم مقاومـت مراجعه گردد و متن آن بهمراه تفسیر و توضیح مدنظر قرار گیرد.

برای آزمایش بارگذاری سـازه بایـد بـه جلـد اول مراجعـه شـود. هـم چنـین مـی تـوان در صـورت نیـاز بـه بنـد ۸-۵-۵ آبـا (جلـد دوم) تحـت عنـوان سـایر اقـدامات مراجعـه نمـود امـا ایـن کارهـا بایـد تحـت نظـر طراح پروژه انجام گردد.

۱۰- بهرحـال پـس از تشـخیص منطقـه مشـکوک و احیانـاً کـم مقاومـت در صـورتی کـه از نظـر سـازه ای مورد پذیرش قـرار نگیـرد، یکـی از اقـدامات مقتضـی، تقویـت آن بخـش اسـت و لازم اسـت همـان منطقـه ضـعیف، تقویـت گـردد. امـروزه سـاده تـرین و راحـت تـرین راه تقویـت یـک عضـو خمشـی ماننـد دال، استفاده از صفحات *FRP* است که ضعف را در محل مورد نظر تقویت خواهد کرد.

محسن تدین

انجمن بتن ایران

انجمن بتن ایران

خواهشمند اسـت نظـر خـود را در مسـئله ذیـل اعـلام بفرماییـد. جهـت احـداث پـروژه مسـکونی بـا سـازه بتنـی در منـاطق مجـاور دریـا (خـط سـاحلی شـمال کشـور) بـا توجـه بـه دغدغـه کارفرمـا در خصـوص جلـوگیری از خـوردگی میلگـرد و دوام بـتن اسـتفاده از ژل میکروسـیلیس بـا هـدف آب بنـد کـردن اعضای بتنـی سـازه نظیـر فونداسـیون، تیـر و سـتون بـه کارفرمـا پیشـنهاد گردیـده اسـت. نظـر جنابعـالی در این خصوص موجب امتنان است.

علیرضا دوست محمدی

جناب آقای مهندس علیرضا دوست محمدی

عضو محترم حقیقی انجمن بتن ایران

در مـورد اسـتفاده از ژل میکروسـیلیس در اعضـای سـازه هـای بتنـی در منـاطق مجـاور دریـا، مـوارد زیـر در پاسخ به استحضار می رسد.

۱- به احتمال قوی مقصود جنابعـالی از دریـا، خلـیج فـارس و دریـای عمـان مـی باشـد و اینجانـب نیـز بـر این اسـاس پاسـخ خـود را تنظـیم خـواهم کـرد. در آئـین نامـه بـتن جدیـد ایـران (۱۴۰۰) و مبحـث نهـم مقـررات ملـی سـال(۱۳۹۹) ضـوابط مربوطـه بـرای بـتن مـورد اسـتفاده در کنـار و یـا ضـخامت پوشـش بتنی روی میلگرد ارائه شده اسـت. ایـن ضـوابط بـرای عمـر مفیـد ۲۵ تـا ۳۰ سـال کـاربرد دارد و چنانچـه عمر مفیـد ۵۰ تـا ۶۰ سـال در نظـر باشـد، بایـد ضـوابط یـک رده بـالاتر در جـداول مـد نظـر قـرار گیـرد. چنانچه مقصود جنابعالی سـازه هـای سـاحلی دریـای خـزر باشـد، ضـوابط یـک رده پـایین تـر مـلاک قـرار

می گیرد. ظاهراً سازه شما در مجاور دریای خزر است و در شرایط *XCS2* قرار دارد اما ظاهراً عمر مفید ۵۰ تا ۶۰ سال را خواهان هستید که سازه شما را مجدداً در شرایط *XCS3* قرار می دهد.

۲- با توجه به اینکه بخش هائی از سازه در شرایط *XCS3* قرار می گیرد نیاز به استفاده از یک پوزولان (ترجیحاً میکروسیلیس) قید شده است. این ضرورت استفاده از میکروسیلیس، جهت آب بندی نیست و مقابله با نفوذ یون کلرید و تاخیر در شروع خوردگی کاهش شدت خوردگی پس از شروع خوردگی مدنظر است، هر چند ممکن است تا حدودی به آب بندی نیز منجر گردد.

۳-مصرف میکروسیلیس در چنین بتن هایی با نسبت آب به سیمان کم (در این مورد کمتر از ۰/۴) باید حداقل در حدود ۵ درصد مواد سیمانی (بصورت جایگزین) باشد. ضمناً مجموع مواد سیمانی از ۴۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب فراتر نرود.

۴- در آبا و مقررات ملی مصرف ژل میکروسیلیس توصیه نشده است زیرا ژل میکروسیلیس دارای چارچوب مشخصات استاندارد نیست و انواع مختلفی از آن در بازار موجود است. بهرحال باید مصرف ۵ درصد میکروسیلیس جایگزین تامین شود و به هیچوجه در آئین نامه و مقررات مقدار مصرف ژل میکروسیلیس قید نشده است.

۵- دستگاه نظارت در صورتی که نسبت های موجود در ژل میکروسیلیس(شامل آب، میکروسیلیس و فوق روان کننده) را بداند و در مورد صحت کیفیت آنها نیز اطمینان داشته باشد، می تواند اجازه مصرف آن را بدهد.

۶- توصیه می شود در کارگاههای بزرگ، دوغاب یا ژل میکروسیلیس ساخته و مصرف گردد. لازم به ذکر است که در دنیا مشخصات استانداردی برای این دو محصول وجود ندارد تا امکان کنترل فراهم آید.

۷- بدیهی است مقدار میکروسیلیس موجود در دوغاب یا ژل باید در محاسبه مقدار مواد سیمانی بکار رود.

هم چنین مقدار آب موجود در این مواد باید برای محاسبه نسبت آب به مواد سیمانی منظور شود و مقدار فوق روان کننده نیز برای دستیابی به روانی مورد نظر با نسبت آب به سیمان پروژه کافی باشد.

۸- بر اساس توضیحات فوق، مشخص می گرددکه نمی توان یک ماده ای ثابت به نام ژل میکروسیلیس را در همه طرحهای مخلوط پروژه ها بکار برد و این امر نیز دلیل روشنی برای عدم مصرف یک ژل مشخص در پروژه های مختلف است. شاید بتوان گفت مصرف دوغاب میکروسیلیس و فوق روان کننده بصورت جداگانه امری عقلایی است تا بتوان به روانی مطلوب در کنار نسبت آب به مواد سیمانی مورد نظر دست یافت.

۹- متاسفانه در برخی انواع ژل میکروسیلیس که دارای یک فوق روان کننده با آب کم و میکروسیلیس بین۰/۵ تا ۱/۵ درصد سیمان می شود که عملاً این مقدار میکروسیلیس نقشی در افزایش دوام بتن ندارد و مقاومت آن را نیز افزایش نمی دهد.

۱۰-در نوع دیگر ژل میکروسیلیس، مقدار آب قابل توجه در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد و میکروسیلیس در حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد و مقدار نسبتاً کمی در حدود ۵ تا ۱۰ درصد فوق روان کننده (در حدود ۴۰ درصد ماده جامد) وجود دارد. بدین ترتیب با مصرف حتی ۹ درصد ژل میکروسیلیس نیز، مقدار میکروسیلیس جایگزین مواد سیمانی حاصل نخواهد و نیاز به مصرف حدود ۱۱ درصد از این نوع وجود دارد که معمولاً در بروشور شرکت های فروشنده چنین توصیه‌ای دیده نمی شود.

محسن تدین
انجمن بتن ایران

بررسی آزمایشگاهی تاثیر افزودن دوده سیمان (Kiln) در بهبود خواص مکانیکی ملات‌های ترمیمی حاوی میکروسیلیس و الیاف

حمیدرضا صادقی حقیقی
کارشناس ارشد سازه
دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان

محمدکاظم شربتدار
استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان
عضو انجمن بتن ایران

چکیده

مهم‌ترین مسئله در بحث تعمیر و ترمیم، سازگاری مصالح تقویت کننده یا ماده ترمیم به بستر سخت موجود است. احیاء عملکرد سازه به همان شکل گذشته از هدف‌های مهم ترمیم می‌باشد، لذا برای رسیدن به عملکرد مطلوب سازه و اثرپذیری ماده ترمیم، آزمون مشخص و استاندارد باید انجام شود که نیاز به بررسی بیشتری در این زمینه دارد. همچنین توسعه روز افزون ملات‌های ترمیمی جدید با کمک بتن‌های نوین و مکمل های بتنی و استفاده از مواد سیمانی بازیافتی مانند دوده سیمان نیاز به توجه بیشتری از نظر توسعه پایدار و اقتصادی و فنی است. هدف این پژوهش، بررسی تاثیر اضافه کردن دوده سیمان (kiln)، بعنوان ضایعات صنعتی کارخانجات سیمان به ملات ترمیمی بهمراه افزودن دوده سیلیس و الیاف بوده است. در این پژوهش، دوده سیمان از سه قسمت مختلف مراحل تولید و پخت سیمان شامل قسمت پیش از پخت (K1)، قسمت پخت کلینکر (K2) و قسمت انتهای تولید سیمان مخلوط شده با گچ (K3) تهیه شده است. ملات‌های ترمیمی از ترکیب دوده‌های مختلف سیمان با دوده سیلیس و ماکرو سینتتیک (PPS) ساخته شدند. دوده سیمان در سه مرحله با ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درصد وزنی سیمان، دوده سیلیس با ۳/۵و ۷/۵ درصد وزنی سیمان و الیاف با ۰/۲۵ ، ۰/۵و ۰/۷۵ درصد حجمی بودند. نمونه‌های فشاری مکعبی به ابعاد ۱۰۰ میلیمتر و نمونه کششی استوانه¬ای به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۲۰۰ میلیمتر ساخته شدند و در ۷ ،۲۸ و ۹۰ روز آزمایش شدند. نمونه‌ها برای ۱۰ طرح مخلوط در مرحله یک با بتن بدون الیاف و ۲۲ طرح مخلوط با بتن الیافی در مرحله ۲ با مقاومت‌های فشاری و کششی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج آزمایش¬های به دست آمده نشان داد که دوده سیمان (K1) تاثیر منفی بر مقاومت‌های فشاری و کششی گذاشت و منجر به کاهش قابل توجهی در این مقادیر شد، اما دوده سیمان (K2) تاثیر مثبت داشت و منجر به افزایش قابل توجهی در مقاومت فشاری و کششی گردید. میزان افزایش مقاومت فشاری ۷ روزه برای درصدهای ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درصد دوده سیمان (K2) برابر به ترتیب ۱۶، ۲۲ و ۳۴ بودند و برای ۲۸ روزه افزایش ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد و برای ۹۰ روزه افزایش ۶، ۸ و ۱۰ درصد بودند. میزان افزایش مقاومت کششی غیر مستقیم ۷ روزه برابر به ترتیب ۲، ۱۱ و ۱۵ درصد و برای مقاومت ۲۸ روزه افزایش ۳، ۱۲ و ۱۶ درصد بودند. ضمنا استفاده از دوده سیمان (K3) منجر به کاهش مقاومت فشاری و کششی شد و مقادیر کمتری نسبت به دوده (K1) داشتند. در مرحله دوم آزمایش¬ها، استفاده از دوده سیلیس و الیاف علاوه بر دوده‌های سیمانی منجر به افزایش مقاومت‌های فشاری و کششی شدند.

کلمات کلیدی: دوده سیمان، الیاف PP، دوده سیلیس، مقاومت فشاری، مقاومت کششی

۱. مقدمه

تقاضا برای استفاده از بتن و سیمان به عنوان مصالح ساختمانی با دوام رو به افزایش است و افزایش تولید سیمان منجر به افزایش گرد و غبارهای تولید سیمان (جمع شده در فیلترهای کارخانجات سیمان) میگردد. این گرد و غبارها حاصل سه بخش مختلف تولید سیمان هستند که بخش اول در آسیاب مواد خام هستند که چسبندگی خاصی ندارد و در بخش دوم دوده کوره سیمان (KILN) که یک ماده پودری مشابه سیمان می باشد وجود دارد که به مقدار قابل توجهی از سیستم های فیلتراسیون کارخانه ها بدست می آید و در بخش آخر نیز دوده حاصل از آسیاب گچ با کلینکر می‌باشد که از لحاظ شیمیایی خاصیت مشابه سیمان می‌باشد. دوده سیمان ماده ترکیبی نا همگن هم از نظر شیمیایی و هم از نظر اندازه ذرات می باشد که ترکیب شیمیایی آن بستگی زیادی به مواد اولیه، سوخت، نوع کوره، نوع سیمان و غیره دارد. علاوه بر این دغدغه دفع این ماده در طبیعت همواره به عنوان یک مشکل زیست محیطی مطرح بوده است. pH گرد و غبار مرطوب ۱۲ تا ۱۴ است و بسیار قلیایی است[۱-۲]. صدیق و همکاران (۲۰۱۴) گفتند که دوده سیمان کمی در آب محلول می شود [۳]. پس از افزودن آب، ممکن است گرما و بخار تولید کند. CKD با خواص فیزیکی زیر مشخص می شود: دانه بندی ۰,۰۳ میلی متر، حداکثر اندازه ذرات ۰,۳۰ میلی متر، سطح ویژه ۴۶۰۰ تا ۱۴۰۰۰ سانتی متر مربع بر گرم، وزن مخصوص ۲,۶ تا ۲,۸ گرم بر سانتی متر مکعب، حجم ظاهری ۵۰۰ تا ۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب [۴]. بر وفق مصلح الدین و همکاران ۲۰۰۸ وزن مخصوص برابر با ۲,۴ گرم بر سانتی متر مکعب است [۲]، در حالی که مارکو و همکاران (۲۰۱۲) و پیتهامپاران و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که به ترتیب برابر با ۲,۹۶ گرم بر سانتی متر مکعب و ۲,۴۲ گرم بر سانتی متر مکعب است [۱, ۵]. مارکو و همکاران (۲۰۱۲) بیان می کند که وزن حجمی دوده سیمان به ۷۴۲ کیلوگرم بر متر مکعب می رسد [۵]. طبق تحقیقات دیگری که در سالم و همکاران (۲۰۱۵) ارائه شده است، به دلیل قلیائیت بالا (PH حدود ۱۲)، دوده سیمان پتانسیل بالایی برای استفاده برای حذف فلزات سنگین مانند روی، منگنز، آهن، نیکل یا سرب از آب آلوده دارد [۶]. دوده سیمان همچنین ماده ای است که می تواند در پایداری خاک‌ها مورد استفاده قرار گیرد، که می تواند برای جاهای دفن زباله، جاده ها و ساختمان ها مهم باشد. این عمدتاً به دلیل شباهت آن به سیمان، آهک یا خاکستر بادی ایجاد می شود. کاربرد دوده سیمان همراه با خاکستر بادی در تحقیقات آدااسکا و تابرت (۲۰۰۸) تایید شده است [۷]. برای پایداری جاده ها و به ویژه خاک های رسی با موفقیت استفاده شد یوبنپات و همکاران (۲۰۱۷) [۸]. همچنین ثابت شده است که استفاده از دوده سیمان همانند آهک شکفته، برای پایداری خاک و مقاومت در برابر سرمای زیاد مناسب است. بر طبق میلر و آزاد (۲۰۰۰) استفاده از دوده سیمان برای رفتار خاک مفید است [۹]. انجام تحقیقات در مورد تأثیر این افزودن بر خصوصیات بتن کاملاً موجه است، به ویژه با توجه به اینکه ترکیب شیمیایی دوده سیمان به یک کارخانه سیمان مشخص بستگی دارد. با توجه به نتایج تحقیقات ارائه شده در ادبیات، مقدار دوده سیمان وارد شده به بتن با جایگزینی بخشی از سیمان پرتلند، خواص مکانیکی و دوام بتن را بدتر می کند. تعیین مقدار مرزی که با آن مقدار افزودنی تأثیر قابل توجهی بر کیفیت بتن ندارد، یک جنبه ضروری که در مطالعات انجام شده است. در نشریات متعدد بیان شده است که جایگزینی وزن کل سیمان با ۵٪ دوده سیمان خواص آن را بدتر نمی کند [۲,

۱۰]. بر اساس مطالعاتی که انجام شده است که فعالیت پوزلانی دوده سیمان کمتر از سیمان می باشد [۱۱]. دوده سیلیس به دلیل نرمی بسیار زیاد و محتوای سیلیس بالا، یک ماده پوزولانی بسیار موثر است. مشخصات استاندارد برای دوده سیلیس مورد استفاده در مخلوط های سیمانی ASTM C1240، EN 13263 است. تریپاتی و همکاران (۲۰۲۰) اثر اسید نیتریک بر بتن ساخته شده با استفاده از دود سیلیس مورد بررسی کردند [۱۲]، مشخص شد که مقاومت فشاری همه مخلوطهای بتن در محیط اسیدی برای تمام دورههای مواجهه شده کاهش مییابد و نتیجه گیری شد که بتن دوده سیلیسی در محیط اسیدی از دوام بیشتری نسبت به بتن معمولی برخوردار است. افزودن دوده سیلیسی به بتن باعث مقدار بهبود مقاومت به طور میانگین ۳۱ ٪ در مقاومت فشاری و ۱۷٪ در مقاومت کششی شده[۱۳].

۲. معرفی مصالح

برای ساخت طرح مخلوطهای ملات ترمیمی از سیمان پرتلند نوع۲ شاهرود استفاده شده که در آنالیز شیمیایی آن در جدول ۱ آورده شده است. در ساخت ملات تعمیری در این تحقیق از شن معدن شن سازان استفاده شده است که بزرگترین دانهبندی آن ۹/۵ میلیمتر بود که مشخصات دانه بندی آن در جدول ۲ ارائه گردید است و در ساخت ملات تعمیری از ماسه سیلیسی با ابعاد ۰,۳۳۵تا ۵ میلی متر استفاده شده که برای دستیابی به دانه بندی مناسب جهت استفاده در ملات ترمیمی با آزمایش این درصدها مطابق جدول ۳ حاصل شده است. درصد استفاده شده به همراه دانه-بندی آن در جدول ۴ گردید.

جدول ۱- آنالیز شیمیایی سیمان مصرفی

ترکیب شیمیایی	K_2O	Na_2O	SO_3	MgO	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	Sio_2
درصد (٪)	۰,۴۸	۰,۴۳	۲,۵۸	۱,۴۸	۶۳,۳۶	۳,۹۱	۴,۴۸	۲۱,۱۱

جدول ۲- درصد عبوری شن

اندازه الک (میلیمتر)	درصد عبوری شن (٪)
۱۲/۵	۱۰۰
۹/۵	۹۷
۴/۷۵	۱۶
۲/۳۶	۲

جدول ۳- درصد اندازههای ماسه

ماسه	دانه بندی					
	۳-۵	۱-۳	۰,۵-۱	۰,۱۲۵-۰,۵	۰,۳۳۵-۰,۱۲۵	۰,۰۹-۰,۳۳۵
درصد استفاده	۲۰	۲۰	۲۰	۱۰	۲۰	۱۰

دوده‌های سیمان استفاده شده در این تحقیق از فرآیند تولید سیمان حاصل شده که در سه مرحله انتخاب شده‌آند. (۱) دوده آسیاب مواد اولیه، (۲) دوده حین پخت سیمان (kiln) و (۳) دوده انتهای و زمان اضافه شدن گچ و آسیاب شدن کلینکر. همه دوده‌ها از فرآیند فیلتراسیون حاصل شده از کارخانه سیمان تهران تهیه شدند. دوده اولیه که از آسیاب کردن مواد خام و در ابتدای فرآیند تولید ایجاد میشود این دوده را که در کارخانه سیمان به نام خاک گویند خواص سیمان را نداشته و چون دمای آن پایین است با پک هوس جمع‌آوری می‌گردد. نتایج تست XRF در جدول ۵ آورده شده‌آند. دوده K2 دوم که در فرآیند پخت کیلنکر تولید می‌شود به علت دمای بالای آن توسط الکتروفیلتر جمع‌آوری می‌شود که مقداری خواص سیمان را دارا می‌باشد و در کارخانه و قسمت فیلتراسیون به خاک الکتریکی معروف است تقریبا سیمان خام بدون حضور گچ می‌باشد. نتایج تست XRF در جدول ۶ ارائه گردیده‌آند. دوده سوم (K3) آخر که توسط پکهوس جمعآوری می‌شود دوده‌ای است از آسیاب کلینکر به همراه گچ حاصل می‌شود این دوده خواص سیمان را داشته و نرمی بالا دارد و همچنین زودگیر می‌باشد که نتایج XRF دوده سیمان K3 در جدول ۷ آورده شده‌اند.

جدول ۴- درصد عبوری ماسه

اندازه الک (میلیمتر)	درصد عبوری ماسه (٪)
۹/۵	۷۸,۹۹
۴/۷۴	۶۶,۶۰
۲/۳۶	۵۴,۸۷
۱/۸	۴۵,۰۳
۰/۶	۳۳,۵۵
۰/۳	۲۱,۹۴
۰/۱۵	۵,۶۰

جدول ۵- ترکیب شیمیایی دوده سیمان K1(٪)

Tit	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O_3	Na_2O_3	cl
77.4	14.15	2.99	2.68	42.25	1.05	0.29	0.41	0.31	0.007

جدول ۶- ترکیب شیمیایی دوده سیمان K2. (٪)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O_3	Na_2O_3
22.1	4.66	4.15	66.1	1.37	0.56	0.4	0.4

جدول ۷- ترکیب شیمیایی دوده سیمان K3. (٪)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O_3	Na_2O_3
21.13	4.47	3.93	63.36	1.61	2.55	0.53	0.48

ضمنا در این تحقیق از دوده سیلیس (میکروسیلیس) کارخانه فروسیلیس ایران واقع در سمنان استفاده شده است. از الیاف ماکرو سینتتیک (PPS) در درصد حجمی کم برای کنترل ترک و افزایش دوام بتن استفاده شده که مشخصات فیزیکی آن در جدول ۸ توضیح داده شده است.

جدول ۸- مشخصات فیزیکی و شیمیایی الیاف

جنس الیاف : پلی اولفین(PPS)	مقاومت در برابر اسید و باز : عالی
شکل الیاف : رشته‌های تابیده	وزن مخصوص : ۰,۹۱gr/cm3
دمای ذوب: ۱۸۰-۱۶۰	مدول الاستیسته: ۶,۴ GPa
جذب آب : ندارد	مقاومت کششی : ۶۹۳Mpa
در دمای ۱۸- شکننده می‌شود	طول الیاف : ۵ سانتی‌متر

در ساخت ملات تعمیری از فوق روان کننده شرکت کپکو واقع در شهر سمنان استفاده شده است. افزودنی پلاستیت ۱۰۰ SPC یک فوق روان کننده بر پایه پلی‌کربوکسیلات اتر است که مناسب بتن‌های با نسبت آب به سیمان کمتر از ۴۰ ٪ در هوای معتدل می‌باشد. پلاستیت ۱۰۰ SPC با پخش‌شوندگی بالای سیمان، باعث یکنواختی بتن نهایی می‌شود این افزودنی با استانداردهای ISIRI 2930 ASTM C494, مطابقت دارد.

۳. طرح اختلاط، نحوه ترکیب مصالح، عمل آوری و آزمایشات

ابتدا با توجه به جداول طرح مخلوط، مواد در مرحله اول توزین می شوند و سپس ماسه، شن، سیمان و دوده سیمان به مدت ۶۰ ثانیه به صورت خشک مخلوط می شوند. در مرحله ی بعدی ۷۰ درصد از آب به مخلوط خشک اضافه می شود و به مدت ۳۰ ثانیه ترکیب می شود. مرحله سوم اضافه کردن ۳۰ درصد از آب با فوق روان کننده توزین شده به مخلوط می باشد و به مدت ۶۰ ثانیه اختلاط ادامه می یابد. پس از مرحله ی سوم دستگاه میکسر خاموش می شود و با ابزاری متناسب با ظرف میکسر به زیر و کردن ملات جهت اطمینان از مخلوط شدن کامل مصالح پرداخته می شود و سپس به مدت ۹۰ ثانیه میکسر روشن شده تا عمل اختلاط ادامه یابد و خمیر ملات تعمیراتی آماده ریختن در قالب ها می شود. همین مرحله‌ها در مرحله دوم تکرار می‌شود.

در این تحقیق طرح‌های اختلاط ملات ترمیمی استفاده شده در مرحله اول در جدول ۹ ارائه شده است که این طرح ترکیب سیمان، دوده سیمان، شن، ماسه، آب و فوق روان کننده می‌باشد. K0 بعنوان نمونه مرجع بدون دوده سیلیس است و نمونه های با K1 (دوده مرحله اول) و K2 (دوده مرحله دوم) و K3 (دوده مرحله سوم) با سه درصد ۱۲، ۲۴، ۳۶ درصد هستند که در نامگذاری مدنظر قرار گرفتند. با توجه به نتایج آزمایش‌های فاز اول، مشخص شد که مخلوط (K2-36) بهترین نتیجه را دارند، از این مخلوط‌ها به منظور ساخت نمونه‌های بتنی حاوی درصدهای مختلف از دوده سیلیس و الیاف استفاده گردید که مجموعا ۱۱ طرح اختلاط در مرحله دوم مطابق جدول ۱۰ در نظر گرفته شدند. در این طرح مخلوط در مواردی فقط دوده سیلیس SF با درصدهای ۳,۵ و ۷,۵ درصد از

وزن سیمان استفاده شده و در مواردی الیاف PPS بصورت F با درصدهای حجمی ۰,۲۵، ۰,۵ و ۰,۷۵ بودند و بعضی طرح‌ها هم ترکیب دوده سیلیس و الیاف هستند.

آزمایش مقاومت فشاری بر روی نمونه‌های مکعبی با ابعاد ۱۰۰*۱۰۰*۱۰۰ mm و طبق استاندارد ASTM C39 انجام گرفت و روند آزمایش به این صورت است که نمونه‌های مکعبی زیر جک هیدرولیکی قرار داده می‌شوند و در جهت قائم، تحت فشار قرار می‌گیرند تا در آخر از هم گسیخته شد و بیشترین فشار یا تنشی که برای شکستن نمونه بر حسب MPa مورد نیاز بوده است، توسط دستگاه ثبت می‌شود. آزمایش تعیین مقاومت کششی غیر مستقیم (برزیلی) بر روی نمونه‌های استوانه‌ای ۲۰۰*۱۰۰ میلیمتر براساس ASTM C293-79 انجام گردید.

جدول ۹- طرح‌های مخلوط ملات ترمیمی استفاده شده در مرحله اول(۱ متر مکعب)

کد مخلوط	آب (kg)	سیمان (kg)	درصد دوده سیمان (٪)	دوده سیمان (kg)	نوع دوده سیمان	شن (kg)	ماسه (kg)	فوق روان کننده (kg)
K0	۲۴۰	۵۸۵	۰	-	-	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K1-12	۲۴۰	۵۱۵	۱۲	۷۰	K1	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K1-24	۲۴۰	۴۴۴	۲۴	۱۴۰	K1	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K1-36	۲۴۰	۳۷۴	۳۶	۲۱۰	K1	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K2-12	۲۴۰	۵۱۵	۱۲	۷۰	K2	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K2-24	۲۴۰	۴۴۴	۲۴	۱۴۰	K2	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K2-36	۲۴۰	۳۷۴	۳۶	۲۱۰	K2	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K3-12	۲۴۰	۵۱۵	۱۲	۷۰	K3	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K3-24	۲۴۰	۴۴۴	۲۴	۱۴۰	K3	۳۸۴	۱۱۵۳	۳
K3-36	۲۴۰	۳۷۴	۳۶	۲۱۰	K3	۳۸۴	۱۱۵۳	۳

جدول ۱۰- مخلوط‌های بتنی حاوی دوده سیلیس و الیاف (۱ متر مکعب)

کد مخلوط	آب	مقدار سیمان (kg)	دوده سیمان	دوده سیلیس	الیاف پلی اولفین کامل (kg)
K2-36, SF-3.5	۲۴۰	۳۵۴.۱۵	۲۱۰.۷۳	۲۰.۴۹	۰
K2-36, SF-7.5	۲۴۰	۳۳۰.۷۳	۲۱۰.۷۳	۴۳.۹	۰
K2-36, F-0.25	۲۴۰	۳۷۴.۶۳	۲۱۰.۷۳	۰	۲.۲۸
K2-36, F-0.5	۲۴۰	۳۷۴.۶۳	۲۱۰.۷۳	۰	۴.۵۵
K2-36, F-0.75	۲۴۰	۳۷۴.۶۳	۲۱۰.۷۳	۰	۶.۸۳
K2-36, SF-3.5, F-0.25	۲۴۰	۳۵۴.۱۵	۲۱۰.۷۳	۲۰.۴۹	۲.۲۸
K2-36, SF-3.5, F-0.5	۲۴۰	۳۵۴.۱۵	۲۱۰.۷۳	۲۰.۴۹	۴.۵۵
K2-36, SF-3.5, F-0.75	۲۴۰	۳۵۴.۱۵	۲۱۰.۷۳	۲۰.۴۹	۶.۸۳
K2-36, SF-7.5, F-0.25	۲۴۰	۳۳۰.۷۳	۲۱۰.۷۳	۴۳.۹	۲.۲۸
K2-36, SF-7.5, F-0.5	۲۴۰	۳۳۰.۷۳	۲۱۰.۷۳	۴۳.۹	۴.۵۵
K2-36, SF-7.5, F-0.75	۲۴۰	۳۳۰.۷۳	۲۱۰.۷۳	۴۳.۹	۶.۸۳

۴. تحلیل نتایج

در مورد نتایج مرحله اول مقاومت‌های فشاری ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه نمونه‌های مکعبی ۱۰۰ میلیمتری و مقاومت‌های کششی غیر مستقیم ۷، ۲۸ روزه نمونه‌های استوانه‌ای ۱۰۰*۲۰۰ میلیمتر مخلوط‌های بتنی شامل سه نوع دوده سیمان K1, K2, K3 با در صدهای (۱۲، ۲۴، ۳۶) در جدول‌های۱۱ و ۱۲ ارائه شده‌اند. با توجه به نتایج آزمایش‌های مرحله اول، مشخص شد که مخلوط‌های K2-36 بهترین نتیجه را داشتند که از این مخلوط به منظور ساخت نمونه های بتنی حاوی درصدهای مختلف از دوده سیلیس و الیاف استفاده گردید که مجموعا ۱۱ طرح اختلاط در مرحله دوم در نظر گرفته شدند. مقاومت‌های فشاری ۷ و ۲۸ روزه نمونه‌های مکعب ۱۰۰ میلیمتری و مقاومت‌های کششی غیر مستقیم ۷ و ۲۸ روزه نمونه‌های استوانه‌ای قطر ۱۰۰ میلیمتر مخلوط‌های بتنی شامل دوده سیمانی (K2-36)، دوده سیلیس با در صدهای وزنی (۳,۵، ۷,۵) و الیاف با درصدهای حجمی (۰,۲۵، ۰,۵، ۰,۷۵) در جدول‌های ۱۳ و ۱۴ ارائه شدند.

بر اساس نتایج بدست آمده مرحله اول، با افزایش درصد دوده سیمان نوع K1 مقاومت فشاری ۹، ۲۸ و ۹۰ روزه کاهش یافت. میزان کاهش مقاومت ۷ روزه برای درصدهای ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درصد دوده سیمان برابر به ترتیب ۷، ۱۲ و ۱۷ درصد بود و برای ۲۸ روزه کاهش ۵، ۱۰ و ۱۸ درصد و برای ۹۰ روزه کاهش ۳، ۱۳ و ۲۴ درصد بودند. با افزایش درصد دوده سیمان نوع K2 مقاومت فشاری ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه افزایش یافتند. میزان افزایش مقاومت ۷ روزه برای درصدهای ۱۲، ۲۴ و ۳۶ دوده سیمان برابر به ترتیب ۱۶، ۲۲ و ۳۴ درصد و برای ۲۸ روزه افزایش ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد و برای ۹۰ روزه افزایش ۶، ۸ و ۱۰ درصد بودند. با افزایش درصد دوده سیمان نوع K3 مقاومت فشاری ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه کاهش یافت که میزان کاهش مقاومت ۷ روزه برای درصدهای ۱۲، ۲۴ و ۲۹ درصد دوده سیمان برابر به ترتیب ۱، ۸ و ۳۳ درصد و برای ۲۸ روزه کاهش ۸، ۱۰ و ۳۶ درصد و برای ۹۰ روزه کاهش ۸، ۱۱ و ۳۴ درصد بودند.

جدول ۱۱- مقاومت فشاری ۷، ۲۸ و ۹ روزه مخلوط‌های بتنی شامل دوده سیمان مختلف.

کد مخلوط	(MPa) روزه ۷		(MPa) روزه ۲۸		(MPa) روزه ۹۰	
	هر نمونه	متوسط	هر نمونه	متوسط	هر نمونه	متوسط
K0	۴۳.۳	۴۱.۱	۵۳.۸	۵۴.۲	۵۹.۲	۶۲.۶
	۴۰.۹		۵۱.۵		۶۳.۱	
	۳۹.۱		۵۷.۳		۶۵.۵	
K1-12	۴۲.۱	۳۷.۶	۴۸.۲	۵۱.۳	۵۷.۰	۶۰.۸
	۳۵.۲		۴۸.۶		۶۱.۱	
	۳۵.۵		۵۷.۰		۶۴.۳	
K1-24	۳۹.۵	۳۶.۱	۴۵.۱	۴۸.۷	۴۹.۸	۵۴.۲
	۳۳.۶		۴۷.۴		۵۷.۵	
	۳۵.۲		۵۳.۶		۵۵.۳	
K1-36	۳۲.۹	۳۴.۲	۴۵.۳	۴۴.۶	۵۰.۱	۴۷.۸
	۳۴.۶		۴۵.۹		۴۷.۲	
	۳۵.۱		۴۲.۶		۴۶.۱	
K2-12	۴۵.۷	۴۷.۶	۵۷.۴	۵۹.۱	۶۸.۴	۶۶.۲
	۴۶.۲		۶۳.۰		۶۸.۲	
	۵۰.۹		۵۶.۹		۶۲.۰	
K2-24	۵۱.۷	۵۰.۲	۶۰.۵	۶۰.۸	۶۶.۷	۶۷.۶
	۴۹.۸		۵۹.۶		۶۷.۹	
	۴۹.۱		۶۲.۳		۶۸.۲	
K2-36	۵۷.۲	۵۵.۱	۶۱.۴	۶۲.۱	۶۶.۳	۶۹.۱
	۵۴.۶		۶۰.۲		۶۹.۷	
	۵۳.۵		۶۴.۷		۷۱.۳	
K3-12	۴۲.۹	۴۰.۷	۵۰.۱	۴۹.۹	۵۴.۷	۵۷.۳
	۴۰.۸		۴۷.۳		۵۷.۲	
	۳۸.۴		۵۲.۳		۶۰.۰	
K3-24	۴۰.۷	۳۷.۸	۴۶.۵	۴۸.۸	۵۱.۶	۵۵.۷
	۳۵.۹		۴۷.۶		۵۸.۴	
	۳۶.۸		۵۲.۳		۵۷.۱	
K3-36	۳۱.۴	۲۹.۳	۳۴.۹	۳۶.۵	۳۸.۶	۴۱.۳
	۲۷.۷		۳۵.۸		۴۳.۲	
	۲۸.۸		۳۸.۸		۴۲.۱	

جدول ۱۲- مقاومت کششی غیر مستقیم ۷ و ۲۸ روزه مخلوط‌های بتنی شامل دوده سیمان مختلف.

کد مخلوط	(MPa) روزه 7		(MPa) روزه 28	
	هر نمونه	متوسط	هر نمونه	متوسط
K0	۱.۵۴	۱.۴۶	۲.۱۵	۲.۱۶
	۱.۴۶		۲.۰۶	
	۱.۳۹		۲.۲۹	
K1-12	۱.۲۵	۱.۱۱	۱.۶۷	۱.۷۸
	۱.۰۴		۱.۶۹	
	۱.۰۵		۱.۹۸	
K1-24	۱.۰۸	۰.۹۹	۱.۵۹	۱.۷۲
	۰.۹۲		۱.۶۷	
	۰.۹۶		۱.۸۹	
K1-36	۰.۸	۰.۸۳	۱.۴۹	۱.۴۶
	۰.۸۴		۱.۵۱	
	۰.۸۵		۱.۴۰	
K2-12	۱.۴۴	۱.۵۰	۲.۱۶	۲.۲۳
	۱.۴۵		۲.۳۸	
	۱.۶		۲.۱۶	
K2-24	۱.۶۷	۱.۶۲	۲.۴۱	۲.۴۲
	۱.۶۱		۲.۳۷	
	۱.۵۹		۲.۴۸	
K2-36	۱.۷۵	۱.۶۹	۲.۴۹	۲.۵۱
	۱.۶۷		۲.۴۴	
	۱.۶۴		۲.۶۲	
K3-12	۱.۱۴	۱.۰۸	۱.۵۰	۱.۵۰
	۱.۰۸		۱.۴۲	
	۱.۰۲		۱.۵۷	
K3-24	۰.۹۶	۰.۸۹	۱.۱۹	۱.۲۴
	۰.۸۵		۱.۲۱	
	۰.۸۷		۱.۳۳	
K3-36	۰.۸۹	۰.۸۰	۱.۰۶	۱.۱۱
	۰.۷۵		۱.۰۹	
	۰.۷۷		۱.۱۹	

با افزایش درصد دوده سیمان نوع K1 مقاومت کششی ۷، ۲۸ روزه کاهش یافت که میزان کاهش مقاومت ۷ روزه برای درصدهای ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درصد دوده سیمان برابر به ترتیب ۲۴، ۳۳ و ۴۳ درصد و برای مقاومت ۲۸ روزه کاهش ۸، ۲۱ و ۳۲ درصد بودند. با افزایش درصد دوده سیمان نوع K2 مقاومت کششی ۷، ۲۸ روزه افزایش یافتند که میزان افزایش مقاومت ۷ روزه برای درصدهای ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درصد دوده سیمان برابر به ترتیب ۲، ۱۱ و ۱۵ درصد و برای مقاومت ۲۸ روزه افزایش ۳، ۱۲ و ۱۶ درصد بودند. با افزایش درصد دوده سیمان نوع K3 مقاومت کششی ۷، ۲۸ روزه کاهش یافتند که میزان کاهش مقاومت ۷ روزه برای درصدهای ۱۲، ۲۴ و ۲۹ درصد دوده سیمان برابر به ترتیب ۲۶، ۳۹ و ۴۶ درصد و برای مقاومت ۲۸ روزه کاهش ۳۱، ۴۳ و ۴۹ درصد بودند.

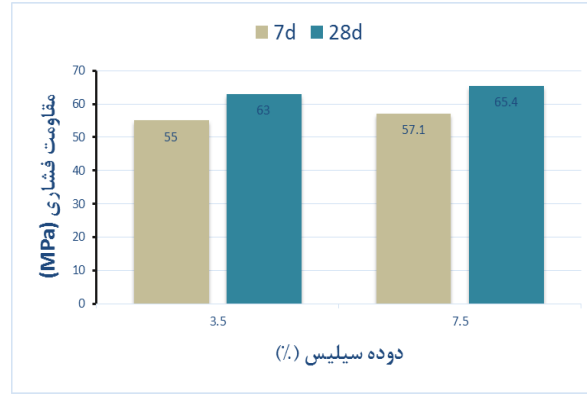
جدول ۱۳- مقاومت فشاری ۷، ۲۸ روزه مخلوط‌های بتنی شامل دوده سیمان، دوده سیلیس و الیاف.

کد مخلوط	(MPa) روزه ۷		(MPa) روزه ۲۸	
	هر نمونه	متوسط	هر نمونه	متوسط
K0	۴۳.۳	۴۱.۱	۵۳.۸	۵۴.۲
	۴۰.۹		۵۱.۵	
	۳۹.۱		۵۷.۳	
K2-36, SF-3.5	۵۰.۶	۵۵.۰	۵۹.۷	۶۳
	۵۸.۸		۶۷.۴	
	۵۵.۶		۶۱.۷	
K2-36, SF-7.5	۵۳.۱	۵۷.۱	۶۴.۱	۶۵.۴
	۵۹.۳		۷۰.۰	
	۵۸.۸		۶۲.۱	
K2-36, F-0.25	۵۱.۲	۵۴.۶	۵۶.۵	۵۹.۵
	۵۳.۰		۵۸.۳	
	۵۹.۵		۶۳.۷	
K2-36, F-0.5	۵۴.۲	۵۵.۳	۶۰.۷	۶۱.۴
	۵۸.۵		۶۵.۱	
	۵۳.۱		۵۸.۳	
K2-36, F-0.75	۵۶.۲	۵۵.۸	۶۳.۱	۶۱.۹
	۵۸.۰		۶۴.۴	
	۵۳.۰		۵۸.۲	
K2-36, SF-3.5, F-0.25	۵۸.۴	۵۶.۲	۶۴.۵	۶۲.۶
	۵۷.۲		۶۵.۶	
	۵۲.۸		۵۷.۶	
K2-36, SF-3.5, F-0.5	۵۳.۷	۵۷.۱	۶۵.۶	۶۴.۳
	۵۸.۲		۶۱.۱	
	۵۹.۳		۶۶.۲	
K2-36, SF-3.5, F-0.75	۵۶.۰	۵۶.۶	۶۱.۸	۶۳.۷
	۵۸.۸		۶۶.۲	
	۵۴.۹		۶۳.۱	
K2-36, SF-7.5, F-0.25	۶۱.۷	۵۸.۳	۶۹.۹	۶۵.۳
	۵۸.۹		۶۶.۰	
	۵۴.۲		۶۰.۱	
K2-36, SF-7.5, F-0.5	۵۵.۱	۵۶.۹	۶۵.۱	۶۶.۴
	۵۹.۱		۶۸.۳	
	۵۶.۳		۶۵.۷	
K2-36, SF-7.5, F-0.75	۵۵.۰	۵۷.۳	۶۴.۸	۶۶.۹
	۶۰.۲		۷۰.۲	
	۵۶.۶		۶۵.۶	

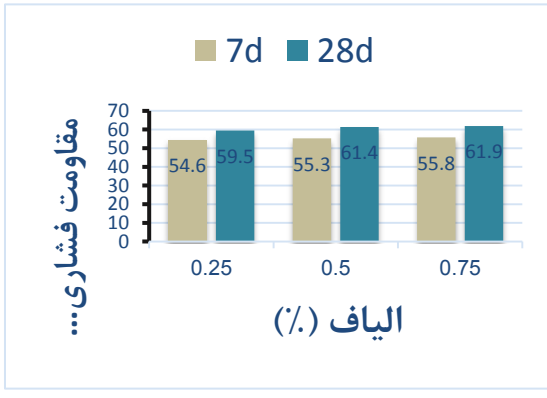
جدول ۱۴- مقاومت فشاری ۷، ۲۸ روزه مخلوط‌های بتنی شامل دوده سیمان، دوده سیلیس و الیاف.

کد مخلوط	(MPa) روزه ۷		(MPa) روزه ۲۸	
	هر نمونه	متوسط	هر نمونه	متوسط
K2-36, SF-3.5	۱.۸۱	۱.۸۶	۲.۵۵	۲.۷۱
	۱.۹۱		۲.۸۶	
K2-36, SF-7.5	۱.۹۴	۱.۸۸	۲.۸۳	۲.۷۵
	۱.۸۱		۲.۶۷	
K2-36, F-0.25	۲.۳۹	۲.۴۲	۳.۴۷	۳.۵۲
	۲.۴۵		۳.۵۷	
K2-36, F-0.5	۲.۴۸	۲.۵۳	۳.۶۰	۳.۶۸
	۲.۵۸		۳.۷۶	
K2-36, F-0.75	۲.۴۸	۲.۵۵	۳.۶۳	۳.۷۱
	۲.۶۱		۳.۷۹	
K2-36, SF-3.5, F-0.25	۲.۴۸	۲.۴۷	۳.۶۰	۳.۵۸
	۲.۴۵		۳.۵۷	
K2-36, SF-3.5, F-0.5	۲.۴۸	۲.۵۵	۳.۶۳	۳.۶۹
	۲.۶۱		۳.۷۶	
K2-36, SF-3.5, F-0.75	۲.۴۸	۲.۵۹	۳.۶۰	۳.۷۶
	۲.۷۱		۳.۹۲	
K2-36, SF-7.5, F-0.25	۲.۵۱	۲.۵۰	۳.۶۶	۳.۶۴
	۲.۴۸		۳.۶۳	
K2-36, SF-7.5, F-0.5	۲.۴۵	۲.۵۸	۳.۵۷	۳.۷۶
	۲.۷۱		۳.۹۵	
K2-36, SF-7.5, F-0.75	۲.۴۲	۲.۵۹	۳.۵۳	۳.۷۷
	۲.۷۷		۴.۰۱	

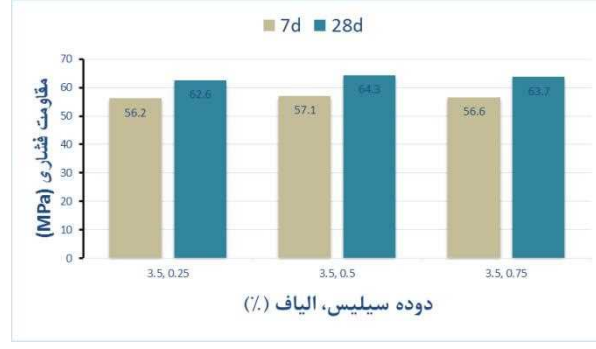
بر اساس نتایج بدست آمده در مرحله دوم، افزودن دوده سیلیس با درصدهای ۳,۵ و ۷,۵ درصد و الیاف با درصدهای ۰,۲۵، ۰,۵ و ۰,۷۵ درصد به صورت جداگانه یا با هم باعث افزایش مقاومت فشاری و کششی غیر مستقیم شدند. مقاومت فشاری بتن حاوی دوده سیلیس با درصدهای ۳,۵ و ۷,۵ درصد نسبت به مقاومت بتن مرجع برای ۷ روزه به ترتیب ۳۴ و ۳۹ درصد و برای ۲۸ روزه به ترتیب ۱۶ و ۲۱ درصد افزایش نشان دادند. در صورت استفاده از الیاف با درصدهای ۰,۲۵، ۰,۵ و ۰,۷۵ درصد، این نسبت افزایش نسبت به بتن مرجع برای ۷ روزه به ترتیب ۳۳، ۳۵ و ۳۶ درصد و برای ۲۸ روزه به ترتیب ۱۰، ۱۳ و ۱۴ درصد بودند. در حالت استفاده همزمان دوده سیلیس و الیاف، نسبت افزایش مقاومت فشاری نسبت به بتن مرجع برای ۷ روزه بین ۳۷ تا ۴۲ درصد و برای ۲۸ روزه بین ۱۵ تا ۲۳ درصد بودند. نتایج مربوطه در شکل‌های ۱ تا ۴ نشان داده شده اند.



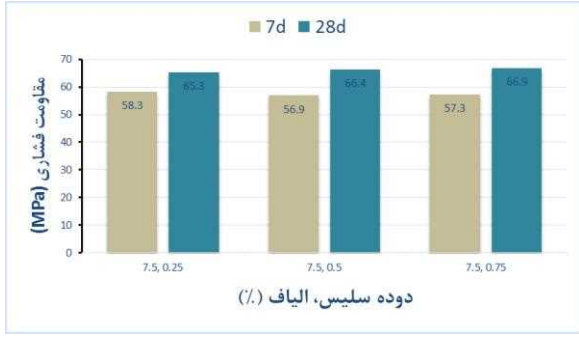
شکل ۱- مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه بتن‌های شامل دوده سیمان K2 ۳۶ درصد با فقط دوده سیلیس.



شکل ۲- مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه بتن‌های شامل دوده سیمان ۳۶K2 درصد با فقط الیاف کامل.



شکل ۳- مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه بتن‌های شامل دوده سیمان K2 ۳۶ درصد با ترکیب دوده سیلیس درصد ۳,۵ و الیاف کامل



شکل ۴- مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه بتن‌های شامل دوده سیمان ۳۶K2 درصد با ترکیب دوده سیلیس با درصد ۷,۵ و الیاف کامل

مقاومت کششی غیر مستقیم بتن های مورد نظر در مقایسه با نتایج مقاومت بتن مرجع افزایش داشتند بطوری‌که در حالت استفاده از دوده سیلیس با درصدهای ۳,۵ و ۷,۵ درصد، این افزایش برای ۷ روزه به ترتیب ۲۸ و ۲۹ درصد و برای ۲۸ روزه به ترتیب ۲۵ و ۲۷ درصد بودند. در حالت استفاده از الیاف با درصدهای ۰,۲۵، ۰,۵ و ۰,۷۵ درصد، افزایش مقاومت کششی برای ۷ روزه به ترتیب ۶۶، ۷۳ و ۷۴ درصد و برای ۲۸ روزه به ترتیب ۶۳، ۷۰و ۷۲ درصد بودند. در حالت استفاده از همزمان دوده سیلیس و الیاف، افزایش مقاومت کششی بتن های مورد نظر در مقایسه با نتایج مقاومت بتن مرجع برای ۷ روزه بین ۶۹ تا ۷۸ درصد و برای ۲۸ روزه بین ۶۶ تا ۷۵ درصد بودند.

۵. نتیجه گیری

بعد از بررسی و آنالیز نتایج آزمایشگاهی بدست آمده مشخص شد که دوده‌های سیمانی K1 و K3 تاثیر منفی بر مقاومت فشاری و کششی غیر مستقیم تاثیر دارد و هر چه میزان دودهای سیمانی K1 و K3 بیشتر باشد هر چه مقاومت‌های فشاری و کششی غیر مستقیم ی‌ر تمام عمرها با مقایسه با بتن مرجع کمتر می‌شود. برخلاف دوده سیمانی K2 که دارای تاثیری مثبت بر مقاومت‌های فشاری و کششی با افزایش درصد آن مقاومت را افزایش می دهد. به همین ترتیب، مقاومت فشاری و کششی با افزودن دوده سیلیس و الیاف بهبود یافتند، مقاومت فشاری تا ۴۲ درصد برای ۷ روزه و تا ۲۳ درصد برای ۲۸ روزه و مقاومت کششی تا ۷۸ درصد برای ۷ روزه و تا ۷۵ درصد برای ۲۸ روزه افزایش یافته است.

۶- منابع

1. Peethamparan, S., Olek, J., Lovell, J. (2008). Influence of chemical and physical characteristics of cement kiln dusts (CKDs) on their hydration behavior and potential suitability for soil stabilization. Cement and concrete research, 2008. 38(6): p. 803-815.

2. Maslehuddin, M., Al-Amoudi, S.B., Shameem, M., Rehman, M.K. (2008), Usage of cement kiln dust in cement products–research review and preliminary investigations. Construction and Building Materials, 2008. 22(12): p. 2369-2375.

3. Siddique, R. (2014). Utilization of industrial by-products in concrete. Procedia Engineering, 2014. 95: p. 335-347.

4. Siddique, R., Rajor, A. (2012). Use of cement kiln dust in cement concrete and its leachate characteristics. Resources, Conservation and Recycling, 2012. 61: p. 59-68.

5. Marku, J., DUMI, I., LIÇO, E., DILO, T. (2012). The characterization and the utilization of cement kiln dust (CKD) as partial replacement of Portland cement in mortar and concrete production. Zaštita materijala, 2012. 53: p. 334-344.

6. Salem, W., Sayed, W.F., Halawy, S.A., Elamary, R.B. (2015) et al., Physicochemical and microbiological characterization of cement kiln dust for potential reuse in wastewater treatment. Ecotoxicology and environmental safety, 2015. 119: p. 155-161.

7. Adaska, W.S., Taubert, D.H. (2008). Beneficial uses of cement kiln dust. in 2008 IEEE Cement Industry Technical Conference Record. 2008. IEEE.

8. Yoobanpot, N., Jamsawang, P., Horpibulsuk, S. (2017). Strength behavior and microstructural characteristics of soft clay stabilized with cement kiln dust and fly ash residue. Applied Clay Science, 2017. 141: p. 146-156.

9. Miller, G.A., Azad, S. (2000). Influence of soil type on stabilization with cement kiln dust. Construction and building materials, 2000. 14(2): p. 89-97.

10. Batis, G., Rakanta, E., Sideri, E., Chaniotakis, E. (2002). Advantages of simultaneous use of cement kiln dust and blast furnace slag. in Challenges of Concrete Construction: Volume 5, Sustainable Concrete Construction: Proceedings of the International Conference held at the University of Dundee, Scotland, UK on 9–11 September 2002. 2002. Thomas Telford Publishing.

11. Abdel-Gawwad, H.A., Heikal, M., Mohammed, M.S., El-Aleem, S.A., SoltanHassan, H. (2019) Sustainable disposal of cement kiln dust in the production of cementitious materials. Journal of Cleaner Production, 2019. 232: p. 1218-1229.

12. Tripathi, D., (2020)Silica fume mixed concrete in acidic environment. Materials Today: Proceedings, 2020. 27: p. 1001-1005

۱۳. سلطانی، مرضیه، آرزومندی، مهدی، حاج مهدی، مجتبی، یعقوبی، محمدعلی (۱۳۹۵). "مشخصات بتن حاوی سنگدانه ریزدانه آسفالت بازیافتی و دوده سیلیسی "، مجله پژوهش های تجربی در مهندسی عمران، دوره ۳، صفحه ۱۲۹ تا ۱۴۲.

ارزیابی استفاده از روسازی بتنی غیر مسلح درزدار (JPCP) در ایستگاه های BRT شهر تهران بوسیله تحلیل اجزای محدود

(مطالعه موردی ایستگاه BRT میدان امام حسین (ع) شهر تهران)

آرش گوهری
رییس مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران
عضو انجمن بتن ایران

شهرام یزداندوست همدانی
مدیر فنی مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران

آرمان صفا
مدیر گروه آزمایشگاههای مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران

چکیده

با عنایت به گسترش روزافزون استفاده از تسهیلات ترافیکی و عزم شهرداری تهران در ایجاد شرایط پاسخگویی به حجم بالای تقاضای سفر از تسهیلات عمومی حمل و نقل، همواره بحث تعمیر و نگهداری تجهیزات مرتبط و روسازی راه ها که اصلی ترین بستر ایجاد این تسهیلات می باشند، مطرح می باشد. در این راستا با توجه به تعداد افراد جا به جا شده توسط اتوبوس های BRT ، همواره با ترافیکی بسیار سنگین در مسیرهای اختصاصی این خطوط مواجه هستیم. این موضوع همواره باعث بروز خرابی هایی در سطح روسازی مسیر و ایستگاه های BRT می شود که علاوه بر تحمیل هزینه های گزاف بهسازی مجدد، موجب بوجود آمدن احساس عدم آرامش در افراد سوار بر اتوبوس و همچنین خرابی زودرس قطعات اتوبوس های تندرو می شود که با توجه به پرخرج بودن تعمیر و نگهداری این اتوبوس ها، هزینه های تعمیر و نگهداری این وسائل نقلیه را نیز بایستی به فهرست هزینه های این موضوع اضافه کرد. به علاوه بستن مسیرهای اختصاصی برای عملیات ترمیم و بهسازی موجب بروز ترافیک سنگین و بروز عدم رضایت در مسیرهای اصلی می گردد. چنانچه مشاهده شده است اکثر خرابی های رخ داده در مدت زمان کوتاهی پس از اجرای روسازی بروز کرده است. خرابی هایی نظیر پدیدهٔ شیارشدگی، ترکهای انعکاسی و ... که همگی باعث کاهش دوره ی بهره برداری خطوط اتوبوس تندرو در تهران می شود. در این مقاله ایستگاهی از خطوط اتوبوس تندروی خط شماره ۱ تهران که یکی از خطوط پر ترافیک می باشد، انتخاب شده است و پس از ارزیابی چشمی و استخراج مشخصات هندسی و مقاومتی لایه های روسازی بوسیله سونداژ عمقی و با در نظرگیری ۳ حالت از روسازی شامل روسازی بتن آسفالتی قدیمی، روسازی بتن آسفالتی جدید و روسازی بتنی درزدار غیر مسلح یا JPCP، با استفاده از روش تحلیل اجزای محدود، ارزیابی، تحلیل و نتایج آن تفسیر گردیده است. در نهایت نتایج تحلیل نشان می دهد استفاده از روسازی بتنی درزدار غیر مسلح یا JPCP دارای عملکرد بسیار مناسبی در برابر بارهای محوری سنگین اتوبوس های BRT خواهد داشت.

کلمات کلیدی: روسازی بتنی درزدار غیر مسلح، روسازی بتن آسفالتی ، تحلیل اجزای محدود، اتوبوس تندرو

۱-مقدمه

ناوگان حمل و نقل عمومی تهران شامل اتوبوس های شهری ، تاکسی های شخصی و عمومی و مترو می باشد که در این بین با ورود اتوبوسهای تندرو در مناطق با جذب سفر بالا در شهر تهران ، که دارای مسیرهای اختصاصی هستند و زمان سفر را به شدت کاهش می دهند، تاثیر بسزایی در رضایتمندی عمومی شهروندان تهرانی، کاهش میزان تصادفات، کمک به حفظ محیط زیست و ... داشته است. با توجه به توسعه ی روزافزون سفرهای درون شهری و در نتیجه استفاده ی بیشتر از ناوگان حمل و نقل شهری به خصوص خطوط اتوبوس تندرو، لزوم بیش از پیش توجه به تعمیر و نگهداری روسازی های این خطوط بیشتر اهمیت می یابد.

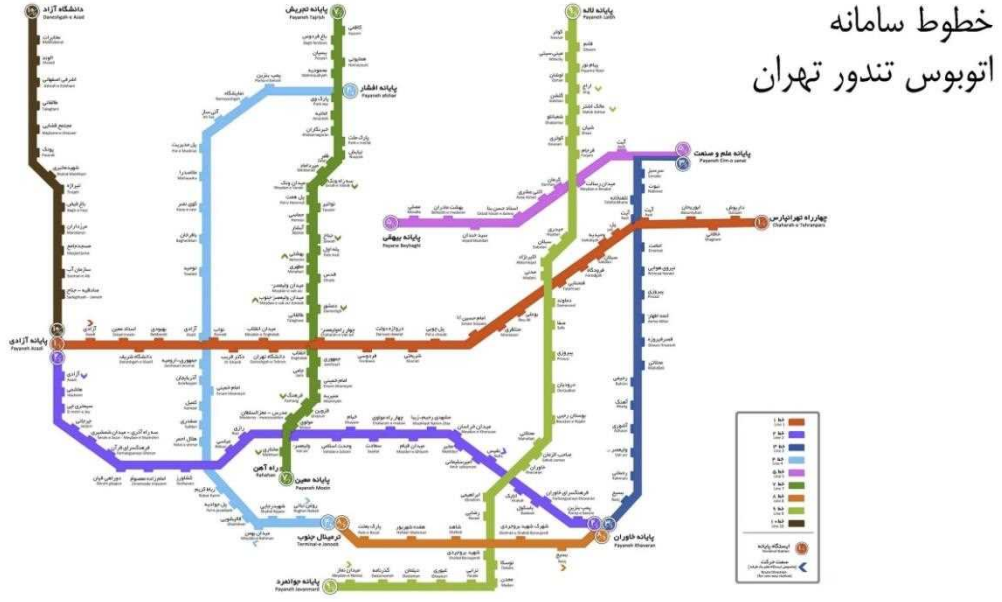
در این راستا با توجه به تعداد افراد جا به جا شده توسط اتوبوس های BRT ، همواره با ترافیکی بسیار سنگین در مسیرهای اختصاصی این خطوط مواجه هستیم. این موضوع همواره باعث بروز خرابی هایی در سطح روسازی مسیر و ایستگاه های BRT می شود که علاوه بر تحمیل هزینه های گزاف بهسازی مجدد، موجب بوجود آمدن احساس عدم آرامش در افراد سوار بر اتوبوس و همچنین خرابی زودرس قطعات اتوبوس های تندرو می شود که با توجه به پرخرج بودن تعمیر و نگهداری این اتوبوس ها، هزینه های تعمیر و نگهداری این وسائل نقلیه را نیز بایستی به فهرست هزینه های این موضوع اضافه کرد. به علاوه بستن مسیرهای اختصاصی برای عملیات ترمیم و بهسازی موجب بروز ترافیک سنگین و بروز عدم رضایت در مسیرهای اصلی می گردد. چنانچه مشاهده شده است اکثر خرابی های رخ داده در مدت زمان کوتاهی پس از اجرای روسازی بروز کرده است.خرابی هایی نظیر پدیده ی شیارشدگی ، ترکهای انعکاسی و ... که همگی باعث کاهش دوره ی بهره برداری خطوط اتوبوس تندرو در تهران می شود. در این بین فراهم آوردن تسهیلات مورد نیاز حمل و نقل سریع السیر و در صدر آنها ساخت خطوط BRT کاری بس دشوار و پر هزینه می باشد. مواردی از قبیل تخصیص فضا به خطوط سریع السیر ، روسازی مسیر متناسب با بارهای ترافیکی وارده و تعمیر و نگهداری آن از جمله ی این دشواری ها می باشد. برای حل این مشکلات، جای تحلیل دقیق نیروهای وارده برای لایه های روسازی وضع موجود احساس می شود. در این مقاله ایستگاهی از خطوط اتوبوس تندروی خط شماره ۱ تهران که یکی از خطوط پر ترافیک می باشد، انتخاب شده است و پس از ارزیابی چشمی و استخراج مشخصات هندسی و مقاومتی لایه های روسازی بوسیله سونداژ عمقی و با در نظرگیری ۳ حالت از روسازی شامل روسازی بتن آسفالتی قدیمی، روسازی بتن آسفالتی جدید و روسازی بتنی درزدار غیر مسلح یا JPCP، با استفاده از روش تحلیل اجزای محدود، ارزیابی، تحلیل و نتایج آن تفسیر گردیده است.

۲- بیان مسئله

پس از بازگشایی مسیرهای BRT در سال ۱۳۸۷ و گذشت چند سال از بهره برداری از این خطوط، مشکلاتی از قبیل موج دار شدن روسازی این مسیرها ، شیارشدگی مسیر چرخ ها ، ایجاد چاله و جمع شدن آب در بعضی نقاط ، ایجاد ترکهای موزاییکی در بعضی نقاط ، ایجاد ترک های لغزشی و ... بروز کردند. در مواجه با هرکدام از این مشکلات شهرداری تهران بعنوان متولی تعمیر و نگهداری این مسیرها اقدام به بازسازی این مسیرها و رفع عیوب آنها می کرد. عموم خرابی های ایجاد شده در ایستگاه های BRT بعلت بارگذاری سنگین ترافیکی، خستگی ناشی از تکرار بسیار زیاد بارگذاری به همراه سرعت پایین حرکت و در نتیجه خستگی بیش از حد لایه ی رویه آسفالتی در اثر بارهای وارده بر آن است.

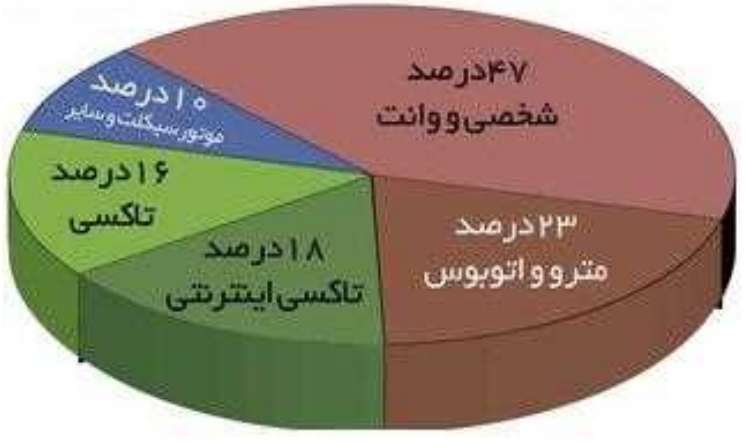
با توجه روند رو به رشد سفرهای درون شهری در کلانشهری همچون تهران نیاز روز افزون به مسیرهای اتوبوس تندرو هر روزه احساس می گردد. بنابراین بحث نگهداری از این مسیرها بسیار پر اهمیت جلوه می کند. ساخت و توسعه ی خطوط BRT تا سال ۱۳۹۰ با سرعت بالایی ادامه پیدا کرد. عموم این خطوط در مناطق با جذب بالای سفر احداث شده اند. در شکل شماره ۱ نقشه ی خطوط BRT شهر تهران آورده شده است. همانطور که مشاهده

می شود خطوط BRT از تمامی نقاط شـهر تهـران در حـال گـذر هستند، در این بین خطوطی کـه فاقـد شـرایط زهکشـی مناسـب هستند مانند خطوط غربی-شرقی و بالعکس بیشـتر تحـت خرابـی هایی نظیر شیارشدگی قرار می گیرند.



شکل شماره ۱: نقشه خطوط BRT[۱]

براسـاس آمارهـای رسـمی، تعـداد سـفر روزانـه شـهر تهـران تـا سـال ۱۳۹۶ از مـرز ۱۸,۳ میلیـون سـفر در روز گـذر کـرده است که با توجه به نمـودار زیـر، بـه معنـی سـفر بـیش از چهـار میلیون نفر در روز با اسـتفاده از ایـن خطـوط مـی باشـد. همـان طور که در نمـودار شـماره ۱ نشـان داده شـده اسـت اسـتفاده از خطـوط اتوبوسـرانی در شـهر تهـران در سـاعات مختلـف روز رتبـه دوم را از بـین دیگـر تسـهیلات موجـود در شـهر تهـران را دارا می باشد. [۱]



نمودارشماره ۱: دیاگرام سهم انواع مدهای حمل و نقل در سفرهای درون شهری تهران[۱]

یکـی از موضـوعاتی کـه باعـث گردیـده اسـت تـا خطـوط و ایسـتگاه هـای BRT پـس از گذشـت مـدت زمـان کوتـاه از سـاخت و بهـره بـرداری دچـار خرابـی گـردد، عـدم شـناخت از وضـعیت حـال حاضـر روسـازی راه اعـم از لایـه بنـدی، پارامترهـای مقـاومتی لایـه هـای روسـازی راه، عـدم شـناخت رفتار هـر کـدام از انـواع روسـازی هـا بـا مصـالح در دسـترس در تهران در مقابل بارهـای ترافیکـی سـنگین اتوبـوس هـای تنـدرو و ... موجـب شـده اسـت تـا خرابـی هـایی نظیـر شیارشـدگی، تـرک هـای انعکاسـی، چالـه و ... در ایسـتگاه هـای BRT ایجـاد شـود. تجربـه در شـهر تهـران نشـان داده اسـت کـه پدیـده ی شـیار شـدگی یکـی از خرابـی هـایی اسـت کـه در مـدت زمـان کوتـاهی پـس از اجـرای روکـش جدیـد در سـطح آسـفالت رخ مـی دهـد. در شـکل شـماره ۲ ایـن پدیـده در یکـی از ایسـتگاه های اتوبوس تندرو نشان داده شده است.

شکل شماره ۲: خرابی rutting یا شیارشدگی درخط شماره یک BRT (عکس از نگارندگان)

با استفاده از برداشـت مکـانیزه و تحلیـل وضـع موجـود روسـازی خطـوط BRT جهـت تخصـیص عادلانـه بودجـه تعمیـر و نگهـداری، یکـی از ایسـتگاه هـای دارای خرابـی زیـاد بـه عنـوان ایسـتگاه مـورد مطالعـه انتخـاب گردیـد. در شـکل شـماره ۳ دیـاگرام وضـعیت مسـیر و ایسـتگاه BRT میـدان امـام حسـین (ع) خـط یـک اتوبـوس تنـدروی شـهر تهـران نشـان داده شـده است. همـان طـور کـه از رنـگ دیـاگرام یـاد شـده بـر مـی آیـد، ایسـتگاه مـذکور بـر طبـق سیسـتم نمـره دهـی و طبقـه بنـدی PCI[1] دارای وضـعیت نامناسـب بـوده اسـت (محـل دارای رنـگ قرمز در دیاگرام) کـه نیـاز بـه گزینـه تـرمیم و بهسـازی اساسـی بـرای آن مطـرح گردیـده اسـت. از بـین گزینـه هـای تـرمیم و بهسـازی اساسـی بـرای روسـازی ایسـتگاه BRT گزینـه ی تخریـب رویـه موجـود و پخـش مجـدد بـتن آسـفالتی گـرم[2] و گزینـه روسـازی بتنـی درزدار غیـر مسـلح یـا JPCP[3] مـورد ارزیـابی بوسـیله روش هـای عـددی قـرار گرفتـه انـد و نتـایج آن هـا بـا نتـایج وضـع موجـود روسـازی ایسـتگاه مـذکور کـه دارای روسـازی بتنـی آسـفالتی گـرم قـدیمی اسـت، مقایسـه گردیـده است.

[1] *Pavement Condition Index*

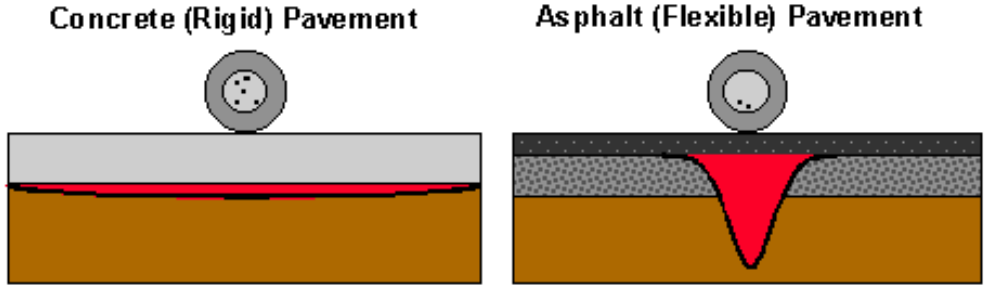
[2] *Hot Mix Asphalt*

[3] *Jointed Plain Concrete Pavement*

شکل شماره ۳: دیاگرام وضعیت مسیر و ایستگاه خط شماره یک BRT مورد مطالعه در شهر تهران(گزارش از نگارندگان با همکاریدانشگاه صنعتی امیرکبیر)

۳-شرح گزینه های ترمیم و بهسازی ایستگاه BRT مورد مطالعه

بر طبق یک تقسیم بندی اولیه بر اساس رفتار سازه ای روسازی راه ها، آن ها را به انواع روسازی صلب، روسازی انعطاف پذیر و روسازی مختلط تقسیم بندی می نمایند. به طور کلی و در یک نگاه گذرا روسازی صلب را به روسازی بتن سیمانی، روسازی انعطاف پذیر را به روسازی بتن آسفالتی و روسازی مختلط را به ترکیبی از این دو نوع روسازی مرتبط می نمایند. سازه روسازی انعطاف پذیر یا بتن آسفالتی، یک سیستم چند لایه ای است که برای توزیع و انتقال بار متمرکز ترافیک به بستر روسازی طرح می شود. طراحی، شامل تعیین ضخامت کل سازه و هر یک از لایه های تشکیل دهنده آن و کیفیت مصالح مصرفی این ساختار است. این طراحی به گونه ای انجام می شود که روسازی آسفالتی دردوره طرح با قابلیت اطمینان معینی، آمد و شد راحت، مطمئن و ایمن در یک سطح هموار را تامین نماید. سازه روسازی صلب یا بتن سیمانی، یک سیستم دال – بستر خاکی است که در مقابل نیروهای وارده از طرف بارگذاری فیزیکی و گرادیان حرارتی طراحی می گردد. تفاوت اساسی روسازی بتن آسفالتی با روسازی بتن سیمانی در نحوه پخش نیروهای وارده به لایه های بعدی می باشد. در شکل شماره ۴ مقایسه این پخش نیرو بین دو نوع روسازی نشان داده شده است.



شکل شماره ۴: مقایسه پخش نیرو در روسازی بتنی (صلب) و روسازی آسفالتی (انعطاف پذیر) [۷]

نکتــه اساســی در روســازی بــتن آســفالتی بــروز تــنش هــای فشاری در زیر و کنـاره هـای چـرخ یـا محـل بارگـذاری و تـنش های کششی در مرز لایـه هـای روسـازی و طـرفین چـرخ اسـت. همان طور کـه در شـکل شـماره ۵ نشـان داده شـده اسـت بـروز این تنش ها و تـداوم آن هـا بـا عـواملی همچـون سـرعت پـایین ترافیک عبوری و دمـای بـالای هـوا باعـث بوجـود آمـدن خرابـی هایی از قبیل شیارشدگی و انواع ترک ها می باشد.

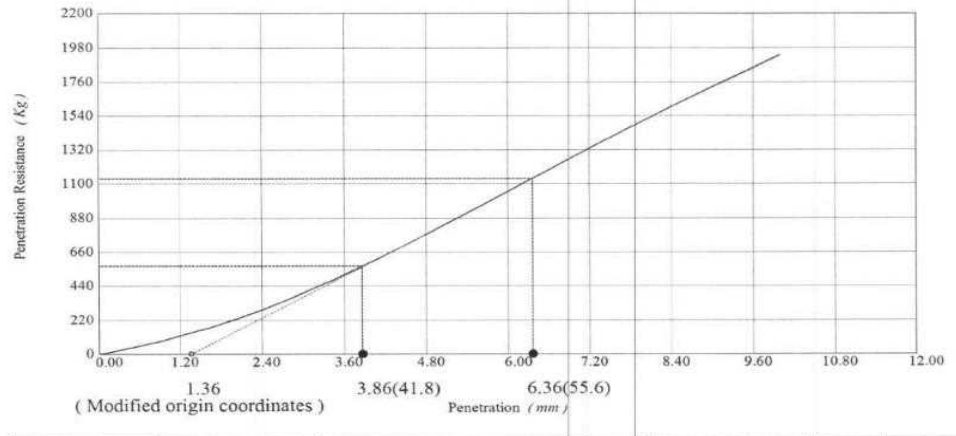
شکل شماره ۵: افت و خیز ناشی از تنش های فشاری و کششی در روسازی آسفالتی[۲]

در پـژوهش حاضـر پـس از مدلسـازی راهکارهـای مـد نظـر تـرمیم و بهسـازی ایسـتگاه BRT نسـبت بـه تحلیـل آن در مقابـل نیروهـای وارده از طـرف یـک اتوبـوس BRT و سـپس مقایسه آن ها می پردازیم.

۴-مدلسازی و تحلیل اجزای محدود

در ایـن پـژوهش در سـه حالـت، روسـازی یـک ایسـتگاه BRT مدلسـازی و تحلیـل اجـزای محـدود شـده اسـت. در تعریـف مشخصـات مقـاومتی مصـالح و مشخصـات هندسـی بکـار رفتـه در مدلسـازی، از مشخصـات وضـع موجـود ایسـتگاه BRT امام حسین (ع) کمـک گرفتـه شـده اسـت. در ایـن ایسـتگاه بـه جهت تدقیق نتـایج طراحـی از سـونداژ عمقـی جهـت شناسـایی وضـعیت خـاک موجـود نیـز بهـره گیـری شـده اسـت. از جملـه آزمایشات مورد نیـاز جهـت شناسـایی وضـعیت مقـاومتی خـاک موجـود در ایسـتگاه BRT مـذکور، آزمـایش CBR بـه روش اشـباع مـی باشـد، کـه در شـکل شـماره ۶ نمونـه ای از برگـه آزمایشگاهی مذکور آورده شده است.

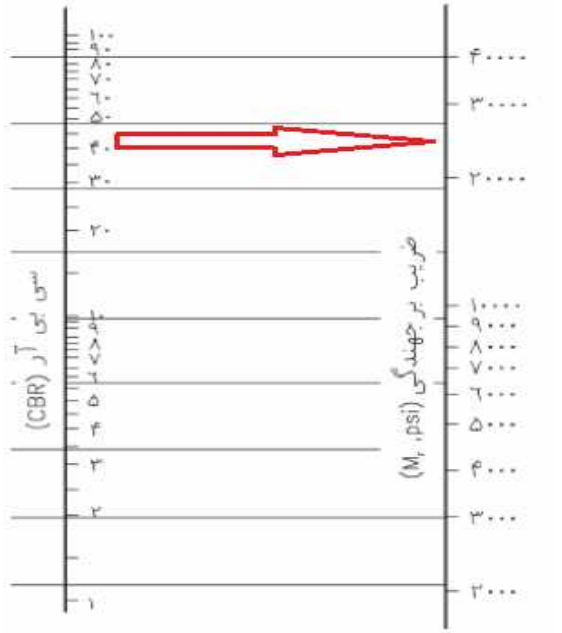
شماره گمانه : T.P.1			نوع لایه :
شماره نمونه : 24289-2	عمق نمونه (متر): ۰/۹۵ الی ۱/۰۰		شماره لایه : مخلوط
تاریخ آزمایش : ۱۴۰۰/۱۲/۲۸	نوع آزمایش : اشباع		موقعیت : ایستگاه B R T بعد از میدان امام حسین (ع) به سمت پل چوبی زیر
روش تراکم : AASHTO T180-D	حداکثر وزن مخصوص خشک : ۲/۱۴ (g/cm^3)		درصد رطوبت بهینه : ۷/۷۴ (%)



مشخصات فنی	γ_d	وزن مخصوص خشک	نسبت باربری کالیفرنیا ، CBR (%)		رطوبت پس از انجام آزمایش	تورم
			در ۲/۵ میلیمتر (1360 kg)	در ۵ میلیمتر (2040 kg)		
واحد	تعداد	(g/cm^3)	(%)	(%)	(%)	(%)
نتایج	۵۷	۲/۱۳	۴۱/۸	۵۵/۷	۷/۷۲	۰

شکل شماره ۶: برگه آزمایشگاهی نتایج CBR اشباع مربوط به ایستگاه مورد مطالعه(گزارش از نگارندگان)

با استفاده از عدد بدست آمده برای آزمایش CBR اشباع و تبدیل آن با استفاده از نمودار شماره ۲، مقدار تقریبی مدول برجهندگی خاک را خواهیم داشت.



نمودار شماره ۲: تعیین ضریب برجهندگی خاک با استفاده از مقادیر CBR [۸]

سه مدل ساخته شده شامل : مدلسازی وضع موجود لایه های خاکی به همراه بتن آسفالتی قدیمی، مدلسازی وضع موجود لایه های خاکی و تخریب و روکش بتن آسفالتی جدید و در نهایت مدلسازی وضع موجود لایه های خاکی به همراه روسازی بتنی غیر مسلح درزدار یا JPCP می‌باشد. در جدول شماره ۱ مشخصات مصالح مورد استفاده در مدلسازی ذکر گردیده است. برای مدلسازی سعی در استفاده از اعداد واقعی بوده است، بنابراین برای مدول الاستیسیته بتن از رابطه پیشنهادی نشریه ۷۳۱ (دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری روسازی بتنی راهها) استفاده شده است. [۸]

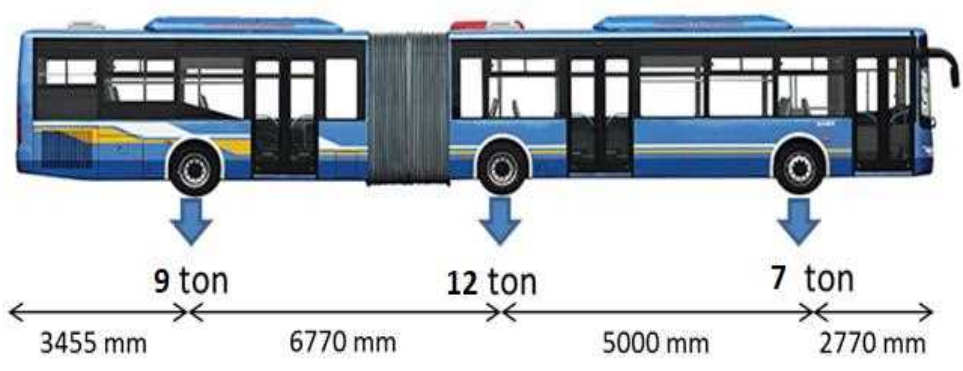
جدول شماره ۱:مشخصات مقاومتی لایه های روسازی مدل شده

مشخصات مدل روسازی		
ضریب پواسون	مدول الاستیسیته (kg/cm2)	نام لایه
۰/۳۵	۲۶۶۴۱۱	بتن سیمانی C30
۰/۳۵	۲۱۰۰۰	بتن آسفالتی قدیمی
۰/۳۵	۱۴۰۰۰	بتن آسفالتی قدیمی
۰/۳۵	۱۹۶۰	اساس
۰/۳	۱۷۵۰	زیر اساس
۰/۴	۱۰۵۰	بستر

ضخامت های لایه های روسازی مدل شده با توجه به وضع موجود و همچنین جزئیات استخراج شده از آزمایش مغزه گیری از محل ایستگاه امام حسین(ع) برای بتن آسفالتی قدیمی در مدل ۱ برابر ۲۵ سانتی متر، برای بتن آسفالتی جدید در مدل ۲ برابر ۲۵ سانتی متر، برای بتن غیرمسلح درزدار در مدل ۳ برابر ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شده است. ضخامت لایه ی اساس وضع موجود برابر ۳۰ سانتی متر، لایه زیر اساس ۴۰ سانتی متر و برای لایه ی بستر ضخامت بی نهایت در نظر گرفته شده است. شایان ذکر است با توجه به نظریه ی سیستم چند لایه ای الاستیک مطرح شده توسط تیموشنکو و گودی در سال ۱۹۵۲ [۳] بایستی لایه‌ی بستر به صورت یک لایه با عمق بی نهایت در نظر گرفته شود که البته در نرم افزار با عمق زیاد برابر ۲۰۰ سانتی متر مدل شده است.

در خصوص شرایط مرزی نیز در این تحقیق برای سطوح موازی با مسیر حرکت اتوبوس از تکیه گاه های مفصلی، برای سطوح عمود بر مسیر اتوبوس و رویه ی روسازی از شرایط گره آزاد و برای سطوح زیرین روسازی از شرایط گیرداری استفاده شده است. [۵] برای مش بندی مدل و افزایش دقت تحلیل در تمامی نواحی از مش های مستطیلی با ابعاد متغیر بسته به موقعیت مدل استفاده گردیده است. طبیعتا در زیر بار چرخ از مش های ریزتری استفاده گردیده است. مرز شکل دایره ی تماس چرخ با سطح روسازی نیز بعنوان یکی از مرزهای مش بندی در نظر گرفته شده است. در باقی نقاط به جهت کاهش تنش در آن نقاط از مش با فواصل بزرگتر یعنی ۵۰ سانتی متر استفاده گردیده است. [۵]

با توجه به تحقیقات صورت گرفته در مدلسازی اجزای محدود مقاطع روسازی بتن آسفالتی و همسان سازی آن با شرایط واقعی وآزمایشگاهی و همچنین مشخصات هندسی و فنی اتوبوس های مورد استفاده در خطوط BRT که در جدول شماره ۲ ذکر گردیده است، ابعاد مدل های ساخته شده برای محور عقب اتوبوس شامل یک محور منفرد با ۴ چرخ در نظر گرفته شده است. ابعاد مدل در جهت محور xها برابر ۳۵۰ سانتی متر، در جهت محور zها برابر ضخامت لایه ها (که در بالا شرح داده شد) و در جهت محور yها برابر نصف فاصله ی محور به محور اتوبوس معادل تقریبی ۶۰۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است. در شکل شماره ۷ شمای کلی اتوبوس های تندرو به همراه بارهای وارده آن ها نشان داده شده است.



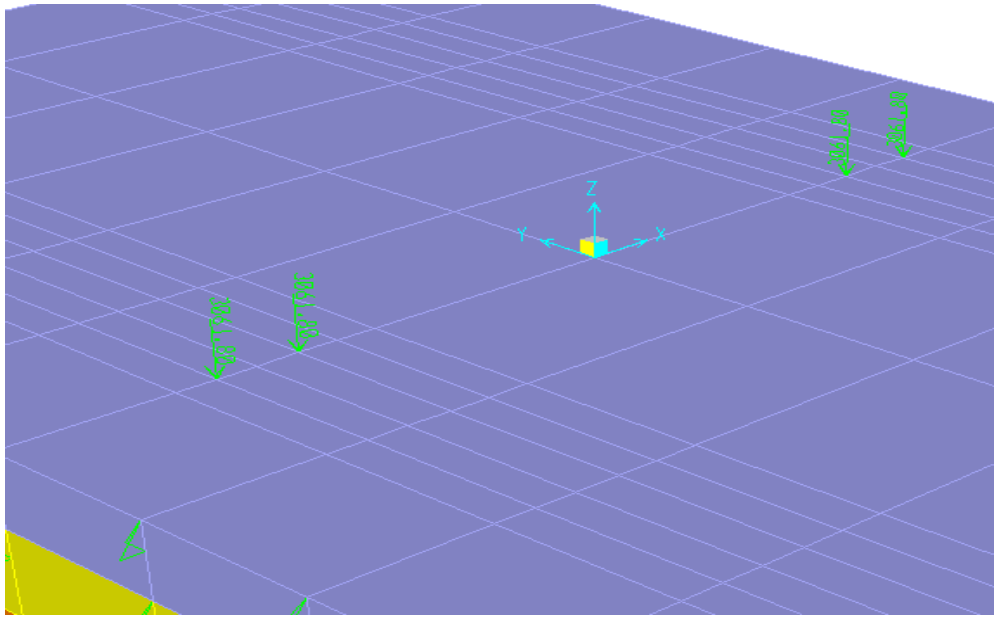
شکل شماره ۷: محل بارگذاری محورهای تیپ اتوبوس BRT [۴]

جدول شماره ۲: مشخصات اتوبوس های BRT اخذ شده از شرکت سازنده[۴]

مشخصات اتوبوس های BRT										
بار محوری محور عقب (kg)	بار محوری محور جلو (kg)	فاصله محوری (cm)	جرم کل (kg)	جرم خالص	تعداد ایستاده	تعداد صندلی	اندازه چرخ	ارتفاع (cm)	عرض (cm)	طول (cm)
۱۲۰۰۰	۷۰۰۰	۶۰۰۰	۳۱۰۰۰-۲۸۰۰۰	۱۷۱۸۰	۱۰۰-۱۲۰	۳۵	275/70R22/5	۳۱۵	۲۵۵	۱۷۹۰

برای مدلسازی از محور وسط اتوبوس استفاده گردیده است که بحرانی ترین میزان بار را دارا است. با توجه به ظرفیت بار محوری اعلام شده توسط کارخانه ی سازنده، مقدار بار محوری برابر ۲۷۰۰۰ پوند در نظر گرفته شده است که پس از تبدیل به بار نقطه ای سهم هر چرخ ۳۰۶۱/۸ کیلوگرم می باشد. در طراحی به روش مکانیستی، اطلاع از سطح تماس چرخ و روسازی ضروری است و فرض می شود که بار محوری به صورت یکنواخت روی سطح تماس پخش شده است. لکن با توجه به اینکه اندازه ی سطح تماس به فشار تماسی بستگی دارد، واقعی ترین سطح تماس در روسازی عبارتست از یک مستطیل و دو نیم دایره در دو انتهای آن، در تحلیل اجزای محدود بعلت ایجاد ناهمگونی در تحلیل المان ها معمولا به صورت یک مستطیل با مساحت برابر فرض می گردد. در سال ۱۹۷۸ فرضیه ی سطح دایره ای تماس توسط موسسه ی آسفالت مطرح گردید که در نرم افزار تحلیل روسازی VESYS مورد استفاده قرار

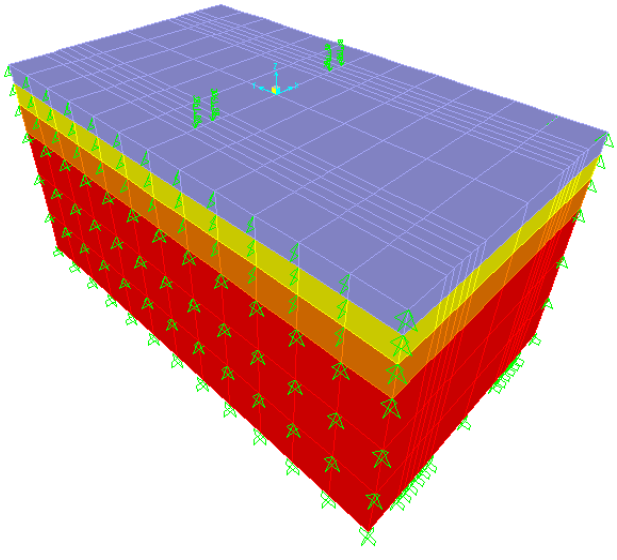
گرفت.[۳] در این تحقیق به جهت کاهش ناهمگونی در نتایج و تسریع در کار از بار نقطه ای معادل برای هر چرخ استفاده شد.[۵] مختصات محل وارد شدن بار چرخ با توجه به فاصله ی زوج چرخ از یکدیگر برابر ۲۴ سانتی متر در نظر گرفته شد. در شکل شماره ۸ محل بارگذاری و هندسه ی کلی مدل نشان داده شده است.



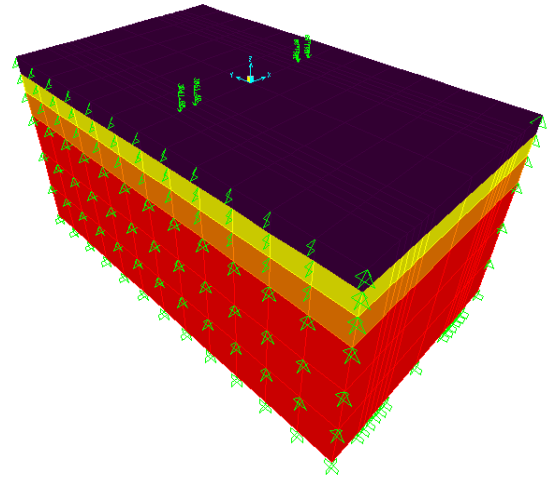
شکل شماره ۸: محل بارگذاری محور سنگین تیپ اتوبوس BRT

برای تحلیل اجزای محدود مدل فوق از نرم افزار قدرتمند تحلیل سازه ها SAP2000 نسخه ی ۱۴,۲ استفاده گردیده است. این نرم افزار با داشتن قابلیت های منحصر به فرد تحلیلی و گرافیکی بعنوان یک نرم افزار بسیار دقیق تحقیقاتی و کاربردی در صنعت و دانشگاه شناخته شده است. این نرم افزار محصول کار تحقیقاتی دانشگاه برکلی آمریکا و با قدمتی در حدود ۴۰ سال است که هر سال بروز شده و قدرت عملیاتی آن بهبود پیدا می کند. [۶]

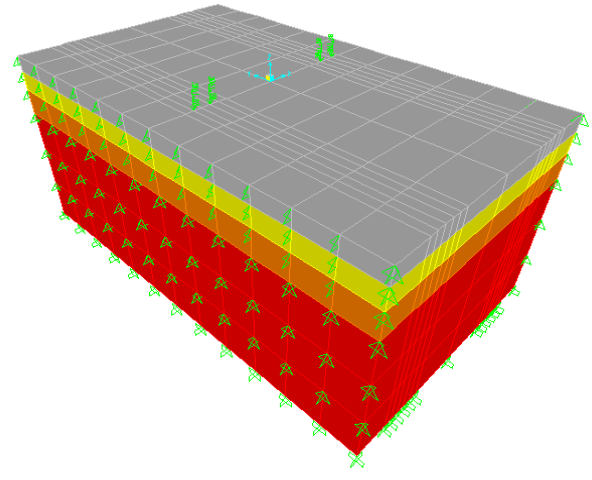
در شکل های شماره ۹، ۱۰ و ۱۱ هندسه مدل ساخته شده در نرم افزار نشان داده شده است :



شکل شماره ۹: نمونه ای از هندسه مدل ساخته شده برای JPCP



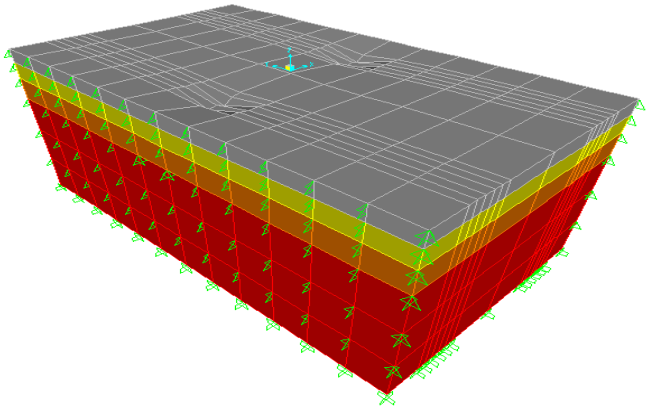
شکل شماره ۱۰: هندسه مدل ساخته شده برای روسازی بتن آسفالتی جدید



شکل شماره ۱۱: هندسه مدل ساخته شده برای روسازی بتن آسفالتی قدیم

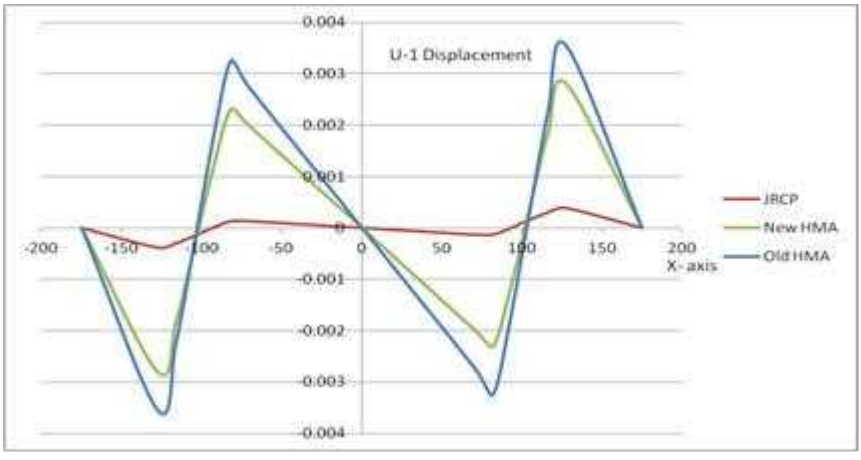
۵-تحلیل و نتایج حاصل از آن

پس از اتمام مدلسازی، مش بندی و بارگذاری اقدام به تحلیل مدل ها گردید. در تحلیل نرم افزاری از وزن مصالح به جهت ایجاد پاسخ های مجزا از وزن مواد روسازی، صرفنظر گردیده است. تمامی لایه ها در اتصال کامل با یکدیگر تحلیل می شوند که البته این موضوع نسبت به واقعیت کمی از دقت تحلیل می کاهد. تمامی مصالح در تحلیل به صورت خطی فرض شده اند و تحلیل به صورت الاستیک خطی انجام گردیده است. پس از تحلیل شکل تغییر یافته ی مدل تحت بارگذاری به شرح شکل شماره ۱۲ خواهد بود که البته ایجاد این شکل نشان از صحت مدلسازی دارد.



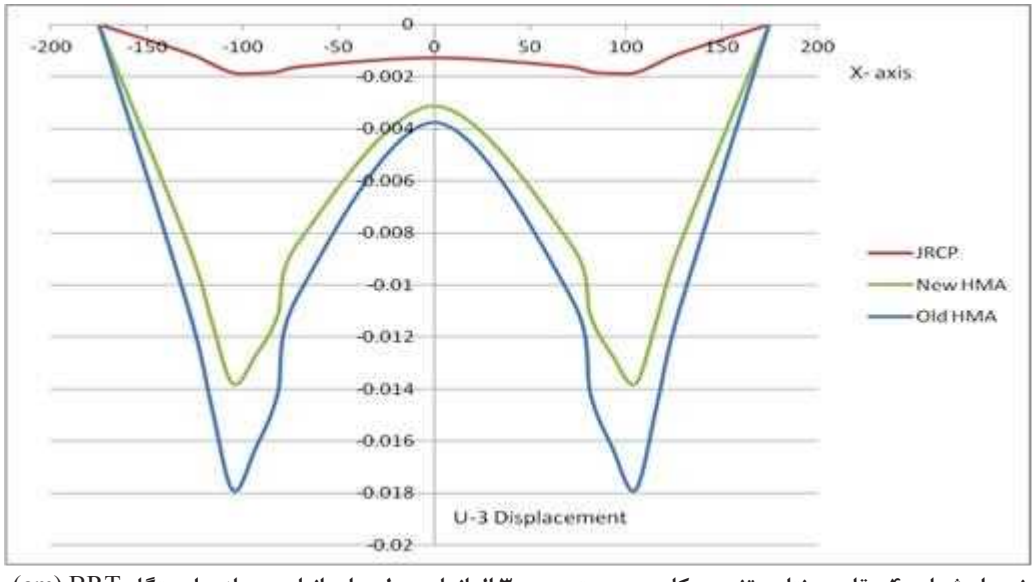
شکل شماره ۱۲: تغییر مکان مقیاس شده نمونه مدل ساخته شده در اثر بارگذاری محور سنگین اتوبوس BRT

برای مقایسه نتایج هر سه مدل ساخته شده، نتایجی از جمله نتایج تغییر مکان در جهات محورهای ۱ و ۳ در جهت عرض مدل(عرض بارگذاری شده) خروجی گرفته شده است. در نمودار شماره ۳ تغییر مکان در جهت محور محلی شماره ۱، برای بارگذاری قسمت سمت چپ مدل به صورت خلاف جهت محور محلی بوده و برای بارگذاری قسمت سمت راست مدل به صورت هم راستای جهت محور محلی می باشد، به همین دلیل در قسمت سمت راست به صورت مثبت و در قسمت سمت چپ به صورت منفی نشان داده شده است.



نمودار شماره ۳: مقایسه نتایج تغییر مکان در جهت محور ۱ المانهای مدل برای انواع روسازی ایستگاه BRT (cm)

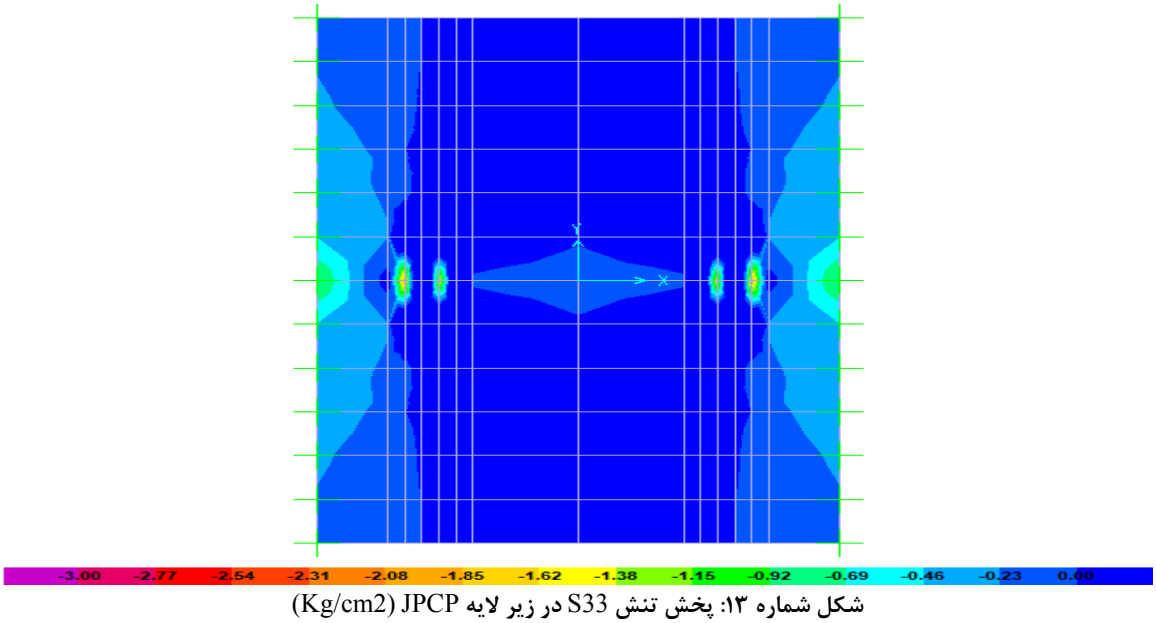
در ادامه نیز نمودار مقایسه نتایج تغییر مکان در جهت محور محلی شماره ۳ در نمودار شماره ۴ آورده شده است. همان طور که از نمودار شماره ۳ برای تغییر مکان در جهت محور شماره ۱پیداست تغییر مکان روسازی بتنی مسلح درزدار یا JPCP از مدل دارای روسازی بتن آسفالتی جدید در حدود ۹۰٪ و از مدل دارای روسازی بتن آسفالتی قدیم در حدود ۹۳٪ کمتر می باشد. این موضوع در خصوص نمودار شماره ۴ برای تغییر مکان در جهت محور شماره ۳ برای مدل دارای روسازی بتنی مسلح درزدار یا JPCP نسبت به مدل دارای روسازی بتن آسفالتی جدید در حدود ۸۵٪ و از مدل دارای روسازی بتن آسفالتی قدیم در حدود ۸۹٪ کمتر می باشد. این مقدار اختلاف در تغییر مکان تحت بارگذاری سنگین محور اتوبوس تندرو برای مدل دارای روسازی بتنی مسلح درزدار یا JPCP ، نشان از برتری این گزینه نسبت به گزینه های دیگر به جهت جلوگیری از بروز تغییر شکل های بحرانی و به دنبال آن خرابی های روسازی راه را دارد.



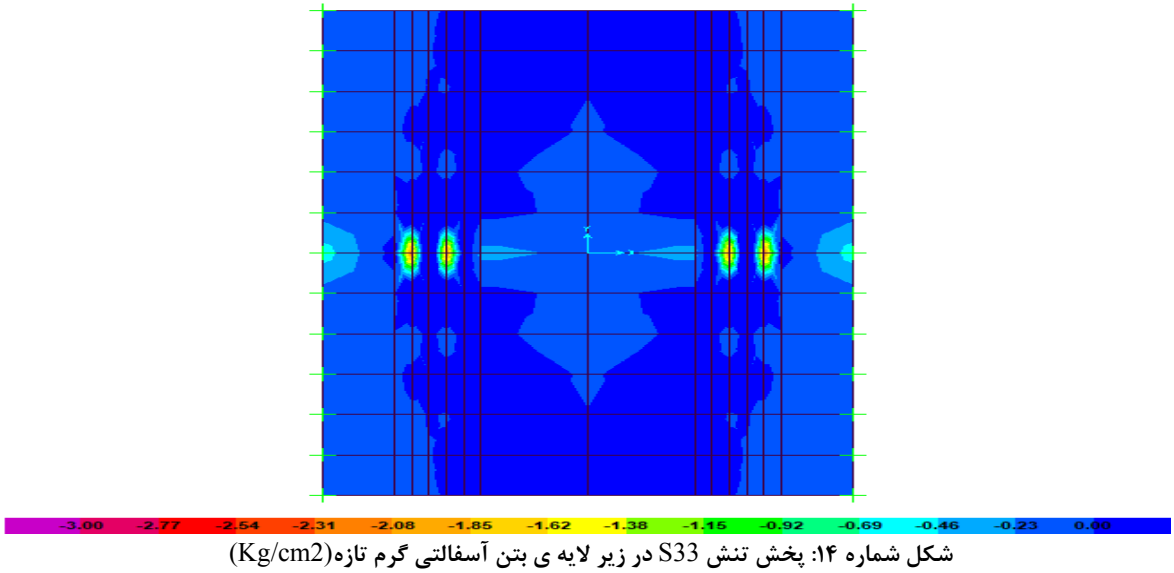
نمودار شماره ۴: مقایسه نتایج تغییر مکان در جهت محور ۳ المانهای مدل برای انواع روسازی ایستگاه BRT (cm)

در شکل های شماره ۱۳، ۱۴ و ۱۵ خروجی های تنش در جهت محور شماره ۳ یا همان تنش قائم برای زیر لایه روسازی اصلی آورده شده است. همان طور که از نحوه پخش تنش برای مدل دارای روسازی بتنی غیر مسلح درزدار نسبت به دو مدل دیگر که از نوع روسازی انعطاف پذیر هستند، بر می آید، پخش تنش در مساحت بیشتری صورت گرفته است، که این موضوع منجر به کارکردن قسمت های بیشتری از روسازی راه در انتقال نیروهای وارده به لایه های زیرین خواهد گردید.

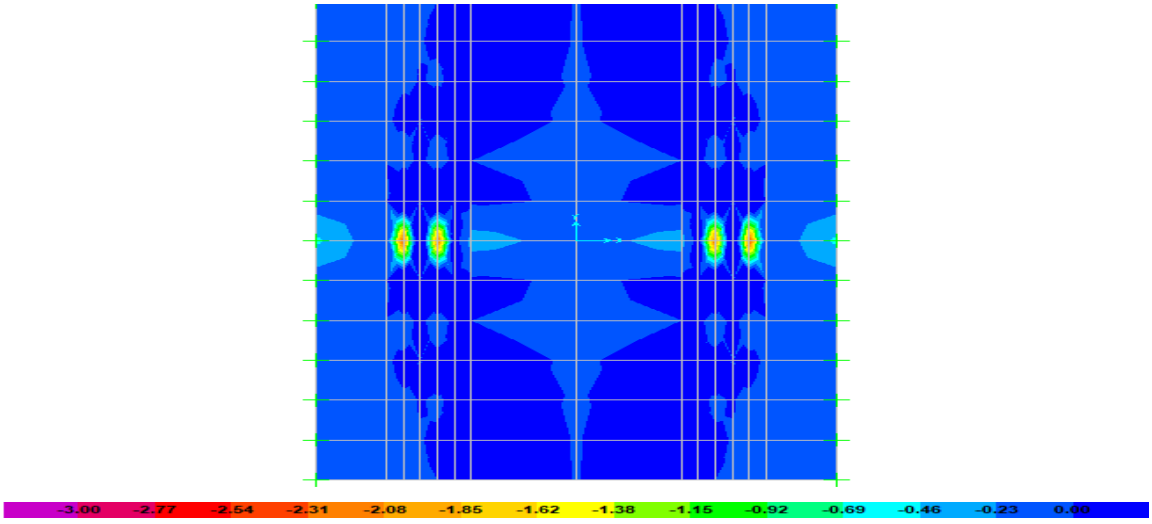
موضوع بعدی کاهش تنش حداکثر جهت محور شماره ۳ در مدل دارای روسازی بتنی غیرمسلح درزدار یا JPCP برابر با ۲۵٪ نسبت به مدل دارای روسازی بتن آسفالتی جدید و برابر با ۴۰٪ نسبت به مدل دارای روسازی بتن آسفالتی قدیمی می باشد. این موضوع در شکل های زیر برای هر سه مدل نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۳: پخش تنش S33 در زیر لایه JPCP (Kg/cm2)



شکل شماره ۱۴: پخش تنش S33 در زیر لایه ی بتن آسفالتی گرم تازه(Kg/cm2)



شکل شماره ۱۵: پخش تنش S33 در زیر لایه ی بتن آسفالتی گرم قدیمی(Kg/cm2)

۶-نتیجه گیری

با عنایت به مفاهیم مطرح شده در خصوص نحوه عملکرد سازه ای گزینه های روسازی راه جهت ترمیم و بهسازی ایستگاه BRT مورد نظر، استفاده از گزینه روسازی بتنی غیرمسلح درزدار یا JPCP دارای توجیه فنی می باشد. در خصوص این نوع روسازی، استفاده از پرسنل مجرب و آموزش دیده به همراه فراهم آوری شرایط اجرایی بر طبق نشریات وآیین نامه های بالادستی مزید امتنان خواهد بود. در استفاده از این گزینه بایستی به نکاتی از قبیل جانمایی لوله های تاسیساتی و ابنیه های زیر سطحی توجه خاصی مبذول نمود، چرا که با توجه به ضخامت بتن اجرا شده، امکان تخریب در حالت بسته شدن خط اتوبوس BRT بسیار مشکل خواهد بود. از مزایای این نوع روسازی می توان به کاهش تغییر شکل در برابر بارهای سنگین وارده و پخش نیروهای وارده در مساحت بسیار زیاد نسبت به سطح دال اشاره نمود. در استفاده از این نوع روسازی امکان به کار بردن انواع الیاف میکرو و ماکرو سنتتیک جهت کنترل ترک های ناشی از انقباض و بالا بردن مدول گسیختگی جهت رسیدن به ضخامت های بهینه در طراحی ضخامت نیز می توان اشاره نمود. ضمنا برای استفاده از این نوع روسازی در ایستگاه های BRT پیشنهاد می شود حتما نسبت به بررسی محلی، انجام آزمایشات شناسایی لایه های موجود نیز توجهی ویژه گردد.

۷-قدردانی

از مجموعه مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران برای فراهم آوری امکانات انجام پژوهش فوق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

۸-مراجع

[1]*Website: www.tctts.com*

[۲]آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران(تجدید نظراول)، نشریه ۲۳۴

[3] *Huang, Y.H. (2004). "Pavement Analysis and Design". Pearson/Prentice Hall.*

[4]*Website: www.kinglong-bus.ir*

[۵] طاحونی ، شاپور ، اجزای محدود برای تحلیل سازه ها ، چهارم ، انتشارات علم و ادب ، ۱۳۸۸ .

[۶]سرداری،هاتف.(۱۳۸۸). "کلید مدلسازی پیشرفته در *sap2000*" . چاپ اول.انتشارات نشر علم عمران

[7] Website; http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/

[۸] دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری روسازی بتنی راه ها ، نشریه ۷۳۱.

ارتباط مقاومت خمشی با مقاومت فشاری بتن
(مطالعه موردی فرودگاههای مهرآباد و رامسر)

سید علی رضویان امرئی
دانشیار گروه مهندسی عمران
دانشگاه پیام نور مرکز تهران شمال

حامد خوشرو
کارشناس ارشد راه و ترابری
شرکت فرودگاهها و ناوبری هوایی ایران
عضو انجمن بتن ایران

چکیده

مقاومت خمشی و مقاومت فشاری بتن دو پارامتر بسیار تاثیرگذار در تایید یا پذیرش بتن می باشد و تبدیل این دو پارامتر به یکدیگر یکی از موارد ضروری در طراحی و اجراء می باشد. در برخی از منابع رابطه بین دو پارامتر را با ضریبی تخمینی بیان می کند. در این مقاله سعی شده است برای رابطه موجود ضریبی دقیق پیشنهاد گردد. همچنین بررسی ارتباط بین پارامترهای مقاومت خمشی با مقاومت خمشی فرودگاه رامسر مورد مطالعه ضمن اینکه بررسی بین مقاومت خمشی با درصد حباب هوا و اسلامپ انجام شده تا بررسی گردد، آیا رابطه معنا داری بین این مشخصات وجود دارد. ضریب بدست آمده برای تبدیل مقاومت فشاری به خمشی برابر روش اشتور برابر ۰/۷ در سیستم متریک محاسبه گردید.

کلمات کلیدی: مقاومت خمشی، مقاومت فشاری، درصد حباب هوا، اسلامپ

۱- مقدمه

اخیرا به دلایل مختلف مانند افزایش تولید سیمان، افزایش قیمت قیر، امکان صادارت قیر و از طرفی کاهش صادارت سیمان سیاست گذاران کلان کشور را به سوی استفاده از روسازی بتنی ترغیب نمود. به دلیل آشنا نبودن صنعت راهسازی کشور با انواع مختلف روسازی بتنی و همچنین نبود فینشر مخصوص بتن در کشور، اکثر پروژه های روسازی، بصورت بتن غلطکی تعریف شد، که یکی از پر چالش ترین نوع روسازی در دنیا محسوب می شود. روسازی بتنی در صنعت هوانوردی از سالها قبل مورد استفاده قرار گرفته است و در اکثر اپرون فرودگاهها (پارکینگ های هواپیماها) استفاده می گردد و به دلیل اینکه در این صنعت از آیین نامه های بین المللی استفاده می شد روسازی بتنی بصورت دال تکی مورد توجه قرار

داشته است. اولین باند بتنی در فرودگاه بین المللی امام خمینی (ره) طراحی شد و لایه های زیرین براساس این طراحی اجرا گردید. هنگام اجرا رویه ، مجری طرح یک فینشر بتن از کشور ایتالیا وارد کرد ولی به دلایلی هیچ وقت از این فینشر استفاده نشد و سالها در انبار فرودگاه امام خمینی (ره) بلااستفاده ماند و نهایتا آسفالت جایگزین بتن شد. نزدیک به یک دهه بعد، احداث باند جدید رامسر در دستور کار قرار گرفت و با پیشنهاد پیمانکار و مشاور روسازی بتنی تصویب شد و پیمانکار با استفاده از یک دستگاه فینشر شش متری، اولین باند بتنی کشور را احداث نمود بعد از آن باند ۲۸ چپ فرودگاه تبریز و ۲۹ راست فرودگاه مهرآباد با استفاده از فینشر های مختلف دیگر احداث شد تا این روش در صنعت فرودگاهی نهادینه شود.

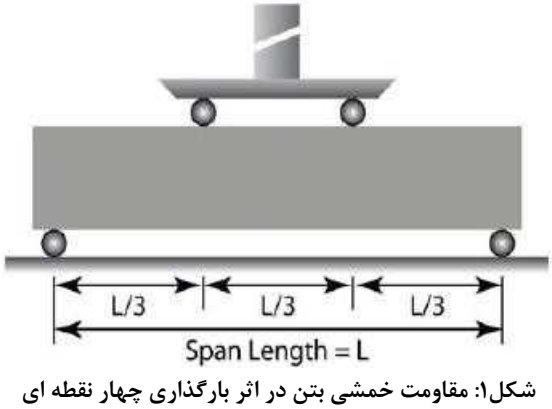
مهمترین عامل در پذیرش هر نوع روسازی بتنی، کسب مقاومت خمشی مورد نیاز می باشد، مقاومت خمشی مشخصه ابتدا در طراحی اولیه برای بدست آوردن ضخامت رویه بتنی مورد نیاز می باشد و در اکثر اوقات به دلیل نبود سوابق خمشی در مطالعات از مقاومت فشاری کمک گرفته می شود تا با استفاده از روابط ریاضی، مقاومت خمشی مشخصه بدست آید؛ عدد مقاومت خمشی به دلیل رابطه مستقیم با ضخامت دال بسیار مهم است و اگر در اجرا ، مقاومت حاصله از مقاومت طراحی کمتر باشد امکان پذیرش لایه وجود ندارد. همچنین تنها مقاومت مورد پذیرش برای لایه بتنی اجرا شده مقاومت خمشی بوده ولی به دلایل مختلفی مانند نبود تجهیزات و عدم آشنایی با انواع مقاومت خمشی، مقاومت فشاری جایگزین مقاومت خمشی میگردد.

نکته مهم دیگر طرح مخلوط بتن در اکثر استانداردها به ویژه طرح مخلوط ملی ایران بر اساس مقاومت فشاری می باشد، در اکثر پروژه ها به دلیل عجله عوامل دخیل در پروژه به ویژه کارفرما، قبل ازاینکه طرح مخلوط برای مقاومت خمشی تهیه و تصویب شود و نمونه آزمایشی اجرا گردد. طرح مخلوط کارگاهی با در نظر گرفتن مقاومت فشاری تهیه و پروژه شروع می شود. لذا با توجه به جمیع دلایل فوق ارتباط بین مقاومت خمشی و مقامت فشاری بتن اهمیت بسزایی دارد [۱].

در این مقاله سعی شده باتوجه داده های واقعی بدست آمده از پروژه باند بتنی فرودگاه رامسر و فرودگاه مهرآباد رابطه ای با تخمین خوب بین مقاومت فشاری و خمشی بیان گردد

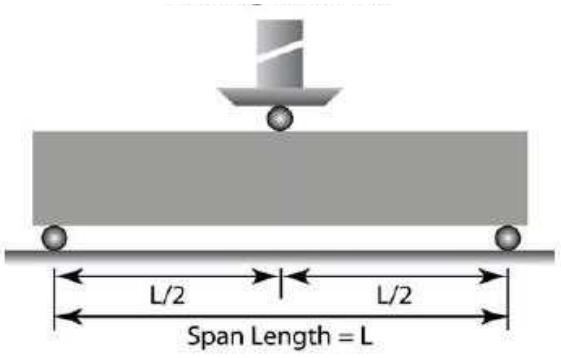
۲- انواع آزمایش های مقاومت خمشی

مقاومت بتنی که در طراحی روسازی بتنی استفاده شده بر مبنای روش آزمایش AASHTO T97 یا ASTM C78 می‌باشد، یعنی مقاومت خمشی بتن با استفاده از تیر ساده با بارگذاری چهار نقطه‌ای است. شانه بتنی، دالها و یا راههای تعریض شده، همه باید تحمل یکسانی را بر طبق اشتو داشته باشند. برای بارگذاری چهار نقطه‌ای طبق مقاومت خمشی ۲۸ روزه‌ی بتن، از معادلات آیین‌نامه اشتو استفاده می‌شود. اگر مقدار مقاومت، با استفاده از برخی روش‌های دیگری آزمایش و اندازه‌گیری شده باشد باید برای تبدیل به مقاومت چهار نقطه‌ای ۲۸روزه ازضرایب پیشنهادی اشتو استفاده شود[۳].



شکل۱: مقاومت خمشی بتن در اثر بارگذاری چهار نقطه ای

یکـی دیگـر از روشـهای واردکـردن نیـرو انجـام آزمـایش خمش بـار متمرکـز میـانی بـرای تعیـین مقاومـت خمشـی بـتن طبـق (ASTMC293 یـا AASHTO T177) اسـتفاده مـی شـود (شـکل۲). در اثـر بارگـذاری مسـتقیم مقاومـت مرکـز تیـر کـافی نبـوده و امکـان دارد ضـعیفترین نقطـه در تیـر باشـد. در بارگذاری روی سـه دهانـه، قسـمت یـک سـوم میـانی تیـر بطـور کامـل و یکدسـت در تـنش بـوده و در نتیجـه ضـعیف تـرین نقطه در یـک سـوم میـانی تیـر واقـع شـده اسـت. تـوان تیـر در نزدیکی مرکز تیر کـافی نیسـت و شکسـت در ایـن ناحیـه اتفـاق مـی افتـد. نتـایج آزمـایش خمشـی بـار متمرکـز میـانی نسـبتاً بیشـتر از نتـایج آزمـایش چهـار نقطـه ای نقطـه ای مـی باشـد. بطور معمـول نتـایج آزمـایش نقطـه مرکـزی حـدود ۱۵٪ بیشـتر اسـت. در هرحـال ایـن رابطـه دقیـق نیسـت و نمـی شـود یـک برآورد منطقی از میـانگین مقاومـت بـتن تهیـه کـرد. در تمـامی پـروژه هـای فرودگـاهی از آزمـایش خمشـی چهـار نقطـه ای اسـتفاده شـده اسـت و نتـایج بااسـتفاده از فرمـول ارائـه شـده توسط اشتو ارائه گردیده است.[۳]



شکل ۲: مقاومت خمشی بتن در اثر بارگذاری در نقطه مرکزی

۳- آنالیز داده ها

داده هـای بدسـت آمـده از ۱۱۶ نقطـه مختلـف آزمـایش در فرودگـاه رامسـر (جـدول شـماره یـک) در آزمـایش خمشـی برابـر ASTM C78 انجـام شـده اسـت در همـین نقـاط آزمـایش فشـاری بـه روش مکعبـی اسـتاندارد ۱۵x۱۵x۱۵ (EN12390) انجام شده است[۲].

جدول ۱: مقاومت های خمشی چهار نقطه ای ، مقاومت فشاری مکعبی و مقاومت استوانه ای تبدیل شده

ردیف	مقاومت خمشی (سه نقطه ای) (MPa)	مقاومت فشاری مکعبی (MPa)	مقاومت فشاری استوانه ای (MPa)	C	ردیف	مقاومت خمشی (چهار نقطه ای) (MPa)	مقاومت فشاری مکعبی (MPa)	مقاومت فشاری استوانه ای (MPa)	C
1	4.41	53.05	47.37	0.64	59	4.72	47.07	42.03	0.73
2	5.08	54.43	48.6	0.73	60	4.75	47.56	42.47	0.73
3	4.94	51.19	45.71	0.73	61	4.63	44.13	39.4	0.74
4	5.23	54.52	48.68	0.75	62	4.91	50.99	45.53	0.73
5	4.84	51.48	45.97	0.71	63	4.48	40.21	35.9	0.75
6	4.81	53.84	48.07	0.69	64	4.6	51.48	45.97	0.68
7	5.05	49.52	44.22	0.76	65	4.63	40.21	35.9	0.77
8	4.89	54.92	49.03	0.7	66	4.51	44.13	39.4	0.72
9	4.89	49.33	44.04	0.74	67	4.7	45.11	40.28	0.74
10	4.97	49.03	43.78	0.75	68	4.6	44.62	39.84	0.73
11	4.83	45.11	40.28	0.76	69	4.51	42.17	37.65	0.73
12	4.79	47.07	42.03	0.74	70	4.7	46.09	41.15	0.73
13	5.02	48.05	42.9	0.77	71	4.82	46.09	41.15	0.75
14	4.57	48.05	42.9	0.7	72	4.89	52.47	46.84	0.71

0.82	39.4	44.13	5.15	73	0.73	38.7	43.35	4.53	15
0.7	42.47	47.56	4.58	74	0.74	38.96	43.64	4.6	16
0.74	42.03	47.07	4.82	75	0.79	35.02	39.23	4.7	17
0.74	38.09	42.66	4.58	76	0.79	38.53	43.15	4.91	18
0.73	39.84	44.62	4.58	77	0.73	41.5	46.48	4.67	19
0.77	37.21	41.68	4.72	78	0.8	36.6	40.99	4.83	20
0.72	43.78	49.03	4.79	79	0.74	42.82	47.95	4.84	21
0.75	38.09	42.66	4.65	80	0.67	49.3	55.21	4.67	22
0.73	43.78	49.03	4.84	81	0.73	45.36	50.8	4.89	23
0.77	36.34	40.7	4.63	82	0.69	48.16	53.94	4.79	24
0.73	40.71	45.6	4.67	83	0.75	41.59	46.58	4.84	25
0.73	43.34	48.54	4.79	84	0.8	40.98	45.89	5.13	26
0.72	39.4	44.13	4.55	85	0.75	41.33	46.29	4.82	27
0.76	38.09	42.66	4.7	86	0.76	41.59	46.58	4.87	28
0.75	40.71	45.6	4.77	87	0.7	48.6	54.43	4.91	29
0.75	40.28	45.11	4.77	88	0.74	43.78	49.03	4.91	30
0.8	37.65	42.17	4.89	89	0.74	45.97	51.48	5.01	31
0.7	45.53	50.99	4.75	90	0.68	49.47	55.41	4.79	32
0.77	39.4	44.13	4.84	91	0.69	45.97	51.48	4.7	33
0.72	42.47	47.56	4.7	92	0.73	42.47	47.56	4.75	34
0.76	38.53	43.15	4.75	93	0.72	40.28	45.11	4.55	35
0.74	41.15	46.09	4.72	94	0.73	39.84	44.62	4.58	36
0.73	42.47	47.56	4.77	95	0.68	38.09	42.66	4.2	37
0.71	45.09	50.5	4.77	96	0.69	41.59	46.58	4.48	38
0.71	42.9	48.05	4.65	97	0.71	41.15	46.09	4.55	39
0.69	45.53	50.99	4.63	98	0.77	37.48	41.97	4.72	40
0.72	42.9	48.05	4.7	99	0.74	40.28	45.11	4.7	41
0.72	43.34	48.54	4.72	100	0.71	41.59	46.58	4.55	42
0.7	44.66	50.01	4.67	101	0.73	38.96	43.64	4.58	43
0.71	47.28	52.96	4.91	102	0.76	40.28	45.11	4.82	44
0.67	46.84	52.47	4.55	103	0.69	44.22	49.52	4.6	45
0.69	48.16	53.94	4.77	104	0.72	42.47	47.56	4.67	46
0.7	45.53	50.99	4.72	105	0.71	44.22	49.52	4.75	47
0.7	48.16	53.94	4.87	106	0.74	39.4	44.13	4.67	48
0.71	46.84	52.47	4.89	107	0.75	41.59	46.58	4.82	49
0.73	47.72	53.45	5.03	108	0.67	40.71	45.6	4.27	50
0.68	49.91	55.9	4.82	109	0.71	37.65	42.17	4.34	51
0.69	48.16	53.94	4.82	110	0.71	42.9	48.05	4.67	52
0.71	44.66	50.01	4.77	111	0.76	40.71	45.6	4.84	53
0.71	46.84	52.47	4.87	112	0.72	42.9	48.05	4.72	54
0.69	48.6	54.43	4.82	113	0.75	38.96	43.64	4.7	55
0.7	48.16	53.94	4.84	114	0.7	43.34	48.54	4.63	56
0.77	42.9	48.05	5.03	115	0.75	38.53	43.15	4.67	57
0.69	48.6	54.43	4.84	116	0.76	39.84	44.62	4.79	58

بعد از پردازش داده های حاصله از آزمایش های انجام شده و تبدیل مقاومت فشاری ۲۸ روزه مکعبی به مقاومت فشاری ۲۸ روزه استوانه‌ای بررسی فرمول پیشنهادی ACI برای تبدیل مقاومت خمشی به مقاومت فشاری بصورت ذیل است:

$$Fse = C\sqrt{fc}$$

F_{se}: مقاومت خمشی ۲۸ روزه سه نقطه ای بر واحد MPa و PSI

f_c: مقاومت فشاری ۲۸ روزه استوانه ای برواحد MPa و PSI

C: ضریب تقریبی (برای واحد PSI بین ۸-۱۰ می باشد)

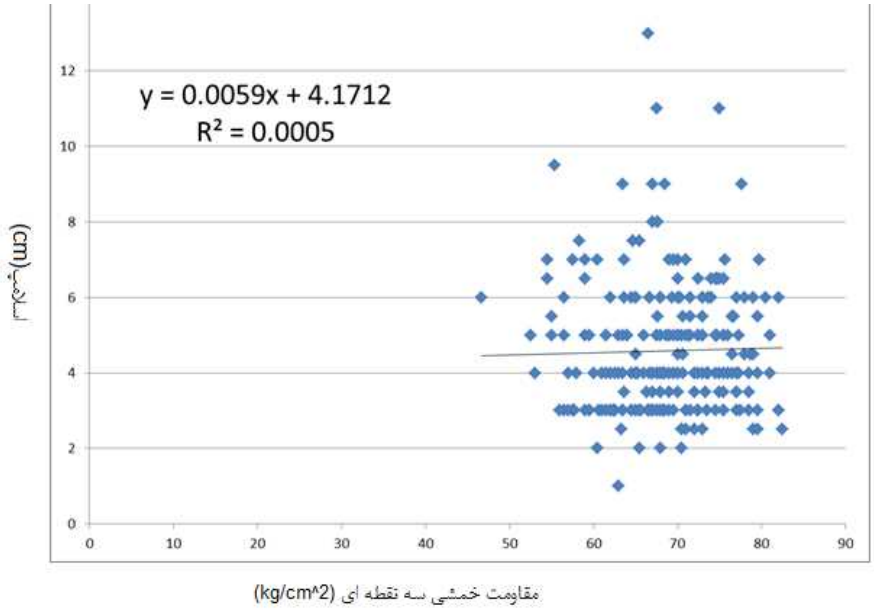
در این مقاله سعی شده است در ابتدا با تبدیل واحد داده های ارائه شده در جدول شماره یک به سیستم PSI ضریب C محاسبه گردد مقدار تعیین شده برای واحد امریکایی ۸,۸ بدست آمده است که بدلیل تطویل مقاله از ارئه مقاومت ها در واحد انگلیسی خوداری شده است. محاسبات فرمول فوق برای تک تک داده ها محاسبه شده و میانگین ضریب بدست آمده برابر ۰/۷ می باشد که می توان به عنوان ضریب قابل قبولی بین مقاومت خمشی چهار نقطه ای با مجذور مقاومت فشاری استوانه در سن ۲۸ روزه در نظر گرفته شود. با توجه به بومی سازی ارتباط بین مقاومت خمشی و فشاری ضریب ۰/۷ می تواند کمک بسیاری به ویژه در طراحی و بدست آوردن ضخامت دال به جامعه مهندسی کشور ارائه نماید.

۴- ارتباط بین داده های درصد هوا ، اسلامپ و مقاومت خمشی

دو پارامتر درصد هوا و اسلامپ در پذیرش بتن تازه بسیار کاربرد دارند، فرایند بتن یک رابطه سخت شونده یک طرفه می باشد و این امر موجب شده تا درصورتی که مقاومت بتن سخت شده از مقاومت مشخصه پایین تر باشد راه حلی به جز تخریب پیش پای کارفرمایان قرار ندهد ضمن اینکه فرآیند تخرب ضمن زمان بر بودن تحمیل هزینه های ثانویه بطور پیچیده ای بار روانی به پروژه تحمیل می کند اگر بتوان ارتباط معنی داری بین مقاومت بتن سفت شده و دو پارامتر بتن تازه (درصد هوا و اسلامپ) پیدا نمود میتوان مشکل بسیاری از کارگاههای راهسازی را برطرف نمود.[۲]

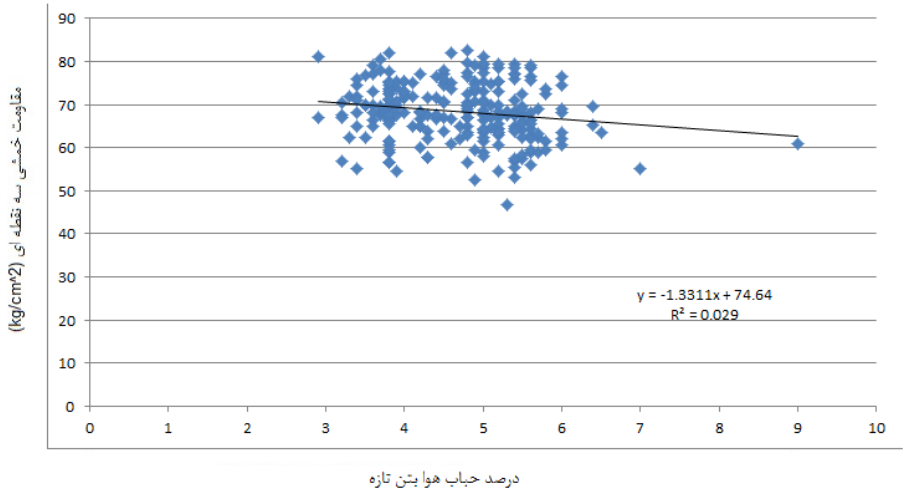
در این مقاله با توجه به آزمون رگرسیون در بین دویست داده آزمایش شده این ارتباط بررسی شده است در آزمون رگرسیون ضریب به عنوان R یا ضریب همبستگی معرفی می شود که نشان می دهد دو متغییر چقدر با یکدیگر ارتباط معناداری دارند بطور مثال اگر بین اسلامپ و مقاومت خمشی سه نقطه ای ضریب R برابر یک یا نزدیک به یک باشد بدین معنی است که دو پارامتر با یکدیگر ارتباط معناداری مستقیم دارند و افزایش اسلامپ باعث افزایش مقاومت خمشی سه نقطه ای شده و اگر پارامتر R برابر منفی یک شود به این معنی است که دو پارامتر با هم ارتباط معنایی داشته ولی رفتار آنها معکوس یکدیگر می باشد یعنی افزایش اسلامپ باعث کاهش مقاومت خمشی سه نقطه ای می گردد و در صورتی که R برابر صفر شود یعنی هیچ ارتباط معناداری بین این دو پارامتر وجود ندارد که در شکل سه ارتباط بین مقاومت خمشی سه نقطه با در اسلامپ و در شکل چهار ارتباط بین مقاومت خمشی سه نقطه ای با درصد هوا مورد برازش قرار گرفته است با توجه به اینکه در اکثر اوقات تصور می شود افزایش اسلامپ باعث افزایش نسبت آب به سیمان و کاهش نسبت مقاومت بتن می گردد ولی باتوجه به طرح مخلوط بتن در فرودگاه بین المللی مهرآباد و استفاده از مواد افزودنی روان کننده کربوکسیلاتی این فرآیند تغییر کرده است. با توجه به ضریب همبستگی بین دو متغیر نمودار R برابر ۰/۰۲۲ می باشد که تقریبا برابر صفر است یعنی ارتباط معناداری بین این دو پارامتر وجود ندارد. که علت این امر می تواند به دلیل مواد افزودنی استفاده در طرح مخلوط دانست.

بتن های روسازی به دلیل مجاورت در شرایط آب و هوایی احتمال یخ زدن و آب شدن در زمستانها باید از افزودنی حباب زا استفاده نمایند تا در شرایط طبیعی بتواند دوام خود را حفظ نمایند وجود حباب هوا در بتن جهت افزایش پارامتر دوام موضوعی مهم لحاظ می گردد که در بتن روسازی فرودگاه مهرآباد نیز به امر توجه شده است.



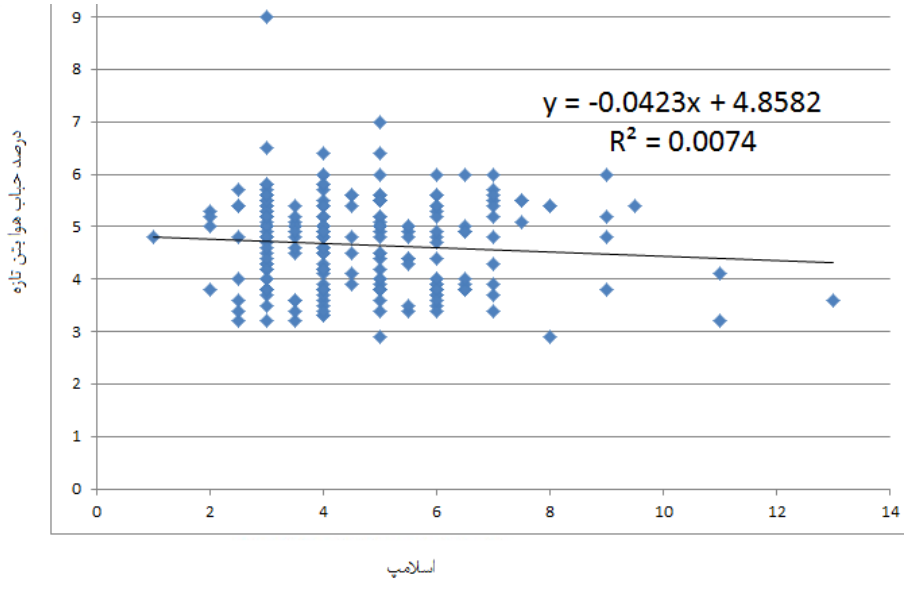
شکل ۳- رگرسیون خطی بین مقاومت خمشی سه نقطه ای – اسلامپ

همانطور که در شکل چهار ملاحظه گردید ضریب همبستگی بین دو متغییر نمودار R برابر ۰/۱۷ می باشد که تقریبا برابرصفر است یعنی ارتباط معناداری بین این دو پارامتر درصد حباب هوا و مقاومت خمشی بتن سخت شده وجود ندارد.



شکل۴- رگرسیون خطی بین مقاومت خمشی سه نقطه ای –درصد حباب هوا بتن تازه

به منظور شناخت بهتر رفتاری رئولوژی بتن و اینکه آیا با افزایش درصد حباب هوا میزان اسلامپ نیز افزایش می یابد به بررسی ارتباط بین دو پارامتر درصد حباب هوا و اسلامپ در بتن تازه پرداخت شد و از با استفاده از داده‌های جمع آوری شده در فرودگاه مهرآباد و آزمون رگرسیون میزان ضریب همبستگی بین دو پارامتر R برابر ۰/۰۹ محاسبه گردید که نشان دهنده آن است هیچ ارتباط معنی داری بین دو پارامتر درصد حباب هوا و میزان اسلامپ وجود ندارد. این در شکل شماره پنج قابل مشاهده می باشد.



شکل۵- رگرسیون خطی بین میزان اسلامپ –درصد حباب هوا بتن تازه

۵- نتیجه گیری

با توجه به بررسی انجام شده و اهمیت بدست آمدن رابطه بین مقاومت خمشی بتن سخت شده با مقاومت فشاری ۲۸ روزه در فرمول اشتو و ACI بطور دقیق ضمن بومی سازه فرمول ارائه شده در دو سیستم متریک و انگلیسی فرمول بطور صورت زیر می باشد $Fse=0.7\sqrt{fc}$ (C=0.7) در سیستم متریک (مگاپاسکال) و $Fse=8.8\sqrt{fc}$ در سیستم انگلیسی (psi) ارائه می گردد همچنین با توجه به بررسی بدست آمده نمی توان از مشخصات بتن مقاومت خمشی سه نقطه ای بتن سخت شده را پیش یابی نمود یا ارتباطی بین این پارامتر ها بدست آورد.

همچنین بین پارامترهای اسلامپ، حباب هوا و مقاومت خمشی ارتباط معناداری موجود نبوده وهریک بطور مستقل از دیگری بر رفتار بتن تاثیرگذار هستند.

در انتها پیشنهاد می گردد تا ضمن بررسی ضریب C در پروژه مشابه در شرایط اقلیمی و کارگاهی مختلف بررسی های بیشتری صورت پذیرد. همچنین تحقیقاتی در خصوص نحوه ارائه طرح مخلوط بتن برای نمونه خمشی افزودن آن به آیین نامه طرح مخلوط ملی اقدام گردد.

۶- قدردانی

در انتهاء از جناب آقای دکتر تدین و دکتر چینی از مرکز تحقیقات راه ، مسکن و شهرسازی که نقش مشاور کارفرما را در پروژه داشتن و آقای مهندس پرشاد از مشاور ایمن راه که مشاور پیمانکار بودن جهت جمع آوری مستند سازی اطلاعات پروژه کمال تشکر را داشته و امید است با مستندات تمام پروژه ها اطلاعات فنی لازم در اختیار پژوهشگران و صنعتگران قرار گیرد.

۷- منابع

[۱]*Airport Pavement Design and Evaluation, Advisory Circular AC 150/5320-6Dincludes changes 1 through 4, Federal Aviation Administration, Washington,D.C., 2006.*

[۲] مبحث نهم مقررات ملی ساختمان(۱۳۹۲) "طرح اجرای ساختمان بتن آرمه" ویرایش چهارم

[۳]خوشرو ، حامد، (۱۳۹۱) ، "روسازی" چاپ اول ، انتشارات تمدن پارس

[4]"Influence Charts for Rigid Pavements," G. Pickett and G. K. Ray, Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 116, pp. 49–73, New York, N.Y., 1951.

[5]" Standard Method of Test for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third- Point Loading)," AASHTO T 97, 1 January 2018

[6]" Standard Method of Test for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center-Point Loading)," AASHTO T 177, 1 January 2017

انجمن بتن ایران
انجمن صنفی فن آوران بتن

انجمن علمی بتن ایران

آزمون
آزمون ساز مینا

واحد قم

انجمن علمی بتن ایران
و دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم برگزار می کنند.

بیستمین دوره مسابقات ملی بتن

روز بتن
شهریورماه سال ۱۴۰۱

20th National Concrete Competition
Concrete Day
September, 2022

آخرین مهلت ثبت نام جهت شرکت در مسابقات: ۱۴۰۱/۶/۱۴

مسابقات دانشجویی

- مسابقه بتن سبک دانشجویی با مقاومت و چگالی هدفمند
- مسابقه سازه محافظ تخم مرغ (EPD)
- مسابقه تیر سبک خمشی
- مسابقه بتن پرمقاومت دانشجویی
- مسابقه پوستر و پایان نامه برتر دانشجویی در سطح کارشناسی ارشد
(جایزه دکتر مهدی قالیبافیان- با همکاری انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران)

مسابقات حقوقی

** بتن الیافی سبک هدفمند، با رویکرد اقتصادی و توسعه پایدار، ویژه اعضای حقوقی
** بتن خودتراکم هدفمند، با رویکرد اقتصادی و توسعه پایدار، ویژه اعضای حقوقی انجمن بتن ایران

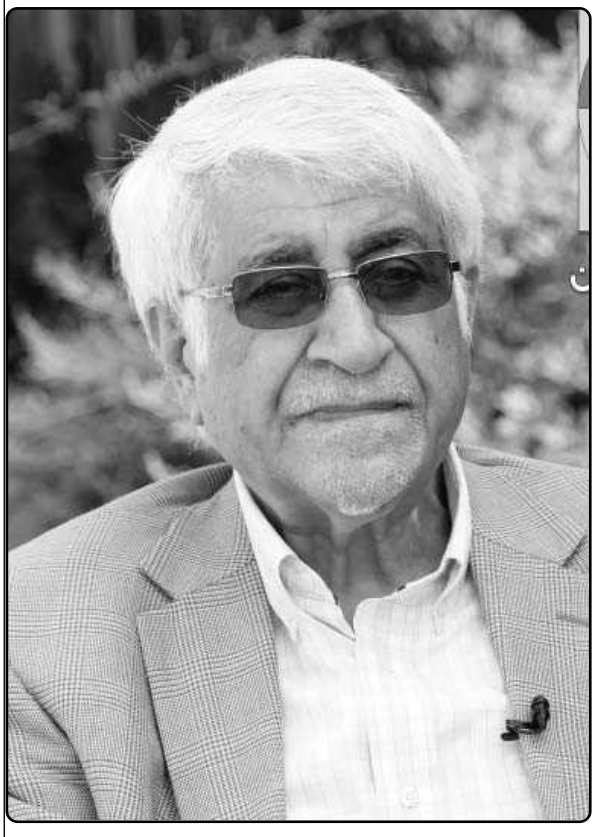
زمان و مکان مسابقات عملی بتن (ویژه اعضای حقوقی): ۱۰ شهریور ماه سال ۱۴۰۱
تهران- کیلومتر ۱۸ جاده مخصوص کرج- بزرگراه فتح- خ آذر پنج- کارخانجات قطعات بتنی شهید ولی زاده

زمان و مکان مسابقات ملی بتن: ۳۱ شهریور ماه سال ۱۴۰۱
قم- بلوار الغدیر- ابتدای بلوار دانشگاه- مجتمع دانشگاهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم
تلفن: ۰۲۵-۳۲۸۰۸۰۸۰ فاکس: ۰۲۵-۳۲۸۰۵۷۹۷

دبیرخانه دائمی مسابقات ملی بتن:
آدرس دبیرخانه: تهران میدان صنعت (شهرک غرب)، بلوار فرحزادی، نرسیده به خروجی بزرگراه نیایش، خ عباسی اناری، پلاک ۸۱ کدپستی: ۱۹۹۸۹۵۸۸۸۳

www.concreteday.ir www.ici.ir www.qom.iau.ir

جناب آقای دکتر هرمز فامیلی
چهره برجسته بتنی سال ۱۴۰۱ کشور



دکتر هرمز فامیلی عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران و از بنیان گذاران انجمن بتن ایران می باشند. ایشان سابقه طولانی در مناسبی همچون عضویت و ریاست چندین دوره هیات مدیره انجمن بتن ایران، معاونت مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و ریاست کمیته های تدوین چندین عدد از استانداردهای ملی ایران، عضویت در کمیته تدوین آیین‌نامه بتن ایران و مباحث نهم و پنجم مقررات ملی ساختمان را برعهده داشته‌اند. حاصل تحقیقات ایشان ترجمه و نگارش چند جلد کتاب ارزشمند در زمینه تکنولوژی بتن و نیز مقالات متعدد علمی در مجلات معتبر بین المللی و داخلی می باشد. لازم به اشاره است که "**کتاب بتن شناسی (خواص بتن)**" که توسط دکتر فامیلی ترجمه و تدوین گشته است به عنوان کتاب برتر سال جمهوری اسلامی ایران انتخاب شده‌است.

به پاس زحمات بی دریغ دکتر فامیلی به جامعه بتن و مهندسی عمران کشور، انجمن بتن ایران در خلال بیستمین همایش روز بتن مراسمی جهت بزرگداشت این شخصیت علمی برجسته برگزار گردید. در این مراسم فیلم مستند زندگی‌نامه دکتر هرمز فامیلی با عنوان "**دکتر فامیلی؛ عمری تلاش برای ارتقاء کیفیت بتن**" پخش و در پایان با اهدای لوح تقدیر از ایشان قدردانی گردید.

سال ها تلاش مستمر و بی وقفه در دانشگاه و حرفه مهندسی، دارا بودن ویژگی های بی بدیل اخلاقی و رفتاری، داشتن حسن سلوک، تواضع و فروتنی، جدیت و پشتکار، خستگی ناپذیری و ژرف اندیشی و در یک کلام، عشق و شیدایی نسبت به خدمت و خدمتگزاری به جامعه تخصصی بتن کشور در صنعت و دانشگاه، بی شک از مهم ترین عواملی بوده اند که کوشش های فراگیر، راهبردی و همه جانبه ایشان را به نماد افتخار و مایه مباهات فعالان صنعت و دانش بتن کشور تبدیل کرده است.

باتوجه به خط مشی بیطرفانه دکتر فامیلی که مسئولیت کمیته انتشارات را به عهده داشته اند فصلنامه انجمن بتن از سیاست بازیهای متداول به دور مانده و با کمال افتخار هم اکنون هشتادوهفتمین شماره فصلنامه انجمن تقدیم شما خوانندگان محترم می‌گردد.

اینک همزمان با بیستمین همایش روز بتن، خدای بزرگ را شاکریم که کماکان از محضر درس و انبان معرفت آن استاد فرهیخته، خوشه ها چیده و بر خوان اخلاق و کرامت حضرتعالی نشسته ایم.

انجمن بتن ایران مفتخر است از حضرتعالی به عنوان چهره برجسته بتنی سال ۱۴۰۱ کشور صمیمانه تجلیل نماید.

ایام عزت مستدام و سلامتی و شادی در راه خدمت مستمر به ایران عزیز، همواره قرین شما باد

محمد شکرچی زاده

رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران

خیرمقدم رییس هیات مدیره انجمن بتن ایران

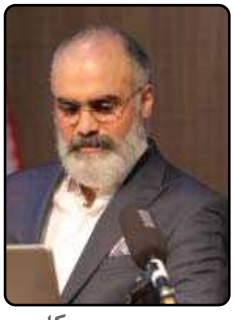
محمد شکرچی زاده
رییس هیات مدیره انجمن بتن ایران

در بیستمین سال برگزاری همایش بتن ارج می نهیم بر زحمات بزرگانی که در این سالها برای اعتلای انجمن بتن ایران تلاش کردند. یاد دکتر مهدی قالیبافیان - در بتن ایران و دردانه مهندسی کشور گرامی باد و نام دکتر علی اکبر رمضانیانپور مرد اخلاق و علم که همواره مطالبه گرکیفیت و دوام بتن بود، بر تارک مهندسی بتن کشور جاودانه باد. همایش روز بتن همه ساله محل تعامل فعالان و صاحب نظران حوزه بتن بوده است و امسال در آستانه قرن جدید و پس از دو دهه فعالیت انجمن بتن شایسته بود که این زمان کوتاه فراخ تر شود و در طول یک هفته فرصت بررسی چالش ها و فرصت های صنعت فاخر بتن کشور فراهم آید.

در طول چند دهه گذشته متولیان صنعت سیمان، تولید را از روزانه یکصدتن در ابتدا به ۱۵۰ هزار تن در روز در حال حاضر رسانده اند و همواره کیفیت دغدغه مهم آنها بوده است. تولیدکنندگان بتن آماده با همه مشکلات موجود تولید بیش از ۱۰۰ میلیون مترمکعب بتن آماده را در سطح کشور بر دوش دارند و تعداد کارخانه های تولید بتن آماده در کشور از مرز ۲۰۰۰ تا فراتر رفته است و تلاش می کنند بتن باکیفیت به مصرف کننده تحویل دهند. تولیدکنندگان و عرضه کنندگان مواد افزودنی بتن سعی در توسعه مصرف باکیفیت مواد افزودنی در بتن را داشته اند تا این مواد نه به عنوان مواد اضافی ترکیبی در بتن بلکه به تدریج جزو مواد اصلی تشکیل دهنده بتن درآید و توسعه مصرف آن از مرز ۱۰ درصد بتن های تولیدی کشور عبور کند. تولیدکنندگان سنگدانه ها هم در تلاش پرنشیب و فراز برای فراهم آوردن مصالح سنگی مناسب اقدام می کنند. صنایع مرتبط با تولید و حمل و ریختن بتن در شرایط سخت تحریمی حاضر برای سرپا نگهداشتن ناوگان تولید و حمل و ریختن بتن در تلاش هستند. همچنین متخصصان و صاحبنظران علمی و استادان بتن در طول این سالها سعی کرده اند با انتقال دانش بین المللی بتن به داخل کشور و بومی کردن آن در حوزه‌های دانشگاهی و تحقیقاتی دانش بتن را در بین دانشجویان و مهندسان آینده گسترش دهند. علاوه بر آن تدوین مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران هماهنگ با استانداردهای بین المللی از تلاشهای ارزشمند آنها بوده است. دانشجویان نیز در این سالها رغبت بیشتری به فناوری بتن نشان داده اند و در عرصه های ملی و بین المللی در مسابقات بتن افتخار آفرینی کرده اند و بسیاری از فارغ‌التحصیلان دانشگاههای کشور امروزه در زمینه بتن در عرصه بین المللی جایگاه مهمی دارند.

ما باور داریم انجمن بتن ایران درست در چهار راه تعامل همه کنشگران بتن در کشور ایستاده است و این ظرفیت را دارد که نقش آفرینی سترگی برای هم افزایی و هم راستا کردن همه تلاشها داشته باشد و قطعاً تهیه "سند جامع صنعت بتن کشور" در همراهی با همه برای دهه پیش رو از وظایف مهم انجمن است. بپذیریم در حوادث تلخی نظیر زلزله آبان ماه ۱۳۹۶ سرپل ذهاب و فروریزش خرداد ماه ۱۴۰۱ ساختمان متروپل آبادان، مهندسی بتن کشور سرافراز بیرون نیامد و کیفیت نامناسب بتن در افزایش خسارات بی تاثیر نبود. بنابراین با وجود تلاشهای ارزشمندی که برای ارتقاء بتن در کشور در چند دهه اخیر شده است ما برای رسیدن به نقطه مطلوب باید تلاش کنیم و این مهم به مدد الهی شدنی است.

بتن به عنوان مصالح برتر قرن



موسی کلهری
دبیر همایش

تولید و مصرف سرانه بتن در کشورهای در حال توسعه، از دیرباز به عنوان شاخصی جهت تعیین سرعت و میزان توسعه مطرح بوده است. صنعت بتن یکی از صنایع بسیار پراهمیت در اقتصاد، رشد و توسعه یافتگی زیرساختهای هر کشوری محسوب می گردد به نحوی که سالهای متمادی از بتن به عنوان "**مصالح برتر قرن**" یاد شده است. ایران عزیز ما نیز از این قاعده مستثنی نبوده و اساتید دانشگاه و فعالان صنعت در دو دهه گذشته تمامی تلاشهای خود را به رشد، ارتقاء دانش و بالندگی این صنعت بزرگ معطوف داشته اند. بی شک این تلاشها بدون توجه همه جانبه به تمامی ارکان این صنعت به

نتیجه مطلوب نخواهد رسید. به همین منظو انجمن بتن ایران در دو دهه گذشته با برگزاری همایشها، کنفرانسهای عمومی و تخصصی، کارگاههای آموزشی و سخنرانیهای علمی، سعی در **ترویج و ارتقاء دانش فنی بتن** داشته است. ماحصل جمیع این اقدامات و تلاشهای بیست ساله، امسال با حضور تمامی ارکان و دست اندرکاران این صنعت بزرگ به منصه ظهور خواهد رسید. تولیدکنندگان سیمان، بتن آماده، افزودنیهای معدنی و شیمیایی، تجهیزات و ماشین آلات، در کنار اساتید و دانشجویان فعال در این زمینه به مناسبت "**بیستمین همایش روز بتن**" از ۱۶ الی ۲۰ مهر ماه سال جاری در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، گرد هم آمده و در قالب کارگاههای آموزشی، سخنرانیهای علمی و صنفی به تبادل نظرات و یافته های خود خواهند پرداخت.

این رویداد، بزرگترین اجتماع مهندسین عمران و فعالان صنعت احداث در آغاز قرن جدید خواهد بود. لذا از کلیه مهندسین مشاور، پیمانکاران، تولیدکنندگان، دانشجویان و مهندسین تمامی علاقه مندان دعوت می شود تا در این فرصت مغتنم، حضور یافته تا با آراء و نظرات خود به پیشبرد و اهداف توسعه و تدوین سند علمی فنی و اجرایی ده سال آینده صنعت بتن کمک نمایند.

خیر مقدم
دبیر کنفرانس ملی بتن

مهدی چینی
دبیر بیستمین کنفرانس بتن

با عرض سلام خدمت تمامی دست اندرکاران صنعت بتن کشور. امسال پس دو سال وقفه در برگزاری حضوری روز بتن کشور بدلیل گسترش بیماری کرونا، بیستمین سال برگزاری همایش ملی را در پنج روز در محل مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی خواهیم داشت. در بیست سال گذشته شاهد حوادث تلخ و همچنین دستاوردهای درخشان در صنعت بتن بودیم. لذا این فرصت را غنیمت شماردیم تا در این همایش به مناسبت ورود به دهه سوم فعالیت انجمن بتن ایران، مجموعه این تجارب را در کنار صنعتگران و تصمیم سازان این صنعت به اشتراک گذاشته و بتوانیم دستور کاری برای دهه پیش رو تهیه کنیم تا تاثیرگذارتر از قبل در خدمت صنعت بتن باشیم. یکی از مهمترین موضوعات مورد بحث در این همایش موضوع استفاده و گسترش کاربرد سیمانهای آمیخته در صنعت ساخت و ساز می باشد که در صورت تحقق این موضوع، علاوه بر دستیابی به کیفیت و دوام مناسبتر در بتن های تولیدی و مصرفی، شاهد تاثیر قابل توجهی بر حفظ محیط زیست و کاهش مصرف انرژی در این صنعت خواهیم بود. امیدوارم که این برنامه مورد توجه تمامی همکاران قرار گرفته و در راه دستیابی به نتایج ملموس و قابل بیان در این زمینه، انجمن بتن ایران را مانند سالهای گذشته همراهی نمایند

خلاصه کارگاه
شرکت البرز شیمی آسیا (روز بتن)

معین خوشرو

هدف از برگزاری این کارگاه بیان مسیرها و چالش های پیش رو صنعت بتن جهت نیل به اهداف توسعه پایدار می باشد. در ادامه به طور خلاصه مطالب بیان شده در این کارگاه ارائه می گردد.

چرا توسعه پایدار؟

مهمترین تهدیدات پیش رو دنیای امروز؛ تغییرات آب و هوایی، کمبود منابع آبی، کاهش منابع طبیعی و رشد جمعیت می باشد. پیش بینی می گردد در سال ۲۱۰۰ دمای کره زمین تا ۴ درجه سانتی گراد افزایش یافته و میزان انتشار گازهای گلخانه ای از ۴۲۰ گیگاتن در سال ۲۰۲۰ به ۱۲۵۰ گیگاتن در سال ۲۱۰۰ برسد. همچنین محققان تخمین می زنند در سال ۲۰۲۵ حدود یک میلیون و هشتصد هزار نفر از جمعیت جهان با مشکل کمبود آب مواجه شوند. این درحالیست که مطابق پیش بینی سازمان ملل جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به ۹/۷ میلیارد نفر خواهد رسید. همچنین منابع معدنی موجود در سراسر جهان به حداقل ممکن کاهش یافته است. بنابراین لزوم توجه به توسعه پایدار یکی از مهمترین چالش عصر حاضر به شمار می رود.

توسعه پایدار چیست؟

برای توسعه پایدار تعاریف زیادی ارائه شده است. اما به زبانی ساده توسعه پایدار، توسعه ای است که بر اساس آن نیازهای نسل حاضر برطرف گردد بدون اینکه منابع لازم برای رفع نیاز نسل آینده با تهدید روبرو شود.

چرا توسعه پایدار در صنعت بتن از اهمیت زیادی برخوردار است؟

صنعت بتن با انتشار ۹٪ کربن دی اکسید جهان و مصرف بیش از یک تریلیون مترمکعب آب و حدود ۲۵ تا ۳۵ گیگاتن سنکدانه طبیعی در سال، یکی از بزرگترین صنایع در ایجاد چالش های توسعه پایدار محسوب می گردد. بنابراین اعمال سیاست های توسعه پایدار در صنعت بتن از گام های اصلی پیمودن مسیر توسعه است.

ماموریت های صنعت بتن؟

با توجه به رشد جمعیت، مهاجرت از روستاها و چالش های توسعه پایدار؛ دو ماموریت اصلی صنعت بتن تامین نیاز مسکن و حفاظت از محیط زیست می باشد. ازینرو جهت انجام این ماموریت ها لزوم توجه به استراتژی های بتن پایدار دارای اهمیت بسزایی می باشد.

استراتژی های بتن پایدار؟

راهبردهای زیادی برای صنعت بتن جهت همگام شدن با اهداف توسعه پایدار ارائه شده است. از مهمترین آن ها به طور خلاصه می توان به موارد زیر اشاره نمود.

-بهبود راندمان کارخانه های سیمان

-تجهیز کارخانه های سیمان به پیش کلسینرهای مدرن

-استفاده از آسیاب های غلتکی عمودی در کارخانه های سیمان

-استفاده از سوخت های جایگزین در روند تولید سیمان

-تکنیک های حذف کربن از کارخانه های سیمان

-تکنیک های جذب، استفاده و ذخیره کربن

-مواد سیمانی مکمل به عنوان جایگزینی جزئی سیمان در بتن

-کلینگرهای جایگزین غیرپورتلند

-مواد فعال قلیایی

-سنگدانه بازیافتی و مصنوعی

-لاستیک بازیافتی

-افزودنی های منبسط/کریستالی

-عوامل شیمیایی محصور شده در میکروکپسول ها یا لوله ها

-بتن های ترمیم شونده با باکتری و انتخابگر ناحیه ی گرمایی

-استفاده از آب بازیافتی

و خیلی از گزینه های دیگر مواردیست که به عنوان استراتژی‌های توسعه پایدار پیشنهاد شده است.

در این راستا و در جهت اجرای راهبردهای توسعه پایدار در صنعت بتن؛ شرکت البرز شیمی آسیا پروژه های تحقیقاتی گسترده ای را آغاز نموده است. در ادامه به طور خلاصه به تشریح دو نمونه از این پروژه های مطالعاتی می پردازیم:

یکی از این تحقیقات "**تاثیر استفاده از فوق روان‌کننده‌های مختلف در بتن‌های حاوی سنگدانه بازیافتی در پیشبرد اهداف توسعه پایدار**" می باشد. با توجه به کاهش منابع طبیعی و افزایش روزافزون میزان تخریب ساختمان‌های بتنی به علت دوام پایین، استفاده مجدد مؤثر از زباله‌های تخریب به منظور حفظ منابع طبیعی تجدیدناپذیر ضروری می‌باشد. از آنجاییکه استفاده از سنگدانه‌های بازیافتی به علت کیفیت پایین، سبب تضعیف خواص مهندسی بتن می‌گردد؛ با استفاده از مواد افزودنی می‌توان این اثر را کاهش داد. در این تحقیق؛ اثرات چهار نوع فوق روان‌کننده مختلف بر خواص مکانیکی و دوام بتن معمولی و خوداتراکم حین استفاده از سنگدانه بازیافتی که با هدف نیل با اهداف توسعه پایدار جایگزین سنگدانه‌های درشت مخلوط بتن می‌گردند؛ بررسی شد. بدین منظور جهت بهبود کارایی نمونه‌های با درصدهای مختلف سنگدانه بازیافتی از فوق روان‌کننده‌های بر پایه پلی کربوکسیلات و نفتالین سولفونات استفاده شد. جهت بررسی خواص مکانیکی و دوام؛ آزمون‌های مقاومت فشاری، جذب حجمی آب، نفوذ تسریع شده یون کلرید، مقاومت الکتریکی و مقاومت در برابر چرخه یخبندان بر روی نمونه‌های بتنی انجام گردید. نتایج نشان دادند نمونه‌های دارای سنگدانه بازیافتی باعث کاهش کارایی، خواص مکانیکی و دوام بتن می‌گردند. اما استفاده از فوق روان‌کننده‌ها می‌تواند این اثرات سو را کاهش می‌هد. فوق روان‌کننده نوع SRJ572 در درصد مشخص نسبت به دیگر فوق روان‌کننده‌ها تاثیر بیشتری در بهبود خواص بتن حاوی سنگدانه بازیافتی داشته است.محصول SRJ572 شرکت البرزشیمی آسیا نسل جدیدی از فوق روان کننده های پلی کربوکسیلاتی اصلاح شده می باشد که کار پذیری بتن را در زمان طولانی بدون کاهش مقاومت مشخصه های بتن حفظ می کند این نسل جدید به نوع S در استاندارد ASTM C494-2015 شناخته می شود.

عنوان تحقیق دیگر "**بررسی اثر فوق روان‌کننده‌های مختلف بر خواص مکانیکی و دوام بتن‌های حاوی خرده لاستیک با رویکرد توسعه پایدار**" می باشد. بازیافت لاستیک‌های مستعمل خودرو و استفاده از آن به‌عنوان سنگدانه در بتن جهت کاهش آسیب به محیط‌زیست و نیل به اهداف توسعه پایدار از جمله مواردی است که در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به کاهش خواص مهندسی بتن حاوی خرده لاستیک، تاثیر استفاده از مواد افزودنی مختلف جهت بهبود کیفیت بتن بیش از پیش در حال ارزیابی می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی

اثر فوق روان‌کننده‌های مختلف بر خواص مکانیکی و دوام بتن‌های حاوی خرده لاستیک می‌باشد. بدین منظور با استفاده از نتایج آزمایشهای مقاومت فشاری، جذب حجمی آب، آزمایش های نفوذ تسریع شده یون کلرید، مقاومت الکتریکی و مقاومت در برابر چرخه یخبندان، تاثیر چهار نوع فوق روان‌کننده مختلف بر پایه کربوکسیلات و نفتالین سولفونات بر بتن دارای خرده لاستیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند جایگزینی قسمتی از ماسه مورد استفاده در بتن با خرده لاستیک باعث کاهش کارایی، خواص مکانیکی و دوام بتن میگردد. استفاده از فوق روان‌کننده‌ها می‌تواند این اثرات سو را کاهش دهد. در درصد مشخص استفاده از فوق روان کننده، نوع SRJ572 بر پایه پلی‌کربوکسیلات اتر نسبت به دیگر فوق روان‌کننده‌ها عملکرد بهتری در بهبود خواص مهندسی بتن حاوی خرده لاستیک داشته است.

بر اساس موارد بیان شده و مطالعات صورت گرفته؛ امید است با همکاری همه محققین، دانشجویان، اساتید و دست اندرکاران دغدغه‌مند صنعت بتن، دست در دست هم در راستای مسئولیت علمی و اجتماعی خویش با مصرف مسئولانه و صحیح از منابع و مصالح استاندارد به سمت اهداف توسعه پایدار گامی مثبت برداریم.

گزارش حضور در چهاردهمین کنفرانس ملی بتن و بیستمین همایش روز بتن مهر ۱۴۰۱

سیمان کردستان در زیر مجموعه هلدینگ سیمان غدیر

مصادف با چهاردهمین کنفرانس ملی بتن و بیستمین همایش روز بتن در ۱۶ لغایت ۲۰ مهرماه ۱۴۰۱ در محل مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، سیمان کردستان در زیر مجموعه هلدینگ سیمان غدیر با اتکا بر توان تولید انواع سیمان در کشور بر پایه تکنولوژی منحصر به فرد تولید سیمان های آمیخته در منطقه خاورمیانه، در این کنفرانس و همایش ملی در بخش ها و پنل های متخلف در راستای محور های همایش:

- **سخنرانی های علمی و تخصصی**
- **کارگاههای آموزشی**
- **نمایشگاه تخصصی**

با ارائه مطالعات پژوهشی، تحقیقاتی، تولیدی و تجربیات موفق مصرف سیمان های آمیخته در پروژه های بزرگ ملی، شرکت نمود و به عنوان یکی از حامیان برگزاری همایش، همواره در راستای تحقق اهداف چشم انداز "**بتن و توسعه پایدار**" در کشور کوشا بوده است.

با توجه به قابلیت تولید انواع سیمان و تولید سیمان بر اساس سفارش مشتری و همچنین تولید سیمان های آمیخته بر اساس استانداردهای ASTM,EN,ISIRI، سیمان کردستان در طول سالیان متمادی در تامین نیاز بازار مصرف در بازار داخلی و فرهنگ سازی مصرف سیمان های آمیخته در کشور ابرام ورزیده و با حمایت هلدینگ سیمان غدیر و تکیه بر توان متخصصان و کارشناسان مجموعه سیمان کردستان، موفقیت های شایسته ای در حوزه های مختلف مرتبط با صنعت سیمان و بتن کسب نموده است.

سیمان کردستان در راستای مسئولیت اجتماعی مترادف با فرهنگ سازی مصرف سیمان های آمیخته در کشور، با بهره گیری از فضای نمایشگاه تخصصی همایش به عنوان بستری مناسب و مطلوب در راستای معرفی قابلیت ها، توانمندی های تولیدی و معرفی محصولات، ضمن درخواست مشارکت از گروهای علمی، تخصصی و تولیدی در زمینه مطالعات پژوهشی و تحقیقاتی در جهت مصرف سیمان های آمیخته در ساخت بتن، نسبت به انعقاد تفاهم نامه با انجمن های صنفی و تولید کنندگان عمده بتن آماده در کشور با محوریت همکاری و مشارکت های علمی و تولیدی اقدام نمود.

از دستاوردهای حضور در همایش می توان به برگزاری و حضور در نشست های متعدد علمی و تخصصی با حضور معاونین، مدیران و روسای سازمان ها، انجمن ها و مراکز تحقیقاتی، اساتید دانشگاهی، محققان و متخصصان صنعت سیمان و بتن، تولید کنندگان بتن آماده، قطعات بتنی و افزودنی های شیمیایی و همچنین تولید کنندگان و صادرکنندگان بالقوه در صنعت سیمان، بتن و حوزه های مرتبط در کشور اشاره نمود.

در اختتامیه همایش از هلدینگ سیمان غدیر به عنوان حامی برگزاری همایش با اهداء یادبود و تقدیر نامه تقدیر بعمل آمد و برافتخارات هلدینگ سیمان غدیر و در زیر مجموعه شرکت سیمان کردستان افزون گردید.

کف‌سازی صنایع نگاه ویژه می طلبد

ابوالحسن رامین‌فر
مدیر عامل شرکت کلینیک ساختمانی ایران

شاید تاکنون با این شیوه نگرشی نداشته ایم!؟

یک سازه اعم از مسکونی، اداری، تجاری و یا صنعتی از اضلاع کف، دیوار و سقف تشکیل و کلیه کسانی که در شکل گیری و برپاسازی آن گام برمیدارند خواهی نخواهی تکیه گاه و ایستائی خود را طالب هستند و هر نوع عملیات اجرائی را روی کف همان مجموعه انجام خواهند داد تا سازه ای تولید شود . . .

آیا صاحبان پروژه ها و یا پیمانکاران به این ویژگی و ساختار کف به همان نسبت که به جنبه های زیبائی و تزئینات دیوار و سقف اندیشیده اند به تمامی نیروها و فشارها که بهنگام ساخت و دوران استفاده پس از آن به کف سازه وارد میشود نگریسته اند و تفکر و انگیزه ای جهت اهمیت آن بکار بسته اند؟!

جدای از انتخاب هر عملیات نهائی اعم از سنگ، سرامیک، پوشش های سخت صنعتی، رزینی، لیتیومی و یا سیلیکات بر پایه های مختلف سیمانی و یا پلیمری و با نگاه به جنبه های تزئین و یا رعایت بهداشت و عدم تولید گرد و غبار و دیگر ویژگی های انتظار در ایجاد یک بستر که معمولاً از بتن و یا ملات ساخته می شود و طبعاً در تحکیم نصب و یا پوشش آن دقت لازم را بکار برده و می بریم؟!

بهرحال انتخاب هریک از انواع فوق نیازمند یک کف سازی اولیه بعنوان بستر را نیازمند است.

چگونه یک بستر مناسب داشته باشیم؟ .

بهتر است ابتدا از بتن این مصالح سازه ای پر مصرف جهانی تعریفی داشته باشیم.

بتن ترکیبی است از سنگدانه های متفاوت که بهمراه ماده چسباننده‌ای بنام سیمان و آب توده ای یکپارچه را با کمترین فضای خالی تشکیل دهد.

و حال چگونه به این ویژگی توده یکپارچه و کمترین فضای خالی را دست یابیم؟

۱- ابتدا انتخاب سنگدانه ها از نظر کیفیت نوع کانی و سختی های آن و نیز شکل و فرم (شکسته و یا گرد گوشه) و بدون غبار آن دقت لازم را بکار بریم. همجواری دانه ها با یکدیگر و قرار گرفتن آن در یک توده به همراهی سیمان و آب را معمولاً در اصطلاح مهندسی طرح اختلاط (Mix Design) نامیده شده است که از اهم شرایط برای دست یابی به ویژگی های خاص بتن می باشد.

۲- انتخاب سیمان برحسب نوع و زمان مصرف و دمای محیط و مقدار آن با نگرش به خصوصیات سنگدانه ها و سیمان های متفاوت از اهمیت زیادی برخوردار است و نقش مؤثری در ساختار طرح اختلاط دارد.

۳- آب و خلوص آن از نظر میزان املاح و عدم ترکیبات زیان آور و با یک PH مناسب قادر و شایان توجه در اهداف تولید بتن و تاثیر گذار برای خواسته های ما را خواهد داشت.

توضیح: هر سه مصالح فوق جزئیات فیزیکی، شیمیائی و آنالیزهای بسیار بسیار دارد که شرح آن در این مقال و جایگاه نمی گنجد و برای اطلاع کامل آنها کتب، نشریات و آزمایش های متعددی را نیازمند است لیکن برآنیم با نیم نگاهی بر میزان مصرف آب و نوع کارائی آن در بتن توجه خاص شما را به تولید یک بتن و بستر مناسب معطوف داریم.

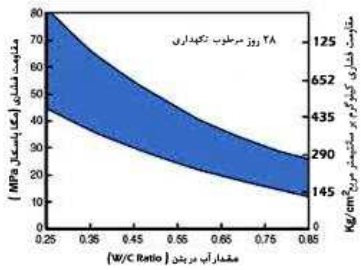
وقتی سخن از کمترین فضای خالی را در بتن داریم بایستی توجه کنیم که مقدار آب مورد نیاز سیمان جهت چسبانندگی سنگدانه ها و تولید یک خمیر سیمان ایده آل معادل ٪۲۱ وزن سیمان برحسب لیتر خواهد بود. W/C Ratio %21 و مازاد آن عملاً پس از دوره گیرش و سخت شدن سیمان تبخیر را بدنبال و در نهایت فضای خالی فواصل سنگدانه ها را موجب می شود. این فضای خالی بین دانه ها کاپیلاری و یا شعریه ها و موئینگی نامیده می شود.

(از روانی و امکانات اجرائی آن اطمینان حاصل کنیم)

از طرفی نیازمند آن هستیم که تمامی سنگدانه ها با محلول سیمان و آب (شیره سیمان) اندود شده و در چسبانندگی نقش ویژه خود را ایفا کنند. بدین ترتیب انتخاب دانه ها از نقطه نظر گنجایش و سطوح

جانبی حائز اهمیت و محاسبه آن قادر است در انتخاب سنگدانه ها و عملاً در میزان مصرف سیمان آب و کاهش آن نقش مؤثر را ایفا نمایند.

متاسفانه در کشور ما ایران و بمنظور تسهیل و سرعت در کار از نقطه نظر مخلوط و اجرا (سهولت تخلیه) و ایجاد سطوح صیقلی و صاف در پایان عملیات اجرا از سنگدانه های ریز دانه (ماسه) بیشتر و آب مضاعف استفاده می شود.



(اثرات آب بیشتر و کاهش مقاومت)

در حالیکه سنگدانه های درشت تر (شن) بمنزله استخوان بندی بتن تلقی و در ایجاد مقاومت و پایداری طولانی سازه تاثیرات بسیار بسیار بالاتری دارند و عملاً این مشکل مصرف آب را هم کاهش دارد و اهداف ما را در ایجاد کمترین فضای خالی محقق و نزدیکتر میسازد.

بنابراین بار دیگر توصیه میشود در طرح اختلاط (Mix Design) دقت بیشتری صورت گیرد و مقدار سیمان و آب آن بطور کامل و بر حسب نیاز مشخص گردد، ناگفته نماند الزاماً تصور مصرف سیمان بیشتر موجب پایداری و کیفیت مطلوب تر بتن نخواهد شد.

بعنوان مثال محاسبه حجم و سطوح دو سنگدانه را در ذیل ملاحظه خواهید فرمود:

شاید محاسبه دانه بندی های بتن و میزان مصرف شیره سیمان برای چسباندن دانه ها به یکدیگر در نوع شکسته مشکل و قانون محاسبه صحیح و دقیقی نداشته باشد ولی اگر فرض کنیم دانه بندی‌ها گرد گوشه و کروی شکل باشد شیوه محاسبه سطوح آنها در دو اندازه ۵ و ۳۰ میلیمتری در مقایسه و محاسبه چگونه است:

محاسبه حجم و مساحت دو دانه بندی 5 mm و 30 mm قطر

شعاع $5\ mm \div 2 = 2.5\ mm$ قطر

شعاع $30\ mm \div 2 = 15\ mm$ قطر

محاسبه حجم $4/3\ \pi R^3$

- حجم دانه های با قطر ۵ میلیمتری برحسب میلیمترمکعب

$2.5 \times 2.5 \times 2.5 \times (-) \times 4 \div 3 = 65.416\ m^{m3}$

- حجم دانه های ۳۰ میلیمتری برحسب میلیمترمکعب

$15\ mm \times 15 \times 15 \times (-) \times 4 \div 3 = 14130\ m^{m3}$

محاسبه سطح (محیط نیازمند شیره سیمان)

سطح دانه های ۵ میلیمتری

$2.5\ mm \times 2.5\ mm \times (-)\ 3.14 \times 4 = 78.5\ m^{m2}$

سطح دانه ۳۰ میلیمتری

$15 \times 15 \times (-)\ 3.14 \times 4 = 2826\ m^{m2}$

هر دانه ۳۰ میلیمتری از نظر حجمی برابر با ۲۱۶ دانه ۵ میلیمتری است. $14130 \div 65.416 = 216$

و ۳۶ دانه ۵ میلیمتری معادل یک دانه ۳۰ میلیمتری سطح پوشش دارد $2826 \div 78.5 = 36$

به زبان ساده تعداد ۲۱۶ دانه ۵ میلیمتری ۶ برابر سطح یک دانه ۳۰ میلیمتری سطوح پوشش را دارد.

و برای اندود آنها سیمان و آب (شیره سیمان) مورد نیاز چسباننده بهمین نسبت مصرف بیشتر را اعمال خواهیم کرد.

در ادامه نظارت و دقت در اجرای موارد فوق و کاهش ریز دانه ها و آب کمتر تخلیه حباب هوای ناخواسته که بهنگام تولید و عملیات اجرای بتن بوجود می آید الزامی و کاربری دستگاه ویبره و استفاده از ماله های پروانه ای را جهت تسطیح بهتر ایجاب و الزامی میدانیم

دما برحسب سانتیگراد مقاومت بر حسب مگا پاسکال

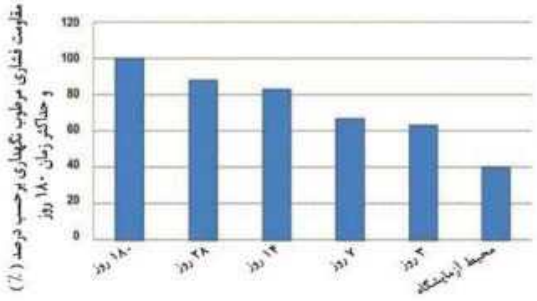
نموداری از آثار متفاوت بتن نگهداری در محیط اتاق با دمای متفاوت				
دما برحسب سانتیگراد	مقاومت بر حسب مگا پاسکال			
	۲۴ روز	۱۴ روز	۲۸ روز	۹۰روز
۳۵	۱۷/۴	۲۴/۳	۲۶/۹	۲۹/۲
۲۰	۲۱/۲	۲۷/۵	۳۱	۳۱/۴
۱۵	۲۲/۵	۲۸/۷	۳۱/۷	۳۴/۸
۱۰	۲۳/۱	۲۹/۳	۳۱/۸	۳۶/۷
۷	۲۸/۶	۳۰/۹	۳۵/۶	۳۷/۶
۴	۲۶/۷	۳۱/۲	۳۸/۶	۳۸/۸

تأثیرات دما بر میزان مقاومت بر حسب مگا پاسکال و حفظ بیشتر آب درون

(تسطیح کامل و عملاً تخلیه حباب های هوا)

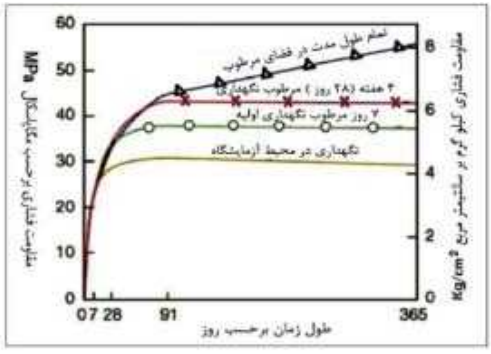
بدیهی است که از این پس عملیات گیرش و دوره مرطوب نگهداری (Curing) شروع خواهد شد و وظیفه ما در عملیات بهبود ادامه خواهد یافت.

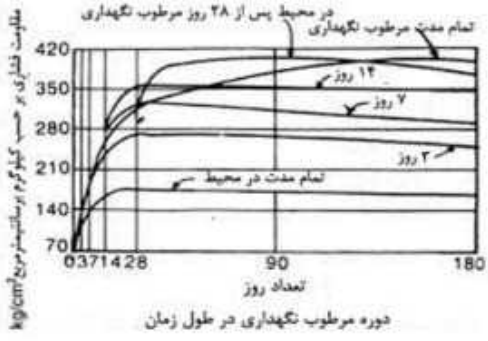
$4\pi R^2$



تعداد روز برحسب مرطوب نگهداری

گیرش بتن برحسب دما و زمان		حدود گیرش در طول زمان
Degrees F	Degrees C	Hours
70	21.1	6
60	15.6	8
50	10.0	10 2/3
40	4.4	14 2/3





دوره مرطوب نگهداری در طول زمان

نکته قابل توجه : هرگز تصور نکنیم که مفروش کردن گونی مرطوب و یا پاشش آب به دفعات موجب نفوذ در بتن و نقش در گیرائی (Setting) سیمان خواهد شد . به عبارتی بتن از همان آب اولیه مصرفی در تولید استفاده خواهد کرد و مرطوب نگهداری ادامه موجب تاخیر در تبخیر آب موجود در خمیر سیمان می گردد و هر قدر این عمل ادامه یابد مقاومت فشاری و پایداری بتن افزون و کاهش احتمالی ترک ها را در سطح بتن را بدنبال دارد. مطالب بسیاری از نقطه نظر فنی در انتخاب مصالح و شیوه اجرائی وجود دارد که نگاه ویژه کارشناسان را به کف سازی صنایع نیازمند است.

ملاحظات تولید صنعتی بتن پر مقاومت

جواد چگینی
شرکت سنگ شکن غرب

مقدمه

با توجه به مباحثی بیشماری که تکنولوژی بتن پر مقاومت وجود دارد، ما سعی بر ارائه مطالبی نمودیم که بیشترین کاربرد را در صنایع بتنی دارد. آن هم مسیر اصلی تولید صنعتی و انبوه بتن پرمقاومت می باشد. لذا با مشاوره اساتید این حوزه عنوان این کارگاه، **ملاحظات تولید بتن پرمقاومت صنعتی** قرار گرفت و سعی شد بجای مباحث تئوری، به تکنیک ها و فناوری های تولید بتن پرمقاومت استاندارد با توجه به شرایط موجود کشور ایران پرداخته شود.

سرفصل مطالب عباتند از:

- معرفی بتن پرمقاومت
- اجزای تشکیل دهنده
- ملاحظات طرح مخلوط
- تولید و حمل و پمپاژ بتن پر مقاومت
- کنترل کیفیت و آزمایش بتن پرمقاومت

مقاومت فشاری بتن تجاری در ۴۰ سال گذشته حدوداً سه برابر شده و از ۳۵MPa به بیش از ۹۵ MPa رسیده است. این افزایش بی سابقه مقاومت عمدتاً به دلیل عوامل ذیل امکان پذیر شده است:

- پیشرفت در تکنولوژی مواد افزودنی شیمیایی؛
- افزایش دسترسی به مواد افزودنی های معدنی (مواد مکمل سیمانی)؛
- افزایش آگاهی از اصول حاکم بر بتن با مقاومت بالاتر.

تاریخچه تولید بتن به عنوان یک ماننده متشکل از مواد چسباننده و دانه‌ای در اکثر تمدن های بزرگ که از هزاران سال بیشتر است، باز میگردد. ولی آنچه که معیار است، بتن های تولید شده با سیمان هیدرولیک می باشد. لذا نقطه عطف تولید بتن صنعتی مصادف با ساخت و ثبت اختراع اولین سیمان هیدرولیک توسط جوزف آسپادین در سال ۱۹۲۴ (joseph aspdin) است. در پی آن بود که انواع بتن، بتن آماده (۱۹۱۳)، بتن سبک و بتن پاششی (۱۹۲۰)، بتن پیش تنیده (۱۹۳۰)، بتن با مقاومت بالا (۱۹۴۰)، بتن الیافی (۱۹۶۰)، بتن غلطکی (۱۹۸۰)، بتن پلیمری (۱۹۹۱)، بتن متخلخل (۲۰۰۱)، بتن خود تراکم (۲۰۰۳)، توسعه پیدا نمودند.

مزایای بتن پرمقاومت - مزایای این نوع از بتن عبارتند از:

کاهش ابعاد مقطع و ایجاد فضای بیشتر در طبقات ابتدایی (کاهش مصرف بتن و بار مرده)؛

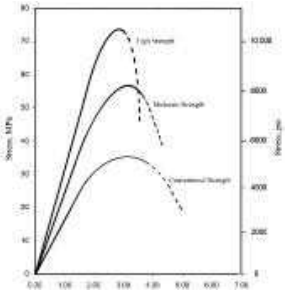
افزایش طول دهانه‌ها؛

افزایش فواصل تیرهای اصلی؛

کاهش ارتفاع مقاطع.

کاهش دوره تناوب سازه (فاکتور آسایش) با توجه به افزایش نسبی مدول الاستیسته و کاهش دوره تناوب در سازه های بلند؛

افزایش خواص دوامی بتن (با بهبود سایش، نفوذپذیری، جذب آب و افزایش عمر خدمت سازه) با توجه به کاهش نسبت آب به مواد چسبنده (W/B)؛



شکل ۱- منحنی‌های تنش-کرنش بتن با مقاومت بالا، متوسط و متعارف.

تعریف بتن با مقاومت بالا به لحاظ اینکه به شرایط مختلفی بستگی دارد، از چند منظر قابل تعریف و بررسی است. یک، رفتار تنش-کرنش بتن در درجه اول تحت اثر سختی نسبی خمیر و سنگ دانه و مقاومت پیوند در ناحیه گذار میباشد. اکثر محققان (۱۹۸۱، Shah و همکاران؛ ۱۹۹۵، Jansen و همکاران) برای بتنهای پرمقاومت در تنش حداکثر، ظرفیت کرنش بالاتری گزارش نموده اند. شکل ۱ منحنی های تنش-کرنش بتن با مقاومت بالا، متوسط و متعارف را نشان می دهد. شیب منحنی با افزایش مقاومت در هر دو بخش صعودی و نزولی منحنی تنش-کرنش تندتر شده و گسیختگی نهایی بطور فزاینده‌ای ناگهانی و یا انفجاری می شود. لذا یکی از ویژگی های مهم بتن پرمقاومت (HSC) تغییر در رفتار تنش-کرنش است.

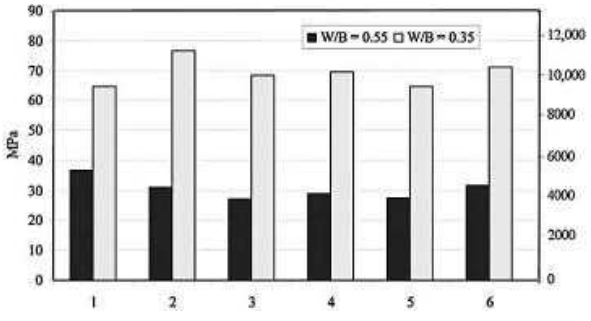
بتن پر مقاومت بر اساس رده در استانداردهای مختلف در کشورها مطرح می شود.

استاندارد	محدوده مقاومتی (MPa)
BS EN 206	بتن های بیش از 40 MPa تا محدوده 115 MPa
ACI 363	حد پایین 40 MPa
S.ind. استاندارد هند	حد پایین 50 MPa و حد بالا 70 Mpa
Australian Standard	تا محدود 100 Mpa
مقررات ملی ایران (م ۹) و آبا	تا محدود 70 Mpa
مقررات ملی (م۵)	100 Mpa

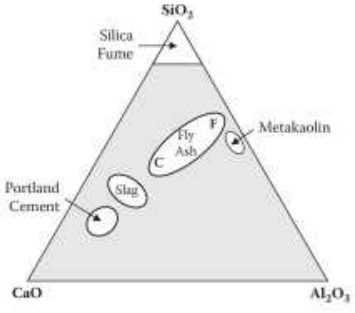
اجزای تشکیل دهنده بتن پر مقاومت

مقدم بر کلیه مطالب، قبل از تولید و طراحی میبایست با آشنایی بر کلیه ویژگی های اجزای تشکیل دهنده بتن، اثر هر ویژگی را بر روی مقاومت فشاری بتن بررسی نمود. قبل از مهندسی کردن بتن، می بایست اجزای تشکیل دهنده بتن پرمقاومت مورد بررسی و مهندسی قرار گیرد. اجزایی تشکیل دهنده بتن پرمقاومت عبارتند از: سنگدانه ها، سیمان، مواد شبه سیمانی و افزودنی های شیمیایی. در این کارگاه به هریک از این اجزا تا حد ممکن پرداخته شد و نمود آن بر روی مقاومت فشاری و تغییرات مقاومت فشاری مورد بررسی قرار گرفت.

خلاصه مطالب در خصوص اجزای تشکیل دهنده به شرح ذیل ارائه شد. در انتخاب سیمان، نکته حائز اهمیت آن بود که می بایست بر اساس تاریخچه پاسخ سیمان ها در بتن، سیمانی که دامنه تغییر پذیری کمتری دارد مورد استفاده قرار گیرد و سیمانی که در بتن های معمولی (تا رده ۳۵MPa) بهترین پاسخ را دارد، ضرورتا سیمان مناسب برای تولید بتن با مقاومت بالا نیست. بر عکس، ممکن است سیمانی که در بتن معمولی پاسخ خوبی ندارد، در بتن با مقاومت بالا دارای پاسخ بهتری باشد. بر اساس نمودار شکل-۲ میتوان به این نتیجه رسید. در این نمودار، سیمان های تجاری مختلف با نوع ثابت در دو نسبت آب به سیمان مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند.



شکل ۲- مقایسه سیمان های مختلف در دو نسبت (W/B)



شکل۳- اجزای اصلی پوزولان ها

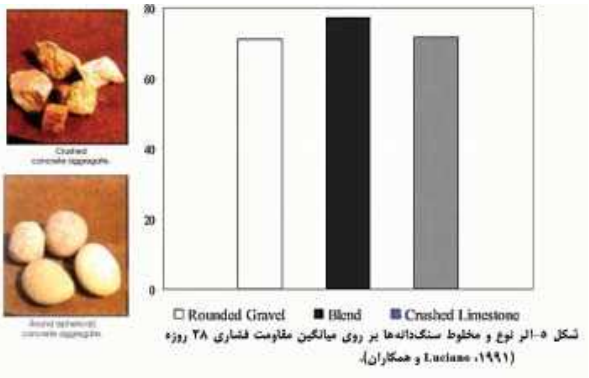
در خصوص مواد مکمل سیمانی می بایست به فراوانی آن ماده در موقعیت جغرافیایی توجه نمود. بنابراین یک پوزولان در یک کشور و یا یک ناحیه میتواند بهترین کاندید برای استفاده در بتن پر مقاومت باشد ولی در یک ناحیه دیگر قابلیت استفاده از آن وجود نداشته باشد. به طور خلاصه، قابلیت تامین، سهولت در استفاده، ضریب بهره وری از جمله فاکتورهای مهم

برای انتخاب یک ماده برای استفاده در بتن پر مقاومت می باشد. به عنوان یک نتیجه، همان طور که در شکل-۳ مشاهده می‌شود، پوزولان های رایج در تولید بتن پر مقاومت، متاکائولن، خاکستری بادی، سرباره و میکروسیلیس است. در کشور عزیزمان ایران ما دارای فراوانی دوده میکروسیلیس هستیم که به لحاظ بهره وری دارای بالاترین بهره‌وری است. مزایای میکروسیلیس در جدول زیر قابل ملاحظه است

خواص		توضیحات
کارایی	زیر دوز ۵٪ ضعیف	
کاهش جذب آب	تا ۸۰٪ کاهش	
مقاومت الکتریکی	تا ۵ برابر افزایش	
آب انداختگی و جداشدی	بالا ۵٪ از بین میبره	
زمان گیرش	مشابه مخلوط کنترل	نرخ سخت شدن را بالا میبره
جمع شدگی	مشابه مخلوط کنترل	نرخ آن را کم میکند
حرارت هیدراسیون	a kilo for kilo	در بتن های حجیم با احتیاط مصرف شود
کسب مقاومت	تا ۱۳۰ Mpa	در حالت سه جزئی
پاسخ های دیاس	بسیار قابل توجه است	

ویژگی های میکروسیلیس در نگاه کلی

به‌طور خلاصه به مصالح دانه ای متشکل از ریز دانه ها و درشت دانه ها پرداخته شد. در بتن معمولی، مقاومت تابع ظرفیت خمیر است در بتن پر مقاومت، مقاومت تابع ظرفیت ذاتی سنگدانه است. لذا مقاومت سنگدانه های و کانی شناسی آنها در HSC به ملاحظه بیشتری نیاز دارد. با توجه به این که سنگدانه های درشت دانه ریز تر قابلیت توزیع تنش بیشتری از خود نشان می دهند، در حالت کلی می توان از حداکثر اندازه سنگدانه ۱۲mm استفاده نمود. در بحث شکل ظاهری سنگدانه های درشت دانه، به دلایل کاملاً شناخته شده، در بتن های معمولی ارائه سنگدانه های درشت دانه شکسته توانایی بهبود بهتر مقاومت فشاری را دارد. ولی در بتن های پر مقاومت با توجه به تامین کارایی (کاهش نسبت W/C توام با حفظ کارایی و بهبود پمپ پذیری) می‌بایست از سنگدانه های ترکیبی شکسته و کروی استفاده نمود (شکل-۵).



شکل ۵-اثر نوع و مخلوط سنگدانه‌ها بر روی میانگین مقاومت فشاری ۲۸ روزه (۱۹۹۱، Luciano و همکاران).

افزودنی های شیمیایی مورد استفاده در بتن پر مقاومت- میبایست مورد توجه ویژه ای قرار گیرد. این افزودنی های می‌بایست دارای محدوده‌ای از هوازایی، حفظ اسلامپ، کسب مقاومت اولیه مورد نیاز، سازگاری با اجزای تشکیل دهنده، عدم جداشدگی در دوزهای بالا باشند. این ارزیابی تنها با ساخت تریال بچ های آزمایشگاهی تحت نظر مشاور ارشد تکنولوژی بتن قابل حصول است.

ملاحظات طرح مخلوط HSC- کاربرد اصول طرح مخلوط بتن معمولی به تدریج در فرآیند توسعه طرح مخلوط HSC کاهش می یابد. اجزایی که در بتن معمولی **کارکرد خوبی** دارند، تاثیر شان کمتر می شود. معمولاً در طی طراحی طرح بتن، مسائل **مرتبط با دوام و قابلیت ساخت، جایگزین پارامتر مقاومت** می شود. گزینه های در دسترس برای دستیابی به مقاومت فقط باید بعد از ملاحظات بتن ریزی و خواص دوام بتن مطرح باشند.

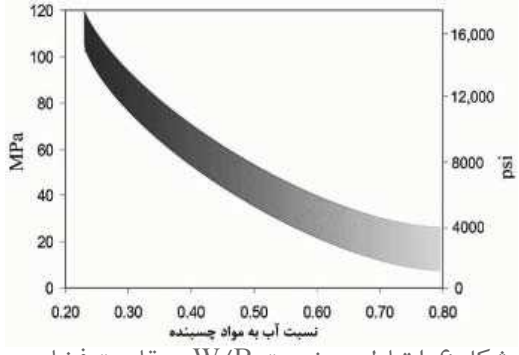
مراحل طراحی طرح مخلوط

- شناسایی الزامات مکانیکی، دوام و ساخت‌پذیری

- انتخاب اسلامپ هدف (اسلامپ و یا پخش‌شدگی اسلامپ).
- انتخاب حدکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ها (بر اساس ابعاد و محدودیت‌های ساخت‌پذیری).

تخمین مقدار آب و سیمان بر اساس مقاومت متوسط و یا هدف (نمودار نسبت آب به سیمان در برابر مقاوتم فشاری توسط Aïtcin در سال ۱۹۹۸ پیشنهاد گردید)

- برآورد حجم مصالح درشت دانه.
- محاسبه مقدار مصالح ریز دانهٔ مورد نیاز.
- انجام پیمانه‌های آزمایشگاهی بمنظور ارزیابی از مخلوط در قابلیت تامین خواص مورد نیاز مخلوط (در صورت لزوم).
- انجام آزمایش کارگاهی که نمایندهٔ شرایط کاری پیش‌بینی شده و تطبیق مصالح و یا نسبت‌ها باشد (بخصوص اگر بتن خودتراکم هم باشد).



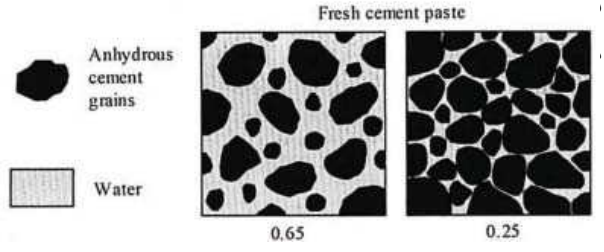
شکل ۶-ارتباط بین نسبت W/B و مقاومت فشاری برای ترکیبات مختلف سیمان و پوزولان.

پارامتر های اساسی تاثیر گذار بر روی مقاومت فشاری بتن که می بایست در طراحی طرح مخلوط درنظر گرفته شود

- نسبت سیمان به آب اختلاط؛
- نسبت سیمان به سنگدانه ها؛

- دانه بندی، بافت سطحی، شکل، مقاومت و سختی سنگدانه ها؛
- حداکثر اندازهٔ سنگدانه ها.
- چگالی خمیر

در بتن های معمولی، طراحان همواره به دنبال طرح مخلوطی می باشند که چگالی بتن را افزایش دهد. اما این موضوع در بتن



شکل ۷-الگویی از دو خمیر تازهٔ سیمانی با نسبت آب به سیمان ۰/۶۵ و ۰/۲۵ (۱۹۹۸، **Aatcin**).

سن پذیرش مقاومت بتن- بتن معمولی تقریباً ۱۰۰ ٪ مقاومت فشاری را در سن ۲۸ کسب میکند. با این حال، بتن پرمقاومت تا ۱۸۳ روز توسعه مقاومت قابل توجه دارد. با کاهش سن پذیرش به مقدار خمیر زیاد و نسبت W/B کمتری نیاز داریم که با خواص دوامی و اجرایی کار در تضاد است. در اکثر سازه ها ما در سن ۲۸ روزه به مقاومت طراحی اولیه زیاد نیاز نداریم (به عنوان مثال در ساختمان ۱۰ طبقه، ستون های طبقه اول بعد از ۱۰۰ روز به مقاومت طراحی بار مرده و زنده میرسند. برای پذیرش بتن های با سن پذیرش ۵۶ روزه، ٪۷۵ مقاومت در سن ۷ روزه و ۸۵ درصد مقاومت در سن ۲۸ روزه قابل قبول است. به طور معمول، سن پذیرش HSC ۵۶ روزه است.

یکنواختی تولید بتن پر مقاومت- در بتن های معمولی نسبت آب به سیمان را عمدتا با اسلامپ کالیبره میکنند در بتن پر مقاومت با توجه به این که اسلامپ قبل از افزودنی صفر است. می بایست افزودنی در مقدار مصرف شود که قابلیت سنج اسلامپ در کارخانه وجود داشته باشد. برای رسیدن به یکنواختی پیمانه میتوانیم با کالیبره کردن اسلامپ با نسبت آب به سیمان این کار را انجام دهیم. با مقدار افزودنی که به اسلامپ قابل سنجش برسیم (مثلا ۱۲ سانتی متر) میتوانیم یکنواختی بتن را با سنجش اسلامپ و رئولوژی که از طرق زیر بررس می شود، بدست آوریم.

محاسبه آب آزاد در طرح های صنعتی- یکی از اساسی ترین پارامترها در تولید صنعتی بتن پر مقاومت، کنترل سیستماتیک آب های اضافی که از راه های مختلف به بتن اضافه می شود، می باشد. لذا با داشتن برنامه ریزی مدون و نظارت کارشناسان تولید بر این امر می توان این مشکل را حل کرد. وجود آب اضافه در تراک میکسر عمدتا از راننده پرسیده می شود. ما نباید به این موضوع تکیه کنیم و می بایست محلی برای تخلیه دوغاب در کارخانه ها ایجاد شود و تخلیه دوغاب توسط مهندسین ثبت شود.

از جمله موارد دیگری که در تولید موفقیت آمیز این نوع بتن ضروری است، **کنفرانس های پیش از ساخت** است. جلسه توجیهی مابین تولید کننده و کارفرما برای جلو گیری از سوتعبیرها در بتن‌های پرمقاومت بیشتر حائز اهمیت است. پروژه های دارای شرایط و مشخصات خاص خود هستند تا که برای تولید کننده و کارفرما همچیز روشن باشد. مشکلات عمدتا بخاطر ناهمانگی و یا عدم آگاهی طرفین از شرایط کار رخ میدهد.

ماشین آلات، تجهیزات و ناوگان حمل و پمپاژ - دارای اهمیت است.
- بروز بودن تجهیزات تولید و حمل و نقل بتن پرمقاومت
- مکانیزه بودن امر توزین اجزا
- سنسورهای کنترل رطوبت و اسلامپ و آمپر سنج
- سیلوی های پوزولان (رده های C60 به بالا دوغاب قابل استفاده نیست)
- افزونه های کاهش دما بتن تولید (یخ، آب سرد و هیدروژن مایع)
- تراک میکسرهای غیر فرسوده با توان مخلوط کردن بالاتر و ماشین آلات پمپاژ قوی تر؛

کنترل دمای HSC- با نظر به این که بتن های پرمقاومت دارای محتوای سیمانی بالاتری نسبت به بتن های معمولی می باشند. این امر طبیعی خواهد بود که دمای بتن نیز بالاتر از معمول باشد. لذا ملاحظات دمایی بتن پرمقاومت منجر به بهبود اجرا و ابقای خدمت پذیری المان ها می شود. پارامترهای مربوطه به شرح ذیل میتواند تا حدودی زیاد مفید باشد. یکی یا چند روش همزمان قابل استفاده است.

کاهش دمای سنگدانه که ۶۰ تا ۷۰ درصد حجم بتن را تشکیل میدهد (هر 1^oC کاهش دمای سنگدانه، 1^oC دمای بتن را کاهش میدهد)

-استفاده از کراشر یخ (تا 11^oC دمای بتن را کاهش میدهد)

- نیتروژن مایع (تا 11^oC دمای بتن را کاهش میدهد) هزینه بالا و ملاحظات ایمنی دارد.

-کاهش دمای سیمان از طریق کولر اسکرو و سیلو (4^oC سیمان، 1^oC دمای بتن را کاهش میدهد)

- خنک کردن با آب سرد (تا 6^oC دمای بتن را کاهش میدهد) هزینه قابل توجهی دارد.

- تراک میکسر سفید تا ۲ درجه دمای کمتری نسبت به رنگ مشکی و قرمز در بتن تولید میکند.

بچینگ پلانت ها-نیز دارای اهمیت زیادی در تولید بتن با کیفیت می باشند که در این دوره به طور کامل به آنها پرداخته شد.

کنترل کیفیت بتن پر مقاومت- مغایرت های مقادیر اندازه گیری شده برای هر یک از ویژگی ها میتواند در دو دلیل اساساً متفاوت جستجو نمود :

- تغییر پذیری ذاتی بتن که شامل عوامل مربوط به مواد تشکیل دهنده و تولید بتن میشوند.
- تغییر پذیری روشهای مورد استفاده برای آزمایش مصالح.

تغییر پذیری ذاتی روش های آزمون بتن

در اوایل دهه ۱۹۹۰ پس از چندین سال تحقیق و توسعه موفق در تهیه تجاری بتن پرمقاومت با مقاومت فشاری مشخصهٔ (۱۱۰ MPa ۱۶۰۰۰ psi) در سن ۵۶ روزه، نگرانی اصلی شرکت خدماتی مواد (MSC) توانایی برای تولید موفق بتن نبود، بلکه قابلیت ارزیابی آزمایش صنعتی به شیوه‌ای قابل تکرار و قابل اعتماد بود. کشور ما نیز از این قاعده پیروی میکند. لذا در اکثر مواقع دستگاه‌های آزمایشگاه و کنترل کیفی صلاحیت لازم جهت آزمون، ارزیابی این بتن ها را نداشته و باعث مشکلات متعددی می شوند. در ادامه به برخی از مشکلات آزمون های بتن پرمقاومت پرداخته می شود. متغیرهای تاثیرگذار بر آزمایش مقاومت فشاری عبارتند از:

- نمایندگی نمونه
- شیوه تراکم
- ابعاد و جنس قالب ها
- مقدار و توزیع رطوبت
- شرایط عمل آوری اولیه
- کپینگ یا کلاهک گذاری
- ملاحظات دستگاه بتن شکن

نمونه گیری بتن- برخی از مواقع بتن داخل وان پمپ ریخته میشه و از آن نمونه گرفته میشه که این کار بشدت مخرب است. نمونه گیری نقطه ای برای مقاصد پذیرش مناسب نیست و نمونه گیری مرکب که از دو یا چند نقطه یک کامیون حمل نمونه گیری میشود، مناسب است و باید پهنا و عمق جریان شیوت یا لوله اخذ شود.

تراکم آزمونه های آزمایش- با توجه به این که بتن پرمقاومت نوعا دارای قوام خود متراکم و یا شبیه خود متراکم می باشد. تراکم آزمونه های آزمایش به امر بحرانی بدل می شود. تعداد و لایه های در میله کوبی میبایست با توجه به رئولوژی بتن رعایت شود. میله زنی بیش از حد موجب ته نشیتی سنگ دانه می شود. میله زنی بیش از حد بخصوص در بتن های دارای تطویل تورق زیاد، به دلیل عمودی شدن سنگدانه ها میتواند تا ۴۰ درصد مقاومت اندازه گیری شده را کاهش دهد. ته نشینی سنگدانه ها باعث تمرکز درشت دانه ها در یک بخش از آزمونه شده و ریز دانه ها در بخش دیگری تجمیع می شود. لذا این امر باعث توزیع غیر یکنواخت تنش در زیر فک آزمایش شکست بتن شده و مقاومت اندازه گیری شده دچار خطای فاحش می شود.

هندسه و جنس قالب- به لحاظ ابعاد قالب های ۱۰×۲۰ اختلاف حدودا ۵٪ با قالب های ۱۵×۳۰ در ترم مقاومت فشاری در محدوده مقاومت فشاری ۶۰ MPa تا ۸۰ دارند. با توجه به ظرفیت دستگاه های مورد استفاده در کشور و سختی طولی و عرضی و ملاحظات کلاهک های جک بتن شکن از قالب های ۱۰×۲۰ cm توصیه می شود. به هر حال، برای تبدیل مقاومت فشاری اندازه گیری شده در ابعاد دلخواه به استوانه ۱۵×۳۰ cm، پیشنهاد می شود که ضریب تبدیل به صورت دقیق و عملی استخراج شود. با نمونه گیری، ساخت، عمل آوری و شکست همزمان چند قالب با ابعاد دلخواه و قالب استوانه ای ۱۵×۳۰ cm ضریب تبدیل قابل محاسبه است. به لحاظ جنس و آب بندی، قابلیت آب بندی قالب (شیره آبه و حفظ رطوبت) و صلبیت قالب می بایست مورد بررسی و تحقیق باشد. قالب های پلاستکی یک تکه مکعبی، به دلیل عدم هم راستایی تا ۱۰٪ مقاومت فشاری کمتری دارد. قالب های پلاستیکی استوانه ای مشابه قالب فولادی هستند. در حالت ایده ال بهتر است از قالب های فولادی استفاده شود. تحدب و تقعر قالب بشدت بر روی مقاومت اندازه گیری شده تاثیر گذار است. تختی، راستایی، قائمی بودن می بایست بر اساس ۱۶۰۸ استاندارد ملی ایران باشد.

سایر پارامترها- در زمان آزمایش، آزمونه های اشباع میتواند ۱۵ تا ۲۰ درصد مقاومت کمتری از آزمونهای با سطح خشک باشد (شکل ۱۲). بر اساس استاندارد باید آزمونه اشباع با سطح خشک باشد. نرخ بارگذاری: اگر نرخ بارگذاری از محدودهٔ استاندارد فراتر رود تا حدود ۲۰ درصد به مقاومت فشاری بتن پرمقاومت افزوده شود. تحت بار ضربه ای ممکن است مقاومت فشاری در حدود ۳۵ درصد افزایش یابد. نرخ بارگذاری در استاندارد های ملی ایران و ASTM به شرح ذیل است.

- استاندارد ASTM C 39 : ۰.۱۴ تا ۰.۳۴ MPa/sec
- استاندارد ملی ایران ۱۶۰۸:۰.۲ تا ۰.۶ MPa/sec

در صورت استوانه ای بودن آزمونه ها، آماده سازی و کلاهک گزاری آزمونه می بایست بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۰۸ انجام پذیرد. جابجایی و حمل آزمونه های آزمایش از محل پروژه تا آزمایشگاه بتن دارای اهمیت حیاتی است. مطابق شکل، روند کسب مقاومت بتن از ۱۵ ساعت بعد از ساخت آن آغاز می شود. در صورت برخورد فیزیکی آنها و تنش های ناشی از حمل، مقاومت اندازه گیری شده تحت شعاع قرار خواهد گرفت. به‌طور خلاصه، تولید صنعتی بتن پرمقاومت تفاوتی ذاتی با تولید بتن‌های معمولی ندارد. ولی آنچه که مهم است در فرآیند و زنجیره تولید، دارای نقاط تاکید و بحرانی بیشتری می باشد. در سال های گذشته بدلایل مختلف، کمیت تولید صنعتی جایگزین کیفیت شده است. اکثر سازه ها با ضرایب اطمینان بسیار بالا و رده های مقاومتی حداقل طراحی و ساخته شده اند. این

امر، به نوبه خود باعث ایجاد و ورود تولیدکنندگان فاقد صلاحیت شده است. با افزایش رده های طراحی مقاومت فشاری توسط محاسبین سازه، علاوه بر مزایایی اقتصادی حاصله، پارامترهای کیفی تولید کنندگان بهبود می یابد. تمامی تکنولوژی های پیشرفته در صنایع مختلف، از تحقیقات و آزمایشگاه ها، بروز و ظهور کرده اند. برای صنعتی سازی هر فن آوری نیاز به زیر ساخت های مناسب به فراخور آن است. لذا از ابتدای کار، انتخاب اجزای تشکیل دهنده، طراحی طرح مخلوط، تا عملیاتی سازی و صنعتی سازی (تولید، حمل و پمپاژ) و کنترل کیفیت و آزمون، نیاز است که در هر چرخ دنده این سیستم به نحو مناسبی فعال شود تا نتیجه مناسب حاصل گردد.

کارگاه عملی ارزیابی کیفیت بتن با دستگاه اولتراسونیک

شرکت آزمون ساز مبنا

اصغر ملازاده، مدیرعامل

منصور فدایی، مدیر تحقیق و توسعه

کارگاه آموزشی اول در روز یکشنبه ۱۷ مهرماه ۱۴۰۱ با عنوان ارزیابی کیفیت و دوام بتن با دستگاه اولتراسونیک و دستگاه نفوذیون کلر تسریع شده (RCPT) برگزار شد. در این کارگاه که با استقبال خوب شرکت کنندگان مواجه شد، سر فصل های زیر ارائه گردید:

- مزایای آزمایش های غیر مخرب بتن
- ارزیابی کیفیت بتن با آزمایش سرعت پالس التراسونیک
- ارزیابی دوام بتن با آزمایش RCPT

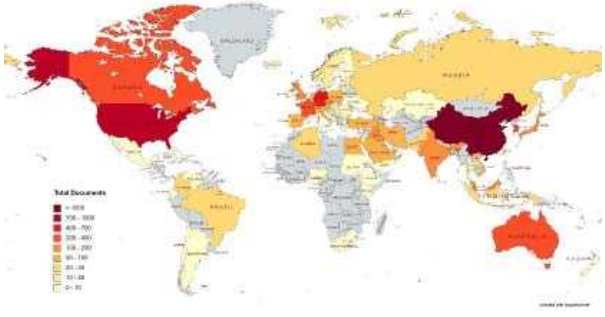
در پایان کارگاه دستگاه التراسونیک و دستگاه RCPT ساخت شرکت آزمون برای انجام آزمایش عملی مورد استفاده قرار گرفت.

توسعه و استفاده از بتن فوق توانمند در ساخت‌وساز

محمد شکرچی زاده - محمدجواد محمدی

انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران

با پیشرفت عرصه تکنولوژی بتن و کاربرد مواد افزودنی معدنی و شیمیایی، بتن فوق توانمند، به عنوان نوعی از بتن‌های خاص در سال ۱۹۹۴ میلادی توسط ریچارد و شقزی معرفی گردید. ساخت این بتن، نتیجه دستیابی به ساختار فاقد نقایص در حد بزرگ (MDF) و ذرات کوچک متراکم‌شده (DSP) است. مطابق تعریف انجمن بتن آمریکا (ACI)، بتن فوق توانمند، بتنی با مقاومت فشاری حداقل ۱۵۰ مگاپاسکال است، درحالی‌که چقرمگی و شکل‌پذیری زیادی را با استفاده از الیاف تامین نماید و رفتاری الاستوپلاستیک از خود نشان دهد. همچنین بتن فوق توانمند به دلیل نفوذپذیری بسیارکم، دوام بسیار زیادی دارد. آیین‌نامه‌ها و استانداردهای کشورهای مختلف، تعاریف و محدودیت‌های مخصوصی روی خواص این بتن تعیین کرده‌اند. با توسعه موضوع بتن فوق توانمند از سال ۲۰۱۰، اسناد متنوعی در ارتباط با زمینه های مختلفی مانند، ریزساختار، شکل‌پذیری، الیاف، دوام و ... منتشر شد که توسعه آن از نظر تعداد اسناد منتشرشده در کشورهای مختلف در شکل زیر مشاهده می‌شود.



تولید بتن فوق توانمند، نیاز به استفاده از مصالح با کیفیت، طراحی مخلوط بر اساس چگالی تراکمی، اجرا و عمل‌آوری مناسب دارد تا مشخصات مکانیکی و دوام مطلوب حاصل شود. اصول اولیه طراحی مخلوط بتن فوق توانمند شامل بهبود همگنی با حذف درشت‌دانه‌ها، کاهش نسبت آب به مواد سیمانی، کاهش تخلخل، بهبود ریزساختار، افزایش طاقت با الیاف و افزایش چگالی تراکمی است تا بتوان تعادلی بین خواص کارایی، مقاومت، دوام، اثر اقتصادی و پایایی ایجاد کرد. انواع روش‌های اجرای بتن فوق توانمند شامل اجرا به‌صورت پیش‌ساخته، درجا، بتن پاششی و ساخت دیجیتال (چاپگر سه‌بعدی) می‌باشد که هر کدام از این روش‌ها نیاز به تنظیم خصوصیات رئولوژی (تنش تسلیم، لزجت و روان‌وردی) دارد. تنش تسلیم کم و

بسیارکم به‌ترتیب باعث بهبود قابلیت پرکنندگی و توزیع غیر یکنواخت الیاف می‌شود. لزجت متوسط مخلوط را پایدار و توزیع الیاف را بهتر می‌کند درحالی‌که لزجت زیاد مانع از جریان‌پذیری و حذف هوای تصادفی از ماتریس بتن فوق توانمند می‌گردد. همچنین، روان‌وردی کم و زیاد به‌ترتیب باعث حفظ کارایی طولانی‌تر و کاهش فشار وارد بر قالب می‌شود.

بتن فوق توانمند دارای خصوصیات ویژه‌ای مانند مشخصات مکانیکی عالی (مقاومت‌های فشاری بیشتر از ۱۲۰ مگاپاسکال و خمشی بیشتر از ۲۰ مگاپاسکال)، خصوصیات دوامی عالی به‌دلیل نفوذپذیری بسیار کم، مقاوم در برابر ضربه، آتش و عوامل محیطی مخرب، وزن کمتر سازه، کاهش نگهداری، ذخیره هزینه، اثر کربن کمتر و عمر مفید زیاد است. کاربردهای بتن فوق توانمند در صنعت‌هایی مثل قطعات پیش‌ساخته، تونل‌ها، سازه‌های هیدرولیکی و دریایی، پوسته‌های نازک، فرودگاه‌ها، کانال‌ها، لوله‌های بتنی، کف سالن‌های صنعتی، سازه‌های عایق حرارت، فونداسیون‌ها، زیرساخت‌های امنیتی، تثبیت شیب‌ها و سازه‌های در شرایط خاص می‌باشد.

بتن فوق توانمند به‌دلیل شرایط خاص در طراحی، ساخت و اجرا همواره دچار چالش‌هایی می‌باشد. برخی از این چالش‌ها عبارتند از؛ مشکل‌ساز بودن ناشی از فقدان تجربه در فرآیندهای اختلاط، ترکیب و کنترل کیفیت به‌دلیل چندمرحله‌ای بودن ترکیب بتن فوق توانمند الیافی، تعیین دستورالعمل‌های لازم از تجربه‌های میدانی، تحلیل‌های تجربی و محاسبات علمی برای گسترش استفاده از بتن فوق توانمند، طراحی و ساخت آن، تفاوت‌های قابل توجه بتن فوق توانمند با بتن معمولی و تعداد محدود سازندگان، مهندسان و متخصصان آشنا با فناوری بتن فوق توانمند، اثرات تغییر دما و رطوبت بر خصوصیات بتن تازه در محل پروژه، نیاز به مخلوط‌کن‌های با انرژی زیاد به‌دلیل نسبت آب به موادسیمانی کم در بتن فوق توانمند برای اهمیت پخش‌شدگی مصالح و اعمال روش‌های کم هزینه، قابل اعتماد و سازگار با محیط زیست، اهمیت توزیع و جهت‌گیری الیاف در نحوه بتن‌ریزی و تاثیر آن در مقاومت‌های خمشی و کششی و داشتن راهبردی منصفانه و اجرایی دقیق برای بهینه‌سازی اجزای بتن فوق توانمند و طراحی مخلوط به‌جای تکیه بر مخلوط‌های آزمایشی.

خلاصه کارگاه تجربیات و چالش‌های تولید بتن ویژه

بابک احمدی-فرهاد عواطفی هویدا
شرکت فهاب بتن

این دروه در دو بخش توسط دکتر بابک احمدی و مهندس فرهاد عواطفی هویدا ارائه شد.

در بخش نخست، به برخی چالش‌های تولید بتن‌های ویژه شامل تامین خمیر کافی، تامین فوق روان‌کننده مناسب، ارزیابی مقاومت فشاری و تجهیزات تولید پرداخته شد.

در قسمت مربوط به چالش تامین خمیر کافی ذکر شد که به دلیل فیلر کم در ماسه‌های تولیدی کشور و کاهش مقدار آب با استفاده از فوق روان‌کننده، مشکلاتی همچون پمپ‌پذیری کمتر نسبت به بتن معمولی، احتمال جداشدگی سنگدانه‌ها و آب‌انداختگی، افزایش لزجت و در نتیجه کاهش قابلیت پرکنندگی و عبور در بتن خود تراکم تازه و همچنین سطح تمام شده با کیفیت کم در بتن‌های ویژه مشاهده می‌شود. همچنین در این خصوص بحث شد که آیین‌نامه روش ملی طرح مخلوط بتن در خصوص بتن‌هایی که در آنها مقدار آب آزاد بتن با استفاده از فوق روان‌کننده (کاهنده قوی آب) کاهش می‌یابد، به دلیل عدم توجه به حداقل مقدار حجم خمیر مناسب برای کارپذیری بتن، دارای ضعف‌هایی است و طراحی بتن‌های ویژه با آن می‌تواند منجر به بتن‌های با کارپذیری نامناسب گردد. لذا در این خصوص، برمبنای تحقیقات انجام گرفته در شرکت فهاب‌بتن در خصوص حجم خمیر مناسب برای انواع بتن ویژه، اصلاحاتی کاربردی برای ارتقای این آیین‌نامه ارائه شد. علاوه بر این، راهکارهای مناسب تامین خمیر مناسب در بتن‌های ویژه مانند استفاده از پودر سنگ، ماسه بادی و مواد پوزولانی مورد بررسی قرار گرفت.

در خصوص تامین فوق روان‌کننده مناسب توضیح داده شد که در اکثر بتن‌های ویژه، نیاز به کاهش مقدار نسبت آب به مواد سیمانی است. از آنجا که کاهش مقدار آب سبب کاهش روانی بتن می‌گردد، نیاز است که در هنگام ساخت بتن، در ایستگاه مخلوط‌کن مرکزی، فوق روان کننده مناسب استفاده شود. برای بتن ویژه آماده نیاز است که فوق روان دارای قابلیت حفظ اسلامپ مناسب باشد. در غیر اینصورت، مشکلات اجرایی فروانی ممکن است پدیدار شود و نیاز به افزودن مجدد روان کننده در محل پروژه بوجود آید. اغلب فوق روان کننده های موجود در کشور دارای قابلیت حفظ اسلامپ مناسب (بدون تاخیر در گیرش) نیست و با استفاده از مواد دیرگیر کننده قابلیت حفظ اسلامپ افزایش می‌یابد. این موضوع می تواند منجر به مشکلاتی مانند تعویق در گیرش بتن ریخته شده و نشست پلاستیک به ویژه در فصول سرد شود. همچنین هوازایی زیاد فوق روان کننده های بر پایه پلی کربکسیلات می‌تواند منجر به کاهش مقاومت بتن شود.

در خصوص ارزیابی مقاومت فشاری بتن های پر مقاومت به عنوان نوعی از بتن‌های ویژه توضیح داده شد که کیفیت تجهیزات مناسب آزمایشگاهی مانند قالب ساخت آزمونه و دستگاه آزمون مقاومت فشاری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. طبق آبا، برای ارزیابی مقاومت فشاری بتن در سن مشخص نیاز به اخذ حداقل دو آزمونه استوانه ای ۳۰۰×۱۵۰ میلیمتر یا حداقل سه آزمونه استوانه ای

۲۰۰×۱۰۰میلیمتر و تعیین میانگین آنها است. همچنین، می‌توان، از حداقل دو آزمونه مکعبی ۱۵۰ میلی متر یا حداقل سه آزمونه مکعبی ۱۰۰ میلی متر استفاده کرد. استفاده از آزمونه های کوچکتر برای بتن‌های پرمقاومت به دلیل کاهش فشار به دستگاه آزمون مقاومت فشاری، کاهش وزن و کاهش حجم مورد نیاز برای نگهداری و عمل‌آوری آزمونه‌ها می‌تواند مناسب باشد. لیکن لازم است که به کیفیت قالب ودستگاه آزمون مقاومت فشاری توجه بیشتری داشت. ضعف در کیفیت قالب‌ها و ضعف در دستگاه‌های آزمون مقاومت فشاری به ویژه صفحات بارگذاری آن به ویژه در آزمونه‌های کوچکتر می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه مقاومت فشاری به دست آمده (تا ۶۰ درصد) شود.

در قسمت آخر از بخش اول ارائه نیز به چالش تجهیزات مناسب تولید بتن‌های ویژه پرداخته شد و ایستگاه‌های مخلوط‌کن مرکزی مناسب برای تولید این نوع بتن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

در بخش دوم ارائه، تجربه‌های عملی شرکت فهاب بتن در خصوص مشکلات و راهکارهای به‌کار رفته برای تولید بتن‌های ویژه مانند بتن‌های خودتراکم، بتن پرمقاومت و بتن حجیم با دمای بتن تازه کنترل‌شده در پروژه‌های مختلف ارائه شد.

بررسی و مطالعه بر روی سیمان‌های آمیخته حاوی سرباره و فعالسازی آن با دوده سیلیسی با درصدهای مختلف در بتن خود تراکم و تاثیر آن بر روی خواص مکانیکی، دوام و کارایی بتن تازه و سخت شده

علیرضا رحمتی- مهدی ساکی- مجید لک- حامد شایسته نام
شرکت سیمان نیزار قم

چکیده:

ورود یون های مخرب همراه با آب به داخل بتن از جمله تهدیداتی است که طول عمر و پایایی سازه های بتنی با آن مواجه هستند. سرباره و دوده سیلیسی به عنوان یک پوزولان مصنوعی که در کشور در دسترس می باشند با قرار گرفتن در یک محیط قلیایی می توانند خواص سیمانی از خود نشان دهند. در این مطالعه با توجه به الزامات رد و پذیرش مقاومت فشاری بتن در آیین نامه های ایران و همچنین مشکلات مربوط به انرژی سوخت های فسیلی و الکتریکی که هرساله کشورمان با آن روبرو است، امکان سنجی تولید سیمان های آمیخته دو و سه جزئی را با سرباره و دوده سیلیسی در بتن های خودتراکم در نظر گرفته است. ساخت نمونه های بتن خودتراکم در دو عیار مواد سیمانی ۴۰۰ و ۴۲۵ و با درصدهای ۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد سرباره و همچنین تکرار این طرح ها با ۵ درصد دوده سیلیسی به صورت ثابت انجام گرفت. نتایج نشان می دهد که درصدهای ۰ و ۴۰ و ۵۰ درصد سرباره و همچنین سرباره با دوده سیلیسی کارایی بتن خودتراکم را کاهش می دهد. نتایج نشان می دهد که مقاومت فشاری در سن ۵۶ روزه فقط با ۵ درصد دوده سیلیسی به همراه ۲۰ و ۳۰ درصد سرباره به مقاومت نمونه بتن کنترل می رسد. این درحالی است که در تمامی طرح های بتن خودتراکم دوام بتن به طور چشمگیری بهبود پیدا کرده است ولی بتن با سرباره به عنوان سیمان آمیخته دو جزئی در سن ۵۶ روزه از نظر مقاومتی با کاهش نسبت به نمونه بتن کنترل همراه بوده است و چنانچه مقاومت فشاری را در سن ۵۶ روزه برابر بتن کنترل در نظر بگیریم بتن تولید شده با سرباره به عنوان سیمان آمیخته از نظر مقاومت فشاری موفق نبوده است. نتایج کلی کارایی بتن خودتراکم و آزمون های جریان اسلامپ، قیف وی شکل، بتن سخت شده و مقاومت مکانیکی و پارامتر های دوامی از جمله مقاومت الکتریکی، نفوذ تسریع شده یون کلر، جذب آب حجمی نیم و ۲۴ ساعته نشان می دهد که سرباره با درصد های ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ درصد به همراه ۵ درصد دوده سیلیسی از هر نظر بتن های موفقی بوده اند.

کلمات کلیدی: بتن خودتراکم، سرباره، دوام، دوده سیلیسی، مقاومت الکتریکی

۱.مقدمه

این در حال حاضر سیمان های پرتلند آمیخته به طور فزایندهای با هدف بهبود عملکرد و کاهش اثرات زیست محیطی ناشی از تولید سیمان پرتلند گسترش یافته است. به طور کلی افزودنی ها مانند سرباره کوره های آهن گدازی و دوده سیلیسی باتوجه به تاثیر مثبتی که بر خواص سیمانی و همچنین ترکیب فازهای ملات سیمان می گذارند، شناخته شده اند. استفاده از سرباره در بتن خودتراکم می تواند انتظار اولیه ما را در بحث کارایی بتن تازه براورده سازد ولی نکته مهم این است که در گزارشاتی که دیگر محققان ارایه داده اند سرباره تا سن ۲۸ روزه فعالیت پوزولانی مناسبی از خود نشان نداده و مقاومت فشاری مشخصه بتن نسبت به نمونه شاهد، بدون حاشیه ایمنی کسب شده است که می تواند مشکلاتی را به دنبال داشته باشد ولی در سنین بلند مدت می تواند با افزایش مقاومت فشاری چشمگیری در مقایسه با نمونه بتن کنترل، همراه باشد.

مکانیسم عملکرد سرباره و دوده سیلیسی در بتن های خودتراکم و در محیط های قلیایی بدین صورت است که یکی از محصولات هیدراتاسیون سیمان که $CaOH_2$ می باشد و بخشی از آن در خمیر سیمان نقش کاذب را ایفا می کند و حجم غیر مفید را در چسب سیمان دارد، حجمش با حضور سرباره و دوده سیلیسی بسیار کاهش می‌یابد

و با واکنش بسیار آهسته ای همراه است. این عمل باعث می شود که تخلخل نیز بسیار کاهش یابد. همچنین این دو جایگزین سیمان با توجه به سطح ویژه بالایی که دارند می توانند از نظر فیزیکی به عنوان یک پر کننده در ملات های سیمانی نیز عمل نمایند.

۲. طرح مخلوط بتن خودتراکم

طرح مخلوط مطابق روش ملی ایران (ویرایش ۱۳۹۷) و حجم مطلق در نظر گرفته شد. در ابتدا با درصدهای مختلف سرباره با رویکرد دوام محور، بتن ساخته شد در مرحله اول هزینه تمام شده بتن در نظر گرفته شد به همین دلیل عیار کل مواد سیمانی ۴۰۰ تعیین گردید. نسبت آب به سیمان در همه طرح ها ۰.۴۵ تعیین شد و تا رسیدن به روانی مورد انتظار (حداقل ۷۰۰ میلیمتر) افزودنی بر پایه پلی کربوکسیلات اضافه گردید. پس از انجام مرحله اول، چنانچه بتن های ساخته شده در سن ۲۸ روزه به مقاومت فشاری ۳۵ مگاپاسکال نرسیدند برای فعال سازی آن در طرح های بعدی از دوده سیلیسی استفاده گردید. در مرحله دوم عیار کل مواد سیمانی به ۴۲۵ کیلو گرم در متر مکعب افزایش پیدا کرد و نسبت آب به سیمان به ۰.۴۲ کاهش یافت دلیل این امر، افزایش سطح ویژه کل مخلوط بتن بود. نکته مهم این بود که در طرح های مرحله دوم در تمامی آنها با درصد های مختلف سرباره، دوده سیلیسی ۵ درصد وزن کل مواد سیمانی در نظر گرفته شد. جدول شماره ۴ تا ۷ طرح مخلوط و نسبت بندی بتن خود تراکم با سرباره به عنوان سیمان آمیخته دو جزئی، و بتن خود تراکم با سرباره و دوده سیلیسی به عنوان مواد سیمانی سه جزئی را در حالت اشباع با سطح خشک نشان می دهد. [۷ و ۸]

۳.۲. آزمون های بتن تازه

با توجه به اهمیت کارایی بتن تازه در بتن خودتراکم پس از ۲ دقیقه چرخش میکسر، افزودنی پلی کربوکسیلات اضافه گردید. در دقیقه ۵ آزمون جریان اسلامپ بتن خودتراکم انجام شد و چنانچه میانگین دو قطر آن بیش از ۷۰۰ میلیمتر شد، آزمون قیف وی شکل (وی فانل) در دو مرحله (پس از ۱۰ ثانیه و ۵ دقیقه) اندازه گیری شد. پس از انجام آزمون های روانی و قیف وی شکل آزمون وزن مخصوص بتن تازه و سپس نمونه گیری انجام گردید. [۹]

۴.۲. آزمون های بتن سخت شده

آزمون مقاومت فشاری در سنین ۷، ۲۸ و ۵۶ روزه مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۱۶۰۸ INSO اندازه گیری شده است. نتایج جذب آب نیم و ۲۴ ساعته در سن ۵۶ روزه مطابق استاندارد ۱۲۲-۱۶۰۸ گزارش شده است. برای آزمایش مهاجرت تسریع شده یون های کلراید، میانگین ضرایب مهاجرت تسریع شده سه آزمونه طبق استاندارد ۲۱۴۷۹ INSO تعیین و گزارش گردید. برای آزمون های مهاجرت تسریع شده یون کلراید، از یک آزمون استوانه ای ۱۰×۲۰ سانتی متری، سه آزمون برش خورده ۵×۱۰ سانتی متری، تهیه شده و آزمایش مورد نظر روی آنها انجام شده است و نهایتا برای آزمون های مقاومت الکتریکی، میانگین ۸ اندازه گیری از یک آزمونه استوانه ای مطابق با استاندارد AASHTO T۳۵۸ در سنین ۵۶ روزه گزارش شده است.

۳.نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، خصوصیات بتن تازه، مکانیکی و دوامی بتن خودتراکم با سیمان نوع ۲ و همچنین جایگزینی سرباره آهن گدازی ۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد به جای سیمان نوع ۲ و اضافه کردن ۵ درصد دوده سیلیسی به صورت ثابت در عیار های ۴۰۰ و ۴۲۵ با درصدهای ذکر شده، بررسی گردید. مهمترین نتایج حاصل از این پژوهش به شرح زیر قابل ارائه می باشد:

۱-نتایج آزمون قیف وی شکل قابلیت پرکنندگی و ویسکوزیته بتن را نشان می دهد. نتایج آزمون های بتن خودتراکم قیف وی شکل مطابق رده VF1 جدول شماره ۴ استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۴۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که با جایگزینی ۲۰ و ۳۰ درصد سرباره به جای سیمان نوع ۲ در عیار های ۴۰۰ و ۴۲۵ نتایج قیف وی شکل با محدوده استاندارد ذکر شده مطابقت دارد. با افزایش درصد سرباره به جای سیمان به ۴۰ و ۵۰ درصد، با محدوده استاندارد مغایرت دارد و زمان عبوری از قیف وی شکل افزایش دارد. با اضافه کردن ۵ درصد دوده سیلیسی به تمامی مخلوط های ذکر شده با عیار ۴۰۰ و ۴۲۵، نتایج آزمون وی بهبود می یابد و مطابق استاندارد و کمتر از ۹ ثانیه گزارش گردید که عملکرد دوده سیلیسی به همراه سرباره با درصد های مختلف را نشان می دهد. در بتن کنترل با عیار ۴۰۰ و ۴۲۵ قیف وی شکل بیش از ۹ ثانیه و خارج از محدوده استاندارد گزارش شد.

۲-اندازه گیری جریان روانی بتن خودتراکم مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۲۷۰ انجام گردید. نتایج این آزمون مطابق با استاندارد ویژگی بتن آماده به شماره ۶۰۴۴ جدول شماره ۳ رده SF2 با میانگین ۷۰۰ میلیمتر (۷۵۰-۶۶۰ میلیمتر) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که تمامی بتن های ساخته شده با سیمان آمیخته دو و سه جزئی با عیار ۴۰۰ و ۴۲۵ با سرباره به همراه دوده سیلیسی در دو مرحله آزمون روانی پس از اختلاط و پس از ۳۰ دقیقه با محدوده استاندارد مطابقت دارد.

۳-درصد افزودنی پلی کربوکسیلات نشان می دهد بتن کنترل در دو عیار ۴۰۰ و ۴۲۵ به ترتیب ۰/۹۸ و ۱/۰۳ درصد وزنی سیمان استفاده شده است این درحالی است که بتن با سیمان آمیخته دو و سه جزئی در تمامی طرحها حدودا ۲۵ درصد نسبت به بتن کنترل با کاهش

درصد افزودنی همراه بوده است و حاکی از کاهش قیمت تمام شده بتن با سیمان آمیخته دارد.

۴- مقاومت فشاری بتن با عیار ۴۰۰ با سیمان آمیخته دو و سه جزئی نشان می دهد که تمامی مخلوط های بتنی نسبت به نمونه بتن کنترل در سن ۷، ۲۸ و ۵۶ روزه کاهش داشته است. نتایج نشان می دهد که مخلوط بتنی با ۲۰ و ۳۰ درصد سرباره به همراه ۵ درصد دوده سیلیسی با اختلاف جزئی ۳+ و ۱.۶+ درصد نسبت به نمونه شاهد در سن ۵۶ روزه افزایش داشته است. نتایج مقاومت فشاری بتن با سیمان آمیخته سه جزئی نشان می دهد با افزایش مقاومت فشاری نسبت به بتن با سیمان آمیخته دوجزئی همراه بوده است و نسبت مقاومت فشاری در سن ۵۶ روزه به نمونه کنترل در درصد های مختلف با عیار ۴۰۰ به ترتیب ۰/۹۲، ۰/۹۴، ۰/۹۲ و ۰/۹۱ به دست آمد این درحالی است که با اضافه کردن ۵ درصد دوده سیلیسی به ترتیب این نسبت ۱/۰۳، ۱/۰۲، ۱، ۰/۹۷ و ۰/۹۳ گزارش گردید.

۵- مقاومت فشاری با عیار ۴۲۵ با سیمان دو و سه جزئی نشان می‌دهد که الگوی کسب مقاومت فشاری همانند بتن با عیار ۴۰۰ می‌باشد. به طوری که نسبت مقاومت فشاری بتن با سیمان دو جزئی به نمونه کنترل به ترتیب ۰/۹۶، ۰/۹۸، ۰/۹۲ و ۰/۹۲ به دست آمد و بتن با سیمان آمیخته سه جزئی نسبت به نمونه کنترل به ترتیب ۱/۱۳، ۱/۰۶، ۱/۰۲ و ۰/۹۵ با درصدهای مختلف سرباره گزارش گردید.

۶- آزمون مقاومت الکتریکی مطابق استاندارد ۵۷۸- Florida Metoth۵ انجام شد. نتایج آزمون های به دست آمده با جدول شماره ۵.۹ این استاندارد مطابقت داده شد. نتایج بتن با عیار ۴۰۰ و ۴۲۵ نشان می دهد که با اضافه شدن ۲۰ و ۳۰ درصد سرباره جایگزین سیمان نوع ۲، نفوذ پذیری در محدوده متوسط (Moderate) می باشد و با افزایش سرباره تا ۴۰ و ۵۰ درصد جایگزینی به مرحله نفوذ پذیری کم (Low) می رسد. با اضافه کردن ۵ درصد دوده سیلیسی به عنوان جزء سوم مواد سیمانی مقاومت الکتریکی در محدوده نفوذپذیری خیلی کم (Very low) رسیده است. این در حالی است که نفوذپذیری نمونه های کنترل هر دو عیار ۴۰۰ و ۴۲۵ در محدوده خیلی زیاد (High) قرار دارند.

۷- اندازه گیری نفوذ یون کلراید به منظور تامین پایایی بتن مطابق استاندارد AASHTO T 358 انجام شد. نتایج آزمون با جدول شماره ۶-۴ بند ۴-۶ آیین نامه آبا مطابقت داده شد. نتایج نشان میدهد که در دو عیار ۴۰۰ و ۴۲۵ با استفاده از سرباره ۲۰ و ۳۰ درصد نتایج دوامی در رده ۳ می باشد و در مناطقی که بتن آرمه در معرض نمک های موجود در هوا و بدون تماس مستقیم با آب دریا یا پاشش باشد می تواند پایایی بتن را حفظ نماید. افزایش مقدار سرباره تا ۴۰ و ۵۰ درصد وزنی نفوذ پذیری بتن کاهش بیشتری داشته و در رده ۴ قرار می گیرد و در مناطقی که به طور مستقیم پاشش آب نمک یا جذر و مد وجود دارد بتن را در این شرایط حفظ می نماید.

۸- جذب آب حجمی نیم و ۲۴ ساعته، در عیار ۴۰۰ با افزایش درصد سرباره نسبت به نمونه بتن کنترل کاهش داشته است. به طوری که جذب آب نیم ساعته با ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد جایگزینی سرباره به ترتیب ۶، ۹، ۱۷ و ۲۱ درصد نسبت به نمونه بتن کنترل کاهش داشته و در زمان ۲۴ ساعت به ترتیب ۸، ۱۰، ۱۷ و ۱۹ درصد با کاهش همراه بوده است. زمانی که به درصد های ذکر شده سرباره ۵ درصد وزنی دوده سیلیسی جایگزین گردید جذب آب نیم ساعته به ترتیب ۳۳، ۲۶، ۲۴ و ۲۹ درصد کاهش داشته است. و در جذب آب ۲۴ ساعته به ترتیب ۲۲، ۲۵، ۲۵ و ۲۶ درصد با کاهش همراه بوده است.

۹- جذب آب حجمی نیم و ۲۴ ساعته در عیار ۴۲۵ الگویی شبیه به عیار ۴۰۰ دارد. به طوری که با اضافه کردن ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد سرباره جایگزین سیمان جذب آب حجمی ۳، ۱۶، ۲۴ و ۳۳ درصد و جذب آب ۲۴ ساعته ۳، ۱۰، ۱۳ و ۲۱ درصد کاهش داشته است. با اضافه کردن ۵ درصد دوده سیلیسی به صورت ثابت به ترتیب در جذب آب نیم ساعته ۳۷، ۳۹، ۴۳ و ۴۹ و جذب آب ۲۴ ساعته به ترتیب ۲۴، ۲۵، ۳۹ و ۴۵ درصد کاهش داشته است. این درحالی است که در بسیاری از مقالات دیگر پژوهشگران با اضافه کردن دوده سیلیسی جذب آب نیم و حتی ۲۴ ساعته تغییر محسوسی نمی کرد ولی در این پژوهش با اضافه کردن سرباره به همراه دوده سیلیسی جذب آب کاهش چشمگیری داشته است.

۱۰- با توجه به نتایج و الزاماتی که در کشور ایران مطابق آیین نامه آبا وجود دارد (بند ۲-۴-۸) با اضافه کردن سرباره ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد نمی توان مقاومت فشاری هدف را تا سن ۵۶ روزه نسبت به نمونه کنترل کسب نمود و برای سازه هایی که مقاومت فشاری هدف را تا سن ۵۶ روزه در اولویت دارند نمی تواند کاربرد داشته باشد.

۱۱- با اضافه کردن ۵ درصد دوده سیلیسی به مخلوط های بتنی حاوی ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد سرباره مقاومت فشاری بتن در سن ۵۶ روزه در درصدهای ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد با نمونه بتن کنترل مطابقت دارد. لذا توصیه می شود فقط برای درصدهای ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد سرباره درصورتی که اولویت اول سازه مقاومت فشاری در سن ۵۶ روزه می باشد ۵ درصد دوده سیلیسی اضافه شود.

۱۲- نتایج آزمون های دوام نشان می دهد که تمامی درصد های سرباره به عنوان سیمان آمیخته دو جزئی و سیمان آمیخته سه جزئی به همراه دوده سیلیسی در سن ۵۶ روزه به طور چشمگیری طول عمر مفید بتن را بهبود می بخشد. این درحالی است که مقاومت فشاری هدف نسبت به بتن کنترل به دست نیامده است.

تحلیل کاربردی افزودن سنگ آهک به کلینکر و بررسی تاثیر میزان افزودنی سنگ آهک بر روی خواص سیمان و بتن

علیرضا رحمتی-مهدی ساکی- مجید لک-حامد شایسته نام
شرکت سیمان نیزار قم

چکیده

با توجه به تغیرات جدید در استاندارد ملی ایران ویژگی های سیمان پرتلند به شماره INSO 389-1399 تجدید نظر چهارم، یکی از اجزای تشکیل دهنده سیمان پرتلند، می تواند سنگ آهک باشد. چنانچه از سنگ آهک در تولید سیمان پرتلند استفاده شود می بایست مطابق استاندارد ASTM C51 ، طبیعی و حاوی حداقل ۷۰ درصد وزنی یک یا بیش از یک کانی به شکل کلسیم کربنات باشد. همچنین الزامات شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی این استاندارد را برآورده سازد. این تحقیق برای تعیین درصد بهینه سنگ آهک به کلینکر و سنگ گچ و همچنین بررسی اثر آن بر ویژگی های سیمان و بتن تازه و سخت شده انجام شده است، این مطالعات به صورت آزمایشگاهی در آزمایشگاه بتن شرکت سیمان نیزار قم صورت گرفته و همچنین در مقیاس صنعتی نیز مورد بررسی و استفاده قرار گرفته است. سنگ آهک با درصدهای صفر، ۲، ۴، ۶، و ۸ درصد وزنی به کلینکر و سنگ گچ اضافه شدند. برای شناخت و درک بهتر از رفتار کلسیم کربنات، سنگ گچ ۵ درصد وزنی به صورت ثابت در نظر گرفته شد و تنها متغیر سنگ آهک بود. آسیاب استفاده شده برای این پژوهش از نوع غلطکی و از شرکت فایفر می باشد. نتایج نشان می دهد که با افزایش سنگ آهک شاخص بلین افزایش می یابد، عبوری از الک ۴۵ میکرون به روش تر تغییر چشمگیری ندارد و مقاومت فشاری ملات سیمان در سن ۲۸ روزه با کاهش ۳ درصدی همراه بوده است. نتایج آزمون گیرش سیمان به روش دستی و سوزن ویکات نشان می دهد که با افزایش سنگ آهک زمان گیرش اولیه و نهایی سیمان کاهش می یابد.

همچنین نتایج آزمون های بتن تازه و سخت شده نشان می دهد که با افزایش سنگ آهک نسبت آب به سیمان کاهش می یابد. مقاومت فشاری بتن سخت شده در سن ۲۸ روزه با کاهش ۳ درصدی همراه بوده است. همچنین وزن مخصوص بتن تازه با افزایش سنگ آهگ افزایش یافته است که ناشی از کاهش نسبت آب به سیمان در حجم مطلق طرح مخلوط بتن می باشد.

کلمات کلیدی: **سیمان، سنگ آهک، آسیاب غلطکی، مقاومت فشاری**

۱.مقدمه

دنیای امروز قیمت تمام شده محصول در صنایع تولیدی برای کاهش هزینه های جاری تا حد امکان می بایست پایین در نظر گرفته شود. در کارخانجات سیمان کشور برای کاهش هزینه های تمام شده و حفظ محیط زیست و همچنین کاهش مصرف انرژی در محصول نهایی در سالهای اخیر استفاده از سیمان های آمیخته مجددا در خطوط تولید در دستور کار قرار گرفته اند. در دنیا از سنگ آهک برای جایگزینی بخشی از سیمان پرتلند برای تولید سیمان آهکی و سیمان کامپوزیت استفاده گسترده ای شده است. از طرفی تولید این نوع سیمان ها می بایست با کیفیت مناسب و با درصد های بهینه و کارشناسی شده تولید شوند. در استاندارد ملی ایران ویژگی های سیمان پرتلند (تجدید نظر چهارم - ۱۳۹۹) استفاده از سنگ آهک را در سیمان پرتلند مجاز دانسته، به طوری که سیمان پرتلند را مخلوط کلینکر، گچ و سنگ آهک تعریف می نماید. سنگ آهک از انواع سنگ‌های رسوبی است که عمدتا از کربنات کلسیم تشکیل شده است که معمولا کلسیت نامیده می شود. سنگ آهک علاوه بر سیمان در بتن به عنوان مصارف معمول نیز استفاده می شود به عوان مثال در بتن می تواند به عنوان پودر، بخشی از ماسه یا سیمان و همچنین جایگزین سنگدانه ریز و درشت استفاده شود. جایگزینی سنگ آهک در سیمان پرتلند به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته شده است. سنگ آهک معمولا به عنوان یک ماده پر کننده خنثی و بی اثر در نظر گرفته می شود که سرعت هیدراته شدن ترکیبات سیمان را بهبود می بخشد و در نتیجه استحکام را در سنین اولیه افزایش می دهد. افزودن پودر سنگ آهک در سیمان پرتلند مزایای زیادی در مقاومت فشاری، دوام و کارایی ملات و بتن تازه دارد. [۱]

۲. مشخصات مصالح مصرفی در پژوهش

جدول شماره ۱- آنالیز فیزیکی و شیمیایی سیمان

آنالیز شیمیایی	نتایج آزمایش	محدوده استاندارد	روش آزمون	آنالیز فیزیکی	نتایج آزمون	محدوده استاندارد	روش آمون
$Si0_2$ %	20.10	20 Min	ISIRI 1692:2003	Blain Cm2/gr	3017	2600-3600	ISIRI 390:1994
Al_2O_3 %	4.70	6 Max		Sieve 90 micron %	1.2	Max 2	EN ۱۹۶-6:2010
Cao %	63.90	.....		Sieve 45 micron %	10.7	Max 12	
Fe_2O_3 %	3.52	6 Max		Initial setting Final setting	165 210	Min 45 Max 360	ISIRI 392-1996
MgO %	1.54	5 Max		Normal Consistency %	23.5	.....	
SO_3 %	2.88	3 Max		Autoclave Expansion%	0.09	Max 0/8	ISIRI 391-1386
L.O.I %	2.50	3 Max		Compressive strength kg/cm2			
Free Lime %	1.70	.....		3Days	316	Min 100	INSO 18807-1
$C3S^2$ %	62.55	.....		7 Days	431	MIN 175	
$C2S^3$ %	10.44	.....					
$C3A^4$ %	6.50	8 Max		28Days	573	Min 315	
$C4AF^5$ %	10.71	.....					

جدول شماره۲- آنالیز سنگ آهک جهت افزودن به کلینکر

Sio2	Al2o3	Fe2o3	Cao	SO3	K2O	Na2O	l.o.i	MgO	Size Max
2.10	0.67	0.40	52.00	0.15	0.07	0.04	43.20	1.50	10 Cm

جدول شماره ۳- آنالیز شیمیایی سنگ گچ

Sio2	Al2o3	Fe2o3	Cao	SO3	K2O	Na2O	L.O.I	MgO	Water of crystallization	Size Max
14.90	3.30	1.40	29.30	32.00	0.52	0.39	18.07	0.10	19.0	10 Cm

جدول شماره ۴- آنالیز شیمیایی کلینکر مورد استفاده

Sio2	Al2o3	Fe2o3	Cao	So3	K2O	Na2O	LOI	MgO	Lsf	Sim	Alm
21.4	5.28	3.28	65.8	0.4	0.64	0.39	0.2	1.64	95.87	2.35	1.38

جدول شماره ۵ – مشخصات فیزیکی مصالح سنگدانه ای

ویژگی		نتایج	روش آزمون
حداکثر اندازه ریز دانه(mm)		4.75	INSO 4977
حداکثر اندازه درشت درشت (بادامی)(mm)		19.0	
جذب آب(٪)	ماسه ریزدانه	2.24	INSO 4980 & INSO 4982
	شن درشت دانه	0.9	
وزن مخصوص(kg/m^3)	ماسه ریزدانه	2620	
	شن درشت دانه	2640	

۴.نتیجه گیری

نتایج نشان می دهد که سنگ آهک با درصد های مختلف با توجه با سایش پذیری بالا، سطح ویژه سیمان را افزایش می دهد. نتایج مقاومت فشاری بتن در سن سه روزه با کاهش نسبت به نمونه شاهد همراه بوده است ولی در سن ۲۸ روزه تمامی آزمونه ها به مقاومت مشخصه رسیده اند و رشد ۳ به ۲۸ روزه به ترتیب با ۳۷، ۴۰، ۴۱، و ۳۶ درصد همراه بوده است که نشان می دهد افزودن سنگ آهک از ۲ تا ۸ درصد وزنی به کلینکر می تواند سرعت هیدراته شدن سیمان را بهبود دهد این در حالی است که در ملات سیمان رشد ۳ به ۲۸ روزه در درصدهای مختلف سنگ آهک تفاوت چشمگیری نسبت به نمونه شاهد نداشته است.

افزایش سطح ویژه سیمان نه تنها باعث افزایش نسبت آب به سیمان در بتن نمی شود بلکه نتایج نشان میدهد که تقاضای آب در بتن کاهش می یابد و در نهایت وزن مخصوص بتن با کاهش آب و افزایش حجم مفید بتن، افزایش می یابد. در این پژوهش کاهش چشمگیری در مقاومت های فشاری ملات سیمان و بتن دیده نشد. مقاومت فشاری در ملات سیمان و بتن در سن ۲۸ روزه با کاهش ۳ درصدی همراه بوده است. مقاومت فشاری در سنین کوتاه مدت ۳ و ۷ روزه ملات سیمان اندکی افزایش نسبت به نمونه شاهد داشته است ولی این اثر در بتن مشاهد نشد و با کاهش حدودا ۵ درصدی همراه بوده است. مشاهدات کیفی در بتن نشانگر این بود که با افزایش درصد سنگ آهک، بتن تولید شده با روانی برابر حالت خمیری مناسب تری نسبت به نمونه شاهد داشته، این موضوع می تواند پمپ پذیری بتن را در اجرا بهبود دهد.

نتایج گیرش سیمان به روش سوزن ویکات نشان می دهد که با افزایش سنگ آهک زمان گیرش سیمان نیز کاهش می یابد و در تمامی درصد های اضافه شده گیرش اولیه حدودا ۹ الی ۱۱ درصد و گیرش نهایی ۹ الی ۱۳ درصد نسبت به نمونه شاهد در درصد های مختلف کاهش داشته است.

نکته مهم در این پژوهش این است که در مقیاس صنعتی در آسیاب سیمان انجام شده است و در مقیاس آزمایشگاهی نبوده است و نتایج آن واقعی می باشد. آسیاب استفاده شده برای این تحقیق آسیاب غلطکی از نوع فایفر می باشد.

نتایج کلی در این پژوهش نشان می دهد استفاده از سنگ آهک چنانچه مطابق بند ۷-۱-۳ استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸۹ تجدید نظر چهارم و مطابق استاندارد ASTM C51 باشد می تواند نتایج مقاومت فشاری بتن و ملات و کارپذیری بتن تازه را بهبود بخشد به طوری که در این پژوهش درصدهای ۲، ۴ و ۶ سنگ آهک در تمامی پارامترها و آزمون های انجام شده نتایج قابل قبولی داشته است. با اضافه کردن ۶ و ۸ درصد وزنی سنگ آهک به کلینکر افت ناشی از سرخ شدن (LOI) بسیار افزایش پیدا کرده و نسبت به نمونه شاهد به ترتیب حدودا ۲/۲ و ۳/۵ برابر افزایش پیدا کرد که با الزامات استاندارد ویژگی سیمان به شماره ۳۸۹ (جدول شماره یک) مغایرت چشمگیری دارد. از این رو درصد پیشنهادی سنگ آهک در این پژوهش تا ۴ درصد وزنی پیشنهاد می شود.

تولید سیمان های پرتلند آمیخته در کارخانه

عبدالعفوف کریمی
شرکت سیمان آرتا اردبیل

مزایای سیمان های پرتلند آمیخته:

۱-دربرابر (مقاومت در سیکل ذوب و یخبندان) به دلیل بالا بودن نرمی سیمان و پرشدن خلل و فرج بین شن و ماسه که در نتیجه فیلر مورد نیاز را تامین نموده و موجب کاهش ترک عمقی و میکرو ترک در سطوح بتنی شده و از نفوذ آب جلوگیری می نماید.

۲-افزایش میزان مقاومت سایشی سطوح بتنی به دلیل وجود سیلیس بالاتر که تاثیر مستقیم در کاهش فرسایش فیزیکی و افزایش عمرقطعات بتنی دارد.

۳-پایین بودن حرارت حاصل از واکنش آب با سیمان که در نتیجه گرمای حاصله به تدریج و همزمان با سخت شدن بتن خارج شده و از ترک خوردن سطوح سازه بتنی جلوگیری می نماید.

۴-کاهش نفوذ پذیری و افزایش مقاومت در برابر عوامل مضرشیمیایی نظیر سولفات ها و یون کلر به داخل قطعات بتنی و در نتیجه کاهش خوردگی بتن

۵-رفع پدیده نامطلوب سفیدک زدن قطعه بتنی،جلوگیری از کربناته شدن بتن و همچنین کاهش پدیده آب انداختگی بتن.

۶- بهبود خواص بتن تازه از جمله پمپ پذیری ،پرداخت پذیری و کارپذیری

- دلایل تولید سیمان پرتلند آمیخته در سیمان آرتا اردبیل :

الف) وجود ذخایر سنگ آهک ویژه در حوالی کارخانه

ب)وجود معدن پوزولان مرغوب در استان: این معدن پوزولان چای صغرلو در ۱۲ کیلومتری جنوب شهر سرعین و ۵۵ کیلومتری کارخانه واقع شده است جنس پوزولان معدن ،توف پامیسی بوده و با توجه به فعالیت پوزولانی آن از نوع پوزولان مرغوب می باشد . ذخیره این معدن ۲ میلیون تن میباشد .حدود ۱۰-۱۵٪ در سیمان پرتلند پوزولانی وپرتلند کامپوزیت استفاده می گردد . سالانه حدود ۶۰۰۰۰ تن استخراج و مصرف می گردد.

با توجه به اهمیت کیفیت محصول تولیدی، در شرکت سیمان آرتا اردبیل، جهت اطمینان از کیفیت سیمان های تولیدی،

شاخص‌های کنترلی ویژه‌ای نیز مانند پارتیکل سایز PSD-و مطالعات میکروسکوپی خوراک کوره و مواد خام و کلینکر انجام می شود تا پخت پذیری مواد خام مورد بررسی قرار گیرد.

مرور راهبردی در تولید و فروش سیمان‌های آمیخته

محسن امینی
شرکت سیمان آرتا اردبیل

اپیزود اول: نگاهی بر وضعیت فعلی صنعت سیمان کشور

بر اساس برنامه راهبردی توسعه سیمان، کسب جایگاه سوم جهان با ظرفیت تولید سالانه ۱۲۰ میلیون تن و رتبه اول در صادرات جهانی و رتبه اول ظرفیت تولید در منطقه هدف گذاری شده است اما بررسی های پژوهشگران و فعالان این صنعت نشان می دهد که این برنامه ریزی به دلیل عدم تحقق رشد مطلوب و مورد نظر اقتصادی و فرا رو بودن انواع مشکلات و بحران هایی که موضوع اقتصاد و صنعت را به به خود مشغول داشته است، تحقق ناشدنی است و عملا امکان دست یابی به این چشم انداز دشوار و سخت می باشد.

گسترش صنعت ساخت و ساز در دو دهه گذشته و نیز رونق مسکن مهر در سراسر کشور، تزریق بودجه عمرانی مناسب از سوی دولت، امکان صادرات مناسب به کشورهای همسایه، موجبات سرمایه گذاری و توسعه روزافزون صنعت سیمان را فراهم آورده بود در حالیکه هم اکنون با ایجاد بحران های اقتصادی و سیاسی در کشور، بالا بودن میزان تورم، به اتمام رسیدن طرح های مسکن مهر، جنگ های داخلی و خارجی در کشورهای همسایه که میزان ساخت و ساز را کاهش داده و پیرو آن امکان صادرات را با مشکلاتی مواجه ساخته است، کاهش بودجه عمرانی کشور، و در نهایت کاهش تقاضا سیمان، صنعت سیمان با مشکلات عدیده ای روبه رو شده است.

کاهش ساخت و ساز به خوبی حاکی از افت تقاضا در بخش ساختمان دارد که همین عوامل موجب پدید آمدن شکاف عمده‌ای بین جامعه تولید و مصرف شده است و این شکاف روزبه روز در حال گسترش است و پیامد آن طبعا رقابت بیش از پیش تولیدکنندگان برای کاهش قیمت ها، و در نتیجه کاهش قیمت سیمان و افت شدید حاشیه سود برای تولیدکنندگان دارد. کاهش میزان ساخت و ساز همچنان در سال ۱۴۰۱ ادامه دار بوده و احتمال اینکه در سالهای آینده هم تداوم یابد بسیار قابل پیش بینی خواهد بود.

از طرفی در شرایط فعلی که کشور دچار بحران شدید تحریم بوده، امکان صادرات مازاد تولید هم با مشکلات عمده ای مواجه شده است. عراق و افغانستان درگیر جنگ های داخلی و خارجی هستند که صادرات به این کشورها به شدت کاهش پیدا نموده است، و در بهترین حالت مجبور به حفظ سطح کنونی صادرات به این کشورها هستیم. افزایش بسیار زیاد هزینه های حمل و نقل و تردد، کار صادرات را برای تولیدکنندگان و تجار ایرانی به مراتب دشوارتر ساخته است. بهای تمام شده صادرات سیمان، به دلیل بالا بودن هزینه های تولید و نیز افزایش هزینه های حمل و نقل، بسیار بالا رفته است و امکان صادرات را تحت الشعاع قرار داده است.

نکته مهم دیگر ظهور و بروز بازیگران جدید تولید کننده در صنعت سیمان در منطقه می باشد . کشور عربستان از سال ۲۰۱۹ و با تکیه به روابط حسنه عربی خود در حال ورود به بازارهای جهانی است. نمونه این ورود، کشور کویت هست که واردات خود را از کشور عربستان افزایش داده است و این ها نمونه ای از برهم خوردن تعادل چرخه اقتصادی به ضرر کشورمان و تولیدکنندگان داخلی می باشد. حتی به نظر می رسد کشور چین نیز، علی رغم دارا بودن ظرفیت اول تولید و مصرف سیمان در جهان، به بازارهای منطقه قفقاز نفوذ کرده است و شاید دیری نپاید رد پای سیمان این کشور در منطقه خاورمیانه هم دیده شود.

اپیزود دوم: ناهنجاری های عمده صنعت سیمان

در یک نگاه اجمالی می توان گفت شاید بزرگترین ناهنجاری و مشکلی که صنعت سیمان با آن روبروست مشکلات مربوط به سیاست گذاری های قیمت گذاری می باشد . حاشیه سود ناچیز برای تولیدکنندگان و فروش به قیمت تقریبی هزینه های تمام شده مساله و مشکلی است که به این آسانی نمی شود به فراموشی بسپاریم .

نوسانات نرخ ارز صادرات سیمان را با چالش جدی مواجه ساخته است. صادرات می تواند بخش عمده ای از چالش های صنعت سیمان را مرتفع نماید که در این شرایط بحران اقتصادی و بحران تحریم و نیز نوسانات نرخ ارزی، این بحث حساس و حیاتی برای تولیدکنندگان سیمان را با مشکلاتی مواجه ساخته است.

برنامه ریزی های ناقص و با دید محدود در مقیاس کلان و ملی، که گاها به هیچ وجه مطابق با سطح کف جامعه و نیاز تولیدکنندگان و مصرف کنندگان، نمی باشد منجر به پایین آمدن سطح توانایی های مدیریتی و کارشناسی تولیدکنندگان سیمانی و برهم خوردن تعادل بازار می شود.

از سویی یکی از مهمترین مباحث مرتبط با صنعت سیمان، تحولات تکنولوژیکی، اقتصادی، زیست محیطی و مهندسی آینده است.

نیاز به ورود تجهیزات و ماشین آلات مدرن و با قابلیت و

کارایی بالا، امری ضروری است. فرسودگی اغلب خطوط تولید، کار تولید را با مشکلاتی در خط تولید گره می زند. از سویی با توجه به پدیدار شدن نیازهای جدید در کاربران و جامعه مصرف کنندگان، از حیث فنی و از نوع کارآیی، نیاز به خطوط تولید جدید و بهره مندی از وسایل و تجهیزات مدرن تر و به روز تری می باشد.

اپیزود سوم: جایگاه صنعت سیمان در آینده این صنعت

با کمی دقت و تفکر خواهیم دریافت که کشور ما در تمامی ابعاد به خصوص در حوزه های مربوط به صنعت، راهی به جز دست یابی به تکنولوژی های نوین و ابداعات نوین بشری در دهه های آینده ندارد. رمز پسرفت و پیشرفت در همین چند کلمه خلاصه خواهد شد، نگاه به آینده .

مایکل گرین آینده پژوه معاصر در سال ۲۰۱۴ و در جریان سخنرانی خود در نشستTED به تحولات دهه های آینده اشاره می کند و اعتقاد دارد که چوب به عنوان قدیمی ترین ماده ساختمانی، عنصر اول ساخت و ساز در دهه های آینده خواهد بود. او می گوید (دوری نیست که بشر از فولاد و سیمان رویگردان و به دنبال مصالحی همساز با زیست بوم خود خواهد بود. حتی آسمان خراش های بلندمرتبه نیز از چوب های سخت مهندسی شده ساخته خواهند شد.) شیگروبن معمار ژاپنی شهیر و معاصر، به دلیل به کارگیری چوب در طرح های معماری خود و نیز ساختن ساختمان های متعددی با دهانه ها و ارتفاع های بسیار بالا از چوب های سخت مهندسی شده، در سال ۲۰۱۴ جایزه پریتزکر (جایزه نوبل معماری) را دریافت نمود.

گزارش آینده پژوهی Global Cement که در ماه می سال ۲۰۱۹ منتشر شد، نشان می دهد کشورهای جدید از جمله کشور چین به شدت در حال افزایش تعداد کارخانه های تولید سیمان و نیز افزایش ظرفیت خط تولید خود هستند. همین عامل نشانگر افزایش سیمان های تولیدی در جهان و نیز مازاد کلینکر بر نیاز موجود خواهد بود.

با توجه به اینکه پژوهشگران اعتقاد دارند که دنیای آینده، دنیای کربن صفر خواهد شد و سیمان‌های آینده(Cement Future) باید این رویا را محقق سازند. جایگزینی سیمان های با تولید انرژی کم به جای سیمان هایی که انرژی بسیار زیادی را مصرف می کنند امری حیاتی ست.تحقق سیمان های اکو (Eco'cements ') نیازمند توجه ویژه به روند تولید و فروش است. نقطه ی شروع این توجه از بخش معدن و نقطه ی پایان آن در بخش خدمات پس از فروش خواهد بود. توجه به جایگزینی مواد معدنی مناسب، سیستم های معدنی غیرآهکی و دهها نکته فنی و مهندسی دیگر امورات اجتناب ناپذیری هستند.

نکته بسیار مهم دیگر بحث بتن و انواع بتن هایی که متعلق به نسل آینده خواهند بود، هستند. مشخص است که بتن پس از آب پرکاربردترین ماده مصرفی در جهان می باشد. .

در مجموع حفظ منابع طبیعی محیط زیست و دوام بتن دو عامل مهم و اثر گذار در تولید (Future Cements) خواهد بود. نکته بارز دیگر موضوع دوام بتن هاست، دوام بتن فاکتور بسیار مهمی در ماندگاری و کارایی درازمدت بتن می باشد . علاقه به استفاده از بتن هایی با دوام بالا، در میان مهندسین و صاحبان پروژه های عمرانی به وفور به چشم می خورد. تولید بتن های با دوام مستلزم بازبینی کیفی و تغییراتی در تولید سیمان خواهد بود.

مطالعات نشان می دهد، ۱۴ درصد انرژی مصرفی بخش صنعت در دنیا مربوط به تولید سیمان و ۵ تا ۶ درصد از گازهای گلخانه ای ورودی به جو نیز حاصل فعالیت کارخانجات سیمان است . لذا ضروری است کارخانجات تولیدکننده سیمان کمر همت بر کاهش میزان کربن و سایر آلایندگی هادر روند تولید سیمان ببندند که این مهم با کاهش سهم کلینکر در تولید سیمان همراه و همگام خواهد بود. استفاده از مواد جایگزین بخشی از کلینکر در تولید سیمان مدتهاست مورد توجه تولید کنندگان سیمان دنیا قرار گرفته است و روز به روز بر دامنه تنوع این افزودنی ها و کاربردشان در تولید سیمان های با ویژگی های خاص افزوده می شود.

جمیع محدودیت های فوق محققان را به سمت نسل جدید سیمان های آمیخته ای سوق داد که ضمن اقتصادی بودن تولید، به لحاظ فرایندی امکانپذیر و مزایای فوق را نیز تامین کند و در نهایت منجر به تولید نسل جدیدی از سیمان ها با عنوان LC3 شد. سیمان (Lime Calcined Clay Cement) LC3از ترکیب ۵۰ درصد کلینکر خاکستری، ۳۰ درصد خاک رس کلسینه شده، ۱۵ درصد سنگ آهک و ۵ درصد سنگ گچ تولید شده است، اولین بار محققین موسسه پلی تکنیک فدرال لوزان کشور سوییس "EPFL" طی سالهای ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ مطالعات اولیه در این زمینه را انجام دادند، از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ فاز عملیاتی آن در کشورهای سوییس، هند و کوبا اجرا شد و از سال ۲۰۱۷ توسط ۲۵ کارخانه بطور رسمی تولید و به بازار عرضه شد، و در حال حاضر حدود ۴۰ کارخانه در دنیا به تولید این سیمان اقدام کرده اند. این سیمان با رویکرد توسعه پایدار و توجه به مسائل زیست محیطی کاهش ۴۰ درصدی گاز CO_2 در صنعت سیمان را به همراه دارد و می تواند "کلینکر فاکتور" سیمان را نیز تا حدود ۵۰ درصد کاهش دهد و منجربه ایجاد ارزش افزوده بالایی برای شرکت های تولید کننده سیمان شود.

از آنجا که ۳۰ درصد مواد تشکیل دهنده این سیمان از خاک رس و ۱۵ درصد سنگ آهک می باشد، وجود معادن غنی و ارزان قیمت این مواد، قیمت تمام شده سیمان را به شدت کاهش می

دهد و علیرغم اینکه خاک رس کلسینه بایستی در دمای بین ۷۵۰ تا ۸۵۰ درجه کلسینه شود، باز هم قیمت تمام شده سیمان LC3 نسبت به سیمان های تیپ ۱ و ۲ حدود ۲۵ درصد کاهش می یابد. شایان ذکر است دوام محصولات سیمانی و بتنی تولید شده با استفاده از این سیمان در مقایسه با سیمان پرتلند معمولی بسیار بالاتر می باشد و استفاده از این سیمان جدید می تواند عمر سازه های بتنی را تا حدود زیادی افزایش دهد.

تحولات و به روز رسانی های بتن به این چند مورد اکتفا نمی کند. دنیای تغییرات سریعتر از آنکه فکرش را بکنیم، در حال پیش روی است. نسل جدید بتن ها شامل بتن های خودتراکم، بتن های باکتریایی، بتن های نورگذر و ده ها مورد دیگر همگی نشان از همین تغییرات عظیم دارد. شاید به زودی بتوان گفت که دیگر تولید بتن های معمولی و امروزی از رده خارج خواهد شد و تولید بتن های معمارانه (architectural conceret) که کاملا منطبق با نیازهای طراحان، سازندگان و مصرف کنندگان باشد، رواج خواهند یافت.

جمع بندی:

موارد قید شده در سطور بالا همگی نشان از توجه به تولید و ترویج مصرف سیمان های آمیخته در کشور دارد. به نظر می رسد ضروریست دانش تولید و دانش مصرف سیمان های آمیخته در کشور تقویت شود. در حال حاضر در حدود ۳ درصد از سیمان های کشور به تولید سیمان های آمیخته اختصاص دارد که نشان از ضعف صنعت سیمان در این حوزه دارد. کاهش مصرف سوخت و پایین آمدن هزینه های تولید و نیز افزایش سازگاری با محیط زیست و همچنین برآورده ساختن نیازهای فنی و مهندسی پروژه های عمرانی از عمده مزیت های تولید و مصرف سیمان های آمیخته خواهد بود.

تولید سیمان آمیخته با رویکرد کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گاز CO_2

سعید اسدیان
شرکت سیمان آرتا اردبیل

مقدمه

افزایش روز افزون مصرف انرژی و همچنین کاهش ظرفیت منابع فسیلی که از اصلی ترین منابع تولید انرژی هستند در بحث تامین انرژی جوامع صنعتی را با چالش های فراوان مواجه نموده است از آنجائیکه صنعت سیمان نیز جزو صنایع انرژی بر محسوب می شود و حدود ۱۵٪ از انرژی مصرف شده در بخش صنعت را به خود اختصاص داده است لذا بازنگری و کاهش مصرف انرژی و همچنین استفاده بهینه از انرژی در این حوزه از اهمیت ویژه ایی برخوردار است،

کلید واژه ها: صنعت سیمان، سیمان آمیخته ،کاهش مصرف انرژی،گاز CO_2

شرکت سیمان آرتا اردبیل در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ با تولید سیمان آمیخته به میزان قابل توجهی انرژی مصرفی خود در بخش فسیلی و الکتریکی را کاهش داده است با توجه به اینکه برای تولید سیمان آمیخته مصرف افزودنی ها افزایش پیدا می کند در نتیجه به همان میزان مصرف کلینکر کاهش پیدا می کند.

جدول ذیل نشان دهنده میزان تولید سیمان آمیخته، میزان کاهش مصرف کلینکر و کاهش انواع حامل های انرژی می‌باشد.

ردیف	عنوان	1400	1401
1	میزان مصرف کلینکر در تولید سیمان نوع 2	93/0%	92/5%
2	میزان مصرف کلینکر در تولید سیمان نوع آمیخته	76/8%	76/0%
3	کاهش مصرف کلینکر و افزایش قابلیتی ها در تولید سیمان آمیخته نسبت به سیمان نوع ۲	16/2%	16/5%
4	میزان تولید سیمان نوع آمیخته	500,651 ton	262,129 ton
5	میزان کاهش مصرف کلینکر	80,808 ton	42,749 ton
6	میزان کاهش مصرف گاز	7,101,901 m3	4,471,895 m3
7	میزان کاهش مصرف مازوت	1,200,626 ltr	0
8	میزان کاهش مصرف برق	5,931,293 kwh	3,137,801 kwh
9	میزان کاهش انتشار گاز CO_2	80,000 Ton	42,000 Ton

از دلایل تولید سیمان آمیخته می توان به موارد ذیل نیز اشاره نمود:

۱-افزایش کیفیت در بتن تازه

۲-افزایش دوام بتن و ملات

۳-ارزان بودن آن برای مصرف کننده

همچنین با تولید سیمان آمیخته مصرف سوخت کاهش پیدا نموده و باعث کاهش انتشار گاز مخرب CO_2 می‌گردد. همانطوریکه در جدول مشخص می باشد در سال ۱۴۰۰ از انتشار ۸۰.۰۰۰ تن گاز CO_2 به محیط زیست جلوگیری بعمل آمده است این عدد برای سال ۱۴۰۱ تا پایان شهریور ماه ۴۲.۰۰۰تن بوده است.

نتیجه گیری:

با تولید سیمان آمیخته ضمن استفاده از مزایای بیشمار این نوع از سیمان در بتن، انرژی مصرفی در بخش فسیلی و الکتریکی کاهش پیدا می کند همچنین از اثرات مخرب گازهای آلاینده که در محیط زیست انتشار می یابد جلوگیری بعمل می آید.

کارگاه عملی نقش میکسر حمل کننده بتن در کیفیت بتن تحویلی

رامین خسروی

در بسیاری از موارد نقش میکسر حمل کننده بتن در کیفیت بتن تحویلی فراموش می شود مخصوصا اگر میکسر نو باشد.معمولا فرض بر این است که میکسر نو حتما کارایی کافی

را برای انتقال بتن دارد. بسیاری از مواقع وقتی که پاسخ آزمون نمونه های برداشته شده در مبدا مثبت و پاسخ آزمون نمونه‌های مقصد منفی است وبرای حمل میکسر نو انتخاب شده است، به دنبال عوامل دیگری برای این اختلاف می گردیم در صورتی که در اغلب موارد عامل اصلی کاهش کیفیت بتن در مقصد فقط میکسر حمل کننده بتن است که وظیفه خود را که حفظ همگنی بتن تا مقصد می باشد به درستی انجام نداده است.

معیار هایی که در استاندارد های ۹۶۰۲، ۱۳۲۲۲ و ۶۰۴۴ داده شده است که (تصاویر شماره۱ و ۲ و ۳ و ۴) عمدتا به گونه ای هستند که سنجش عملکرد میکسر با آن معیارها عملا در کارگاهی که بتن ریزی انجام می شود امکان پذیر نمی باشد و در عمل هم نمی توان شرایطی بوجود آورد که این معیار ها مورد توجه و آزمایش انجام شود چرا که تعیین انطباق کارکرد میکسر با معیار های داده شده نیازمند ابزار ها و افراد واجد شرایط و همچنین فضا و شرایط و مهمتر از همه زمان است که در هنگام بتن ریزی هیچکدام در دسترس نیستند.

الف-۱۱ الزامات یکنواختی بتن

الف-۱۱-۱ بیشترین مقدار اختلاف مجاز برای هر یک از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بر روی دو نمونه مختلف و مجزا که از یک پیمانه (یک حجم بتن) با رده اسلامپ S3 یا S4 برداشت شده‌اند باید طبق جدول الف-۱ باشد. چنانچه نتایج تمام ۵ آزمون انجام شده بر روی دو نمونه مجزا در حد مجاز ذکر شده در جدول الف-۱ باشد، مخلوط بتن ساخته تحت شرایط آزمون شده (ترتیب برگیری، رده اسلامپ، سرعت دوران، جهت مخلوط کن، مدت زمان اختلاط، تعداد دوران اختلاط) و مطابق با ضوابط این استاندارد یکنواخت محسوب می‌شود.

جدول الف-۱- الزامات یکنواختی بتن

ویژگی	حداکثر اختلاف مجاز نتیجه آزمون بین دو نمونه مجزا که از دو قسمت مختلف در یک پیمانه بتن تهیه شده
چگالی بتن خمیر هوا	۱٫۰ درصد میانگین دو مقدار مجزا
درصد حباب هوا	۲۰ درصد میانگین دو مقدار مجزا
اسلامپ	۲۰ درصد میانگین دو مقدار مجزا
درصد شکسته درشت	۶٫۰
درصد مقاومت فشاری متوسط	۷٫۵

عکس شماره۵

بنابراین لازم است معیار هایی ارائه شود که بتوان با تطبیق شرایط میکسر با آن معیارها به سرعت و به راحتی کیفیت عملکرد میکسر را ارزیابی و پیش گویی نمود، در کارگاه حاضر این معیار ها در اختیار قرار گرفته و آموزش داده شده اند.

معیار۱: زاویه محور دیگ با افق که در حجم های مختلف حداکثر مقدار آن در جدول تصویر۶ مشخص گردیده و بدیهی است که در صورت بیشتر شدن زاویه مورد نظر از کیفیت اختلاط میکسر کاسته خواهد شد.

حجم m^3	بیشینه زاویه مجاز	بیشینه قطر cm	طول استوانه cm	تعداد مخروطهای مرکزی	نصب روی
۴	۱۶	230	0	0	4x2
۶-۸	۱۴	230	70-85	0	6x4
۹-۱۰	۱۳.۵	230	100-150	0-1	6x4 or 8x4
۱۲	۱۲	245	160	2	8x4 or trailer

عکس شماره(۶)

معیار۲ نحوه تخلیه میکسر: از آنجا که میکسری که تخلیه بتن را به صورت یکنواخت و همگن انجام می دهد همان میکسری است که اختلاط را به شکل کامل و همگن صورت می دهد بنابر این برای تشخیص کیفیت اختلاط میکسر کافیست که به تخلیه بتن توجه کنیم، درصورتی که این تخلیه به صورت یکنواخت و بدون انقطاع انجام شود قطعا اختلاط بتن نیز بصورت یکنواخت انجام می گردد.

نکات دیگری نیز در کیفیت کارکرد میکسر مؤثر هستند که بطور خلاصه به بعضی از آنها اشاره می شود.

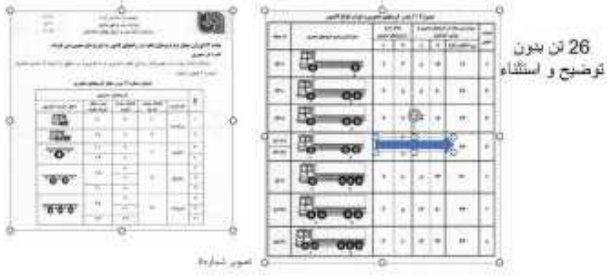
الف: محل استقرار دریچه بازدید یا تخلیه اضطراری که بهترین محل برای تعبیه آن در مخروط انتهایی دیگ می باشد که هم در صورت نیاز تمامی بتن موجود در دیگ متوقف مانده را بتوان تخلیه کرد و در عین حال بتن تخلیه شده بجای ریخته شدن روی دیفرانسیل روی میل گاردن تخلیه گردد.

عکس شماره(۷)

بخش دوم: ظرفیت

قوانین جاری برای وزن کامیون ها در کشور ایران بر اساس تعداد محور های کامیون ها و نحوه اتصال محور ها تعریف شده و تعریف این وزن ها بدون هیچ نوع توضیح و استثنا و بصورت خشک و مجرد می باشد، چنانکه در جدول تصویر ۸ نشان داده می شود برای کامیون های ۶ در ۴ یا ۳ محور یا همان ۱۰ چرخ معروف، وزن مجاز معادل ۲۶ تن تعریف شده اما همانطور که در جدول مقابل نشان داده می شود.

قوانین جاری برای وزن مجاز کامیونها



26 تن بدون توضیح و استثناء

برای یک تراک میکسر ۹ متر مکعبی که وزن خود خودرو حدود ۹۸۰۰ کیلوگرم و سازه میکسر نصب شده بر روی آن با آب حمل شونده معادل ۵۲۰۰ کیلوگرم می باشد که جمع وزن معادل ۱۵۰۰۰ کیلوگرم را رقم می زند مقدار باقیمانده از این ظرفیت مجاز برای

حمل بتن معادل ۱۱۰۰۰ کیلوگرم یعنی تقریباچهار و نیم متر مکعب می باشد که پر واضح است معادل نصف ظرفیت تعیین شده برای میکسر می‌باشد، تبعات روزانه ناشی از عدم استفاده از این ظرفیت خالی فقط در شهر تهران به ترتیب

- افزایش حدود ۲۰۰۰ سفر (رفت و برگشت برای کامیون ها)
- اتلاف نزدیک به ۴۰۰۰۰ لیتر سوخت
- انتشار ۲ برابر NOx ، آزبست، مونو اکسید کربن و دی اکسید کربن در محیط
- افزایش ترافیک شهری
- اعمال حدود حداقل ۱۰ میلیارد تومان زیان به فروشندگان بتن در هر روز

یک بررسی در قوانین حمل جاده ای برای کامیون ها در سایر کشورهای جهان نشان می دهد علیرغم تاکیدات و محدودیت‌های مشخص شده و جدی برای کامیون‌ها علی‌الخصوص کامیون‌های ۶ در ۴ در جاده ها که بعضا حتی مقدار محدودیت جدی تر از محدودیت های داخل کشور می باشد اما برای میکسر های حمل بتن تسحیلات و استثناعات زیادی قائل گردیده‌اند.

به عنوان مثال در جدول تصویر شماره ۹ که وزن مجاز را برای کامیون ها با تعداد محور های مشخص و فاصله محوری مشخص نشان می دهد، ملاحظه می گردد حداکثر وزن مجاز صرف نظر از تعداد محور های فاصله محوری بستگی دارد مثلا برای میکسر های متعارفی که ما استفاده می کنیم و فاصله محوری آن ها حدود ۱۲ فوت می باشد ۴۵۰۰۰ پوند وزن مجاز در نظر گرفته شده که تقریبا معادل ۲۰ تن می باشد یعنی بسیار کمتر آن چیز که در حال حاضر برای کامیون هایمان مجاز اعلام نموده ایم و حداکثر وزن مجاز برای کامیون های ۳ محور برای کامیون هایی است که فاصله محوری آن ها ۳۲ فوت یعنی ۹ متر و ۶۰ سانتی متر فاصله محوری می باشد که معادل ۲۷۲۰۰ کیلوگرم می باشد.

اما با وجود تمام محدودیت های اعلام شده فوق درکلیه ایالت‌های آمریکا برای ماشین های حمل محصولات کشاورزی و همچنین کامیون های حمل کننده بتن استثنائات بسیار زیادی قائل شده اند تا آنجا که در بعضی از ایالت ها به کامیون های ۳ محور اجازه داشتن وزن کل حدود ۴۰ تن داده می شود. جا دارد مسئله وزن مجاز میکسر ها در کشور ما نیز مورد بازنگری قرار گیرد و تبعات زیانبار مجرد بودن قوانین فعلی متوقف شده و باعث ارتقا کمی و کیفی انتقال بتن گردد.

ISIRI
13222
1st. Edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

۱۳۲۲۲
چاپ اول

خودرو – کاربری میکسر بتن - ساخت و نصب - آیین کار

۱-۲۳ لرزش کامیون

طراحی میکسر بتن باید به گونه ای باشد که هنگام چرخش دیگ موجب لرزش محسوس خودرو نگردد.

۱-۲۴ پاشش بتن

طراحی میکسر باید به گونه ای انجام شود که هنگام تخلیه، موجب پاشش بتن نگردد.(طراحی اشتباه پره و شوت می تواند موجب پاشش بتن گردد.)

۱-۲۷ تخلیه کامل بتن

طراحی پره ها باید به گونه ای باشد که تخلیه کامل بتن صورت پذیرد.

تصویر شماره ۲

الف-۳ نمونه‌برداری

الف-۳-۱ هنگامی که یک مخلوط‌کن (مخلوط‌کن ایستگاهی یا کامیون مخلوط‌کن) در حال تخلیه بتن باشد، دو نمونه مجزا که حجم هر کدام تقریباً $0.1m^3$ باشد باید از بتن تهیه شود. یک نمونه هنگام تخلیه حدود ٪۱۵ بتن و نمونه دیگر هنگام تخلیه حدود ٪ ۸۵ بتن موجود در مخلوط‌کن برداشت می‌شود. حداکثر زمان بین برداشت دو نمونه برای شرایط آب و هوای سرد و معمولی باید ۱۰ دقیقه و برای شرایط آب و هوای گرم باید ۵ دقیقه باشد. باید توجه کرد که هیچ نمونه‌ای نباید از ٪۱۰ اول و ٪ ۱۰ آخر بتن موجود در مخلوط کن که در حال تخلیه شدن است برداشت شود. به دلیل اینکه تعیین مقدار دقیق بتن در حال تخلیه مشکل می‌باشد، هدف از بیان اعداد ٪ ۱۰ اول و ٪ ۱۰ آخر این است که تاکید شود که هیچ نمونه‌ای نباید از قسمت ابتدایی و انتهایی بتن در حال تخلیه برداشت شود. اما در عین حال دو نمونه مورد نظر باید از هم مجزا بوده و از دو قسمت مختلف نزدیک به ابتدا و نزدیک به انتهای فرایند تخلیه (حدود ٪ ۱۵ و ٪ ۸۵) برداشت شوند. هر دو نمونه باید به‌طور مجزا از هم نگه‌داری شده تا نمایندهٔ دو نقطه مختلف از مخلوط باشند و نباید با هم مخلوط شوند تا یک نمونه مرکب بسازند. برای اینکه عملیات نمونه‌برداری به سرعت انجام شود، پرسنل نمونه‌بردار باید به تعداد کافی حضور داشته باشند. هنگام نمونه‌برداری و حمل نمونه‌ها، باید به طریق

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶۰۲۲ (تجدیدنظر دوم) سال ۱۳۹۷

مناسبی از ایجاد جداشدگی در اجزاء سازنده آن‌ها جلوگیری کرد. هر یک از نمونه‌ها باید بلافاصله پوشش داده شود تا از تبخیر رطوبت آن یا آلودگی حفظ شود. پیش از انجام آزمون‌ها بر روی هر یک از نمونه‌ها، هر نمونه باید با وسیله مناسبی (مثل سرطاس یا بیل) مقدار کمی مخلوط شود تا هر نمونه، حالت یکنواخت داشته باشد.

تصویر شماره۴

Exhibit 3: Federal Bridge Formula Weight Table

N =	2-axles	3-axles	4-axles	5-axles	6-axles	7-axles	8-axles	9-axles
4	34,000							
5	34,000							
6	34,000							
7	34,000							
8	34,000	34,000						
More than 8 less than 9	38,000	42,000						
9	39,000	42,500						
10	40,000	43,500						
11		44,000						
12		45,000	50,000					
13		45,500	50,500					
14		46,500	51,500					
15		47,000	52,000					
16		48,000	52,500	58,000				
17		48,500	53,500	58,500				
18		49,500	54,000	59,000				
19		50,000	54,500	60,000				
20		51,000	55,500	60,500	66,000			
21		51,500	56,000	61,000	66,500			
22		52,500	56,500	61,500	67,000			
23		53,000	57,500	62,500	68,000			
24		54,000	58,000	63,000	68,500	74,000		
25		54,500	58,500	63,500	69,000	74,500		
26		55,500	59,500	64,000	69,500	75,000		
27		56,000	60,000	65,000	70,000	75,500		
28		57,000	60,500	65,500	71,000	76,500	82,000	
29		57,500	61,500	66,000	71,500	77,000	82,500	
30		58,500	62,000	66,500	72,000	77,500	83,000	
31		59,000	62,500	67,500	72,500	78,000	83,500	
32		60,000	63,500	68,000	73,000	78,500	84,500	90,000
33			64,000	68,500	74,000	79,000	85,000	90,500
34			64,500	69,000	74,500	80,000	85,500	91,000
35			65,500	70,000	75,000	80,500	86,000	91,500
36			66,000	70,500	75,500	81,000	86,500	92,000
37			66,500	71,000	76,000	81,500	87,000	93,000
38			67,500	71,500	77,000	82,000	87,500	93,500
39			68,000	72,000	77,500	82,500	88,500	94,000
40			68,500	73,000	78,000	83,500	89,000	94,500
41			69,500	73,500	78,500	84,000	89,500	95,000
42			70,000	74,000	79,000	84,500	90,000	95,500
43			70,500	75,000	80,000	85,000	90,500	96,000

Exception see note

set (L) between the extremes of any group of 2 or more axles

Note: In addition to State grandfather rights that may allow weights higher than those shown in Exhibit 2, there is one other exception to the FBF and the table derived from it: two consecutive sets of tandem axles may carry 34,000 lbs. each if the overall distance between the first and last axles of these tandems is 36 feet or more.

تصویر شماره ۹

کارگاه عملی
کارآیی دستگاه یونیورسال کشش آرماتور

شرکت آزمون ساز مبنا

در این کارگاه نیز سر فصل های زیر ارائه گردید:

- چالش های آزمایش کشش میلگرد
- بررسی نکات کلیدی استانداردهای کشش میلگرد
- معرفی دستگاه کشش میلگرد شرکت آزمون و بررسی انطباق با استاندارد

در پایان کارگاه با کشش چندین نمونه میلگرد، از دستگاه یونیورسال کشش آرماتور ساخت شرکت آزمون با رو نمایی گردید.

تب و لرز قیمت گذاری بتن آماده در گرما و سرما

کمیته فنی انجمن صنفی تولید کنندگان بتن آماده و قطعات بتنی ایران

هدف از برگزاری این کارگاه

-بتن به عنوان یک محصول با ویژگی های موجود زنده که نیاز اساسی به دانش فنی و تجربه جهت تولید و اجرا در صنعت ساختمان دارد، یکی از اساسی ترین و پرمصرف ترین نیازهای کشوراست.

- هدف از برگزاری این کارگاه ایجاد آگاهی در خصوص عوامل محیطی موثر بر کیفیت بتن آماده و ارائه راهکار مناسب جهت ارتقاء آن با توجه به ملاحظات مالی برای تولید کنندگان و مصرف کنندکان بتن می باشد.

- رعایت و اجرای راهکارهای ارائه شده در این کارگاه میتواند تاثیر بسزایی بر توسعه پایدار کشور شامل مدیریت سرمایه، ارتقاء سطح ایمنی سازه ها و حفظ محیط زیست داشته باشد.

جایگاه صنعت بتن آماده در پیشرفت و توسعه کشور

- صنعت ساختمان به طور مستقیم با ۶ صنعت زیر بنایی در ارتباط است و رونق آن همواره باعث رشد صنایع دیگر خواهد بود.

- به طور کلی بیش از ۲۵ درصد انرژی مصرفی کشور در صنعت ساختمان مصرف می شود.

- روند افزایشی تعداد اسکلت بتنی تا بیش از ۸۰ درصد ساخت و سازها طی سالهای اخیر جایگاه صنعت بتن را بسیار ویژه نموده است.

- با توجه به لرزه خیزی کشور، ایمنی لرزه ای و افزایش عمر مفید و دوام سازه های بتنی اهمیت ویژه ای در صنعت ساختمان دارد.

اهمیت کیفیت بتن آماده از منظر تولید، اجرا، نظارت و نگهداری

تعداد انسان های بهره بردار از سازه های اسکلت بتنی در ۱۰ سال ۲۰.۰۸۰.۰۰۰ ⟵ ۱۲۵۵۰۰۰

جان انسان – سرمایه – حاصل زندگی=سازه اسکلت بتنی

اصلی ترین علل ضعف اسکلت بتنی در ایران–زلزله

بتن سازه ای ضعیف	آرماتوربندی غیر استاندارد
نسبت آب به سیمان	سازمان نظام مهندسی ناظر بر کیفیت آرماتوربندی و آرماتورهای مصرفی در سازه های بتنی تا قبل از شروع بتن ریزی
عوامل محیطی (گرما و سرما و ...)	
کیفیت مصالح	
کیفیت اجرا و جایدهی	
عمل آوری و نگهداری	

نتیجه ضعف اسکلت بتنی در ایران

فرض های تحقیقات :

–اطلاعات مربوط به گسل ها و تحلیل خطر لرزه ای بر اساس سوابق و اطلاعات مستند تاریخی می باشد.

– کیفیت ساخت و ساز بر اساس سوابق سال های گذشته شامل اسکلت بتنی، فلزی، خشتی و بنایی انتخاب شده است.

شرایط بتن ریزی در هوای سرد و گرم طبق آیین نامه بتن ایران

– در مواردیکه دمای بتن در زمان بتن ریزی بیشتر از ۳۲ درجه سلسیوس باشد، شرایط هوای گرم حاکم است، و الزامات این بخش باید در ساخت بتن و بتن ریزی رعایت شود.

- در مواردیکه دمای هوا کمتر از ۵+ درجه سلسیوس باشد و یا احتمال برود که در مدت حفاظت از بتن، دمای هوا به کمتر از این مقدار برسد، شرایط هوای سرد بوجود میاید و باید الزامات آیین نامه رعایت شود.

علل تغییر دمای بتن در فصل گرما و سرما

افزایش دما بدلیل ورود به فصل گرما	کاهش دما بدلیل ورود به فصل سرما
تابش مستقیم خورشید بر روی مصالح و دستگاه های تولید بتن	بارش نزولات آسمانی بر روی مصالح سنگی
تحویل سیمان با دمای بالا و مصرف آن بلافاصله پس از بارگیری	یخ زدگی آب بر روی سطح سنگدانه بتن
تاثیر گذاری دمای محیط بر آب داخل مخزن ذخیره	یخ زدگی آب داخل مخزن ذخیره

تعریف شرایط بتن ریزی در هوای سرد و گرم آیین نامه بتن ایران

تعریف شرایط بتن ریزی در هوای گرم	تعریف شرایط بتن ریزی در هوای سرد
ضوابط تولید بتن آماده در هوای گرم	ضوابط تولید بتن آماده در هوای سرد
مسئولیت های تولید کننده و خریدار در شرایط هوای گرم	مسئولیت های تولید کننده و خریدار در شرایط هوای سرد

اثرات تغییر نسبت آب به سیمان بر اسلامپ، مقاومت فشاری و چگالی

مثال از مقدار کاهش مقاومت فشاری به دلیل افزایش دما بتن تازه :

صورت مساله			
میزان مقاومت احتمالی بتن آماده تحویلی به پروژه واقع در جنوب شرقی تهران را در فصل شهریور با دمای هوای ۳۹ درجه و فرض های جدول ذیل تخمین بزنید؟			
	فرض مساله	راه حل مساله	
۱	دمای بتن آماده در محل تخلیه تا ۳۷ درجه بالا رفته	مقاومت احتمالی به دلیل افزایش دما	$\left(\frac{۴۰-۲۷}{۴۰-۲۰}\times 41.8\right)+\left(\frac{۲۷-۲۰}{۴۰-۲۰}\times 34.8\right)=36.9$ Mpa
۲	کارگرها هیچ ماده افزودنی جهت افزایش کارایی بتن در اختیار ندارند.		
۳	اسلامپ مطلوب جهت تخلیه بتن ۹۰ میلیمتر می باشد که جهت دستیابی به آن باید نسبت آب به سیمان ۰.۰۵ افزایش یابد	مقاومت احتمالی جهت جبران افت اسلامپ با افزودن آب	$30-26=4\ Mpa$ $36.9-4=32.9\ Mpa$
۴	مقاومت فشاری بتن در دما های اندازه گیری شده معادل جدول ۱ می باشد.		

اثرات تغییر نسبت آب به سیمان بر اسلامپ، مقاومت فشاری و چگالی

بررسی پیشنهادات بر اساس قیمت تمام شده در مرحله تولید و اجرا و انتخاب مناسب ترین راهکار بر اساس نتایج آزمایشگاهی

انتخاب مناسب ترین راهکار با توجه به آنالیز قیمت نهایی

-روش های کاهش دما و افزایش کارایی بتن در فصل گرما - روش های افزایش دما و افزایش کارایی بتن در فصل سرما(توسط تولید کننده)

-روش های نگهداری و عمل آوری بتن- روش های نگهداری و عمل آوری بتن در فصل سرما(توسط خریدار)

نتایج و تبعات پیروی از راهکار مناسب

-کاهش هزینه تقویت سازه -افزایش مقاومت بتن

-افزایش ارزش ملک -افزایش دوام و ماندگاری

-کاهش درگیری با نهادهای نظارتی -افزایش سرعت اجرا

توسعه پایدار کشور بر اساس:

افزایش بهره وری- کاهش هدر رفت سرمایه-افزایش اعتماد عمومی-افزایش دوام و پایداری-کاهش خسارات و تلفات

بررسی موضوع از نگاه ذی نفعان

تولید کننده بتن آماده	خریدار بتن آماده	نظارت و استاندارد
تولید بتن با قیمت بالاتر و سود آوری بیشتر	خرید محصول با کیفیت و ایمن	ارتقای کیفیت نهایی و افزایش ایمنی سازه
استهلاک ماشین آلات کمتر	افزایش سرعت و سهولت اجرا	اعتماد بیشتر مهندسین به کیفیت اجرا
افزایش حاشیه اطمینان و اعتماد به کیفیت محصول	دستیابی بالاترین کیفیت و دوام با کمترین هزینه	کاهش خسارات ناشی از بلایای طبیعی و جلوگیری از هدر رفت سرمای ملی
رضایت پرسنل کارخانه در مرحله پمپاژ و اجرا	افزایش اعتماد پذیری سازه و تبلیغات	

قابلیت های رزین های پلی کربوکسیلات در تکنولوژی بتن

محمد رضا ایوبی
شرکت همگرایان تولید

بتن مخلوطی از سنگدانه و خمیر سیمان می‌باشد که پس از قالب‌گیری، سخت شده و با کسب مقاومت های مکانیکی مناسب، در سازه‌های عمرانی جهت استقرار و اتصال سازه‌های عمرانی به یکدیگر به مصرف می‌رسد. فراوانی، ارزانی، کارپذیری، شکل پذیری و مقاومت‌های بالای مکانیکی مجموعه خواص ایده‌الی هستند که سبب شده است که پرمصرف‌ترین ماده پس از آب توسط انسان باشد.

دو خصوصیت بتن بسیار حائز اهمیت می‌باشد که این دو اثرات متقابلی نیز بر یکدیگر دارند:

۱.کارپذیری در مراحل اولیه تولید

۲.مقاومت مکانیکی که در بلند مدت حاصل می‌شود.

برای بهبود مقاومت‌های مکانیکی بتن نیازمند طراحی مناسب اختلاط اجزاء بتن می‌باشیم. در این طرح اختلاط هرچه نسبت حجمی سنگدانه به خمیر سیمان بیشتر شود، مقاومت افزایش می‌یابد. خمیر سیمان دو نقش در بتن دارد:

۱.چسباندن سنگدانه‌ها به یکدیگر طی واکنشهای شیمیایی موسوم به هیدراتاسیون

۲.تشکیل مخلوط همگنی از سنگدانه‌ها که قابلیت روانی و قالب‌گیری داشته باشند.

خمیر سیمان در سه بخش جایگیری می‌کند:

۱.با ایجاد فیلمی بر سطح سنگدانه‌ها می‌چسبد.

۲.حفرات بین سنگدانه‌ها را پر می‌کند.

۳.بین سنگدانه‌ها قرار می‌گیرد و باعث می‌شود سطح تماس سنگدانه‌ها کاهش یابد.

مصرف خمیر سیمان به ترتیب فوق می‌باشد و چنانچه میزان خمیر سیمان کم باشد، حفرات بین سنگدانه‌ها خالی می‌ماند که ایجاد مشکل در کسب مقاومت می‌کند و پس از پر شدن حفرات بین سنگدانه‌ای، بین سنگدانه‌ها قرار می‌گیرد و باعث دور شدن سنگدانه‌ها از یکدیگر می‌شود. چنانچه حجم خمیر سیمان از حد معینی کمتر باشد، کارپذیری بتن به دلیل اصطکاک بالای سنگدانه‌ها کاهش می‌یابد و اختلاط، پمپ و متراکم سازی بتن با مشکل مواجه می‌شود. از طرفی با افزایش حجم خمیر سیمان از حد معینی، مقاومت‌های مکانیکی بتن کاهش یافته و نفوذپذیری آن افزایش می‌یابد و به تبع آن دوام بتن کاهش می‌یابد.

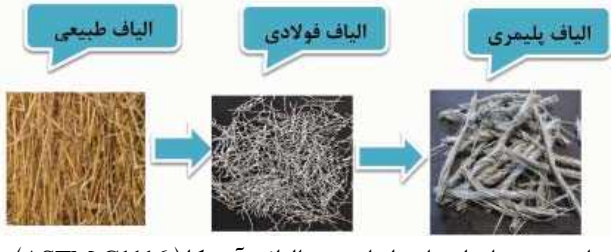
برای رسیدن به طرح اختلاط بهینه یک بتن با اهداف مشخص، نیازمند درک درستی از اجزاء تشکیل دهنده بتن می‌باشیم که در نهایت بتوانیم علاوه بر داشتن یک بتن با کارپذیری بالا، مقاومتهای مکانیکی و دوامی مناسبی نیز از بتن کسب کنیم. برای این هدف لازم است که سه دانش شیمی، مهندسی معدن، مهندسی مکانیک در ارتباط تنگاتنگی قرار گیرند تا این محصول استراتژیک در بهترین شرایط تولید و به مصرف برسد.

شرکت کپکو تلاش دارد با فهم درستی از شیمی سیمان و رئولوژی خمیر سیمان و نهایتاً رئولوژی بتن، بتواند ارتباط معناداری بین افزودنی‌های شیمیایی بتن و خواص بتن برقرار کند تا در این حوزه خدمات بهتری را به صنعت بتن کشور ارائه نماید. در این راستا موضوع کارگاه روز بتن این شرکت با محوریت تاثیرات متقابل روان کننده‌های پلی‌کربوکسیلاتی و رئولوژی خمیر سیمان تعریف گردید و با همین موضوع یک پروژه پژوهشی با همکاری مرکز تحقیقات رنگ و رزین ایران به قرارداد منجر گردید و امیدواریم طی دو سال آینده نتایج حاصل از این تحقیقات، بتواند روند تحقیق و توسعه این شرکت در تولیدات رزین‌های پلی‌کربوکسیلات و دیگر افزودنی‌های شیمیایی این شرکت را در مسیری قرار دهد که این صنعت در سطح جهانی دنبال می‌کند.

کارگاه تخصصی ضوابط و کاربردهای بتن الیافی

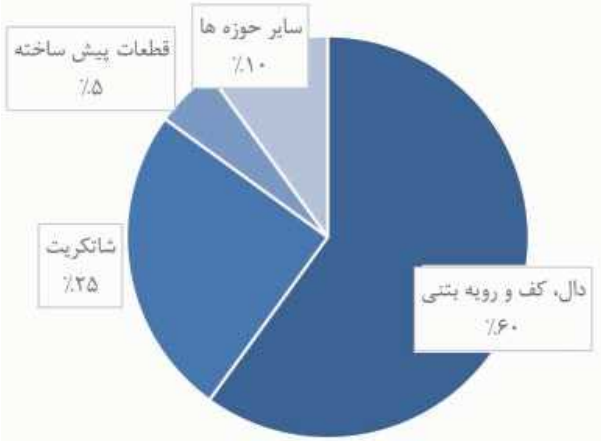
مجتمع رنگدانه نانونخ سیرجان

تاریخچه استفاده از الیاف در مصالحی که مقاومت کششی ضعیف تر از مقاومت فشاری دارند به دوران باستان و زمانی برمی‌گردد که از کاه در کاهگل بعنوان عامل تقویت کننده استفاده می شد. از دهه های گذشته تا به امروز انواع مختلف الیاف مانند الیاف طبیعی، فولادی، شیشه و مصنوعی به عنوان مسلح کننده در بتن استفاده شده است.(شکل ۱ سیر تکاملی الیاف را نشان می دهد)



امروزه بر اساس استاندارد بتن الیافی آمریکا (ASTM-C1116) و آیین نامه طراحی بتن الیافی آمریکا (ACI544) استفاده از الیاف فولادی یا پلیمری (از نوع پلی‌الفین و پلی‌پروپیلن) بیش از سایر الیاف مورد توجه می‌باشد. استانداردهای یادشده ضوابط طراحی را صرفا برای طراحی بتن حاوی این دو نوع از الیاف ارائه کرده اند. شرکت های مختلف تولید کننده الیاف در دنیا به تولید گسترده الیاف مصنوعی (ماکرو و میکرو) روی آورده اند و می توان گفت که الیاف سنتتیک نسل مورد توجه الیاف در دنیای امروز می باشند. الیاف به لحاظ ابعاد نیز دارای دسته بندی می‌باشند. بطور کلی بر اساس دسته بندی استاندارد ASTM C1116 الیاف بسته به طول و قطر آنها به دو دسته ماکرو (macro) و میکرو (micro) تقسیم می‌شوند. قطر الیاف‌های میکرو کمتر از ۰/۳ میلیمتر و الیاف‌های ماکرو قطری بیش از ۰/۳ میلیمتر دارند. استفاده از الیاف (میکرو و ماکرو) در مواد سیمانی، مصالحی تولید می‌کند که از نظر مقاومت، شکل پذیری، سختی و دوام بهبود یافته‌اند. با توجه به اهمیت آشنایی جامعه دانشگاهی، مهندسی و نیز تمام دست اندرکاران صنعت بتن با ضوابط و معیارهای آیین نامه ای بتن حاوی الیاف سنتتیک این ارائه با تمرکز بر الیاف مصنوعی به بررسی استانداردهای روز بتن دنیا در این زمینه پرداخت.

از زمان معرفی بتن الیافی تاکنون استفاده از بتن مسلح الیافی به‌طور پیوسته افزایش‌یافته است. در این بین اصلی‌ترین حوزه‌های کاربرد بتن الیافی در دال‌ها و سقف‌های بتنی، کف‌های بتنی و رویه‌های بتنی، شاتکریت الیافی، قطعات پیش‌ساخته و سایر حوزه‌ها می‌باشد. نمودار شکل (۲) میزان مصرف جهانی بتن الیافی را در کاربردهای مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمودار مصرف جهانی بتن الیافی

همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، استفاده از الیاف به عنوان جایگزین آرماتورهای حرارتی در کف‌های صنعتی و سقف‌های عرشه فولادی بیشترین حوزه کاربرد را به خود اختصاص داده است. شبکه مش حرارتی در موارد فوق نقش مسلح کننده ثانویه را دارد که در جهت کنترل ترک‌های ناشی از انقباض و تغییرات حرارتی و نیز جذب انرژی ناشی از بارهای وارده عمل می‌کند. استفاده از الیاف نیز می‌تواند علاوه بر جلوگیری از گسترش ترک‌های پلاستیک و کنترل عرض ترک

خوردگی‌ها منجر به افزایش طاقت و جذب انرژی و افزایش ظرفیت باربری پس از ترک خوردگی استفاده شوند.

بطور کلی طراحی و کنترل المان‌های سازه‌ای بر اساس دو معیار مقاومت و بهره‌برداری انجام می‌شود. بنابراین مزیت‌های فنی بتن الیافی را نیز می‌توان با در نظر گرفتن دو معیار مقاومت و بهره‌برداری دسته بندی نمود. از جمله مزیت‌های فنی بتن الیافی در زمینه معیار مقاومت تحت شرایط مختلف بارگذاری می‌توان بصورت مختصر به افزایش پارامترهای مقاومت خمشی، طاقت خمشی، جذب انرژی و شکل پذیری اشاره کرد. همچنین در زمینه معیار بهره‌برداری نیز می‌توان به کاهش ترک خوردگی و کنترل عرض ترک اشاره نمود که در نتیجه منجر به افزایش عمر مفید سازه و کاهش هزینه‌های نگهداری می‌شود. ضوابط و روش طراحی کف های صنعتی با بتن الیافی در این نشست تخصصی توضیح داده شد. همچنین در این نشست در ابتدا به طور گسترده به معرفی استانداردهای مهم الیاف و بتن الیافی پرداخته شد و سپس ضوابط و معیارهای طراحی بتن الیافی برای کاربردهای مختلف مورد بحث قرار گرفت. از جمله مهم ترین استانداردهای تایید خواص الیاف پلیمری استاندارد ASTM-D۷۵۰۸ است. از جمله برخی از مهم ترین استانداردهای موجود که به صورت خاص برای بتن‌های الیافی تدوین شده می‌توان به استانداردهای موجود نظیر ASTM-C۱۶۰، ASTM-C۱۳۹۹، ASTM-C۱۰۱۸، ASTM-C۱۵۸۱ و ASTM-C۱۱۱۶ اشاره کرد.

سایر استانداردهای موجود در خصوص بررسی خواص مکانیکی و دوام بتن معمولی نیز برای ارزیابی خواص بتن‌های الیافی نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. مقاومت پس از ترک خوردگی که با پارامتری بنام ARS شناخته می‌شود یکی از مهم ترین مشخصه‌های بتن الیافی می‌باشد که در واقع از آن به عنوان پارامتر اصلی در محاسبه مصرف الیاف به عنوان جایگزین آرماتور در کاربردهای مختلف استفاده می‌گردد. برای محاسبه میزان مقاومت پس از ترک خوردگی بتن الیافی از استانداردهای مربوط به بتن الیافی نظیر استاندارد ASTM-C۱۳۹۹ و ASTM-C۱۶۰۹ استفاده می‌گردد. در زمینه طراحی بتن حاوی الیاف ماکروسنتتیک استانداردهای ACI, FIB, BSI, RILEM مورد توجه می باشد که نکات و موارد مهم این آیین نامه ها نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفت. همچنین لازم بذکر است استفاده از بتن الیافی مزایای اقتصادی، مزایای فنی و مزایای اجرایی را به دنبال دارد که بترتیب مطلوب کارفرما، مشاور و پیمانکار می‌باشد. دیاگرام زیر مزایای ذکر شده را بصورت موردی ارائه می‌کند.

مزایای اقتصادی
(مطلوب کارفرما)

- هزینه کمتر نسبت به خرید میلگرد حرارتی
- حذف هزینه آرماتور بندی
- کاهش هزینه‌های حمل و نقل
- کاهش زمان اجرای پروژه
- کاهش نیروی انسانی
- کاهش هزینه‌های نگهداری

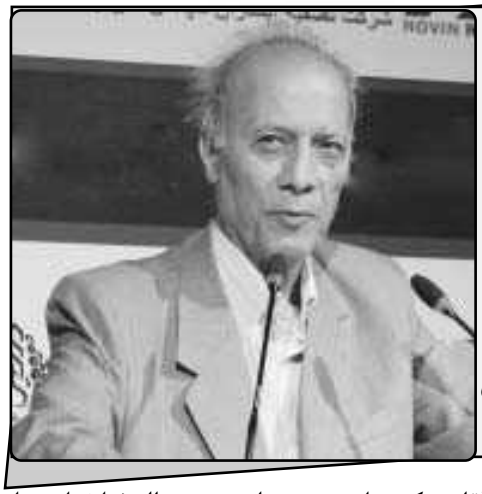
مزایای فنی
(مطلوب مشاور)

- کاهش ترک‌های افت حرارت
- کنترل عرض ترک و عدم گسترش آنها در مقایسه با میلگرد
- بهبود خواص مکانیکی بتن
- استفاده از تکنولوژی روز مطابق آیین نامه‌های معتبر
- سبکسازی و کاهش وزن سازه

مزایای اجرایی
(مطلوب پیمانکار)

- کاهش نیروی انسانی
- افزایش سرعت اجرا
- کاهش فضای انبارداری
- اجرای آسان

گزارش طرح های برتر بتنی سال ۱۴۰۱



مرتضی زاهدی
رئیس دائمی کمیته

کمیته طرحهای برتر بتنی انجمن بتن ایران که ریاست دائمی آن بعهده جناب آقای دکتر زاهدی می باشد هر ساله فراخوانی را برای ارسال نامزدهای طرحهای برتر بتنی دارد. امسال نیز طبق این روال در بهار سال ۱۴۰۱ فراخوان مربوط را داشت. امسال آقای دکتر زاهدی به دلیل درگیری شخصی، اینجانب را بعنوان مسئول کمیته منصوب نمودند تا در غیاب ایشان کارهای محوله را به سرانجام برسانم. از تیرماه، طرحهای پیشنهادی بصورت اولیه بررسی گردید و از میان آنها برخی طرحها برای ارائه حضوری در کمیته طرحهای برتر بتنی دعوت شدند. تعداد ۸ طرح در طی مرداد و شهریور در کمیته مزبور توسط مسئولین پروژه ها مطرح و ارائه شد.

سپس اعضای کمیته با امتیاز دهی به این پروژه ها و با رعایت برخی محدودیت ها مانند انتخاب یک پروژه پل یا پروژه آبی و غیره، نسبت به انتخاب طرحهای برتر اقدام نمودند. معمولا" سعی می شود نکات برجسته طرحها مورد بررسی قرار گیرد و پروژه‌هایی که نقاط برجسته و قابل اعتنایی دارند انتخاب شوند.

در سال ۱۴۰۱ چهار طرح برتر بتنی منتخب عبارتند از:

۱-ساختمان برج کنترل ترافیک دریایی چابهار

۲-تقاطع چهارسطحی آزادگان مشهد

۳-ایوان مرکزی مصلی امام خمینی(ره)

۴-مجتمع مسکونی ناحیه شهری مهرگان قزوین

همچنین طرح بزرگراه شهید بروجردی بعنوان یک طرح ویژه بزرگ توسعه شهری شامل چندین پروژه کوچک و بزرگ شهری مستحق تقدیر شناخته شد.

در ادامه به معرفی اجمالی هر یک از این پروژه ها و هم چنین طرح ویژه بزرگ بتنی توسعه شهری پرداخته می شود. لازم به ذکر است که در طول نیمه دوم سال ۱۴۰۱ و نیمه اول ۱۴۰۲هر پروژه در طی مدت زمان ۲ ساعت به معرفی کاملتر می پردازد. به علاقمندان می توانند با حضور در این جلسات و طرح پرسش های خود، اطلاعات گسترده تری را بدست آورند.

هیات داوران کمیته طرح های برتر بتنی

هیات داوران امسال عبارت بوده اند از:

۱- دکتر هرمز فامیلی، دانشگاه علم و صنعت ایران، انجمن بتن ایران

۲- مهندس محمد اسماعیل علیخانی، مهندس مشاور

۳-مهندس فرامرز امین پور، مهندسین مشاور کرانه به کرانه پارس

۴ مهندس رحیم واعظی، مهندسین مشاور سانو

۵ دکتر محسن تدین، دانشگاه بوعلی سینا همدان، انجمن بتن ایران(مسئول کمیته)

۶- دکتر موسی کلهری، انجمن بتن ایران

۷- دکتر مهدی چینی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی- انجمن بتن ایران

۸- مهندس امیرمازیار رئیس قاسمی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی- انجمن بتن ایران

هئیت 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.

محسن تدین - مسئول کمیته

۱-پروژه برج کنترل ترافیک دریایی چابهار

کارفرما: سازمان بنادر و دریانوردی -اداره کل استان سیستان و بلوچستان- بندرچابهار

مشاور طراحی و نظارت: مهندسین مشاور نقش یار

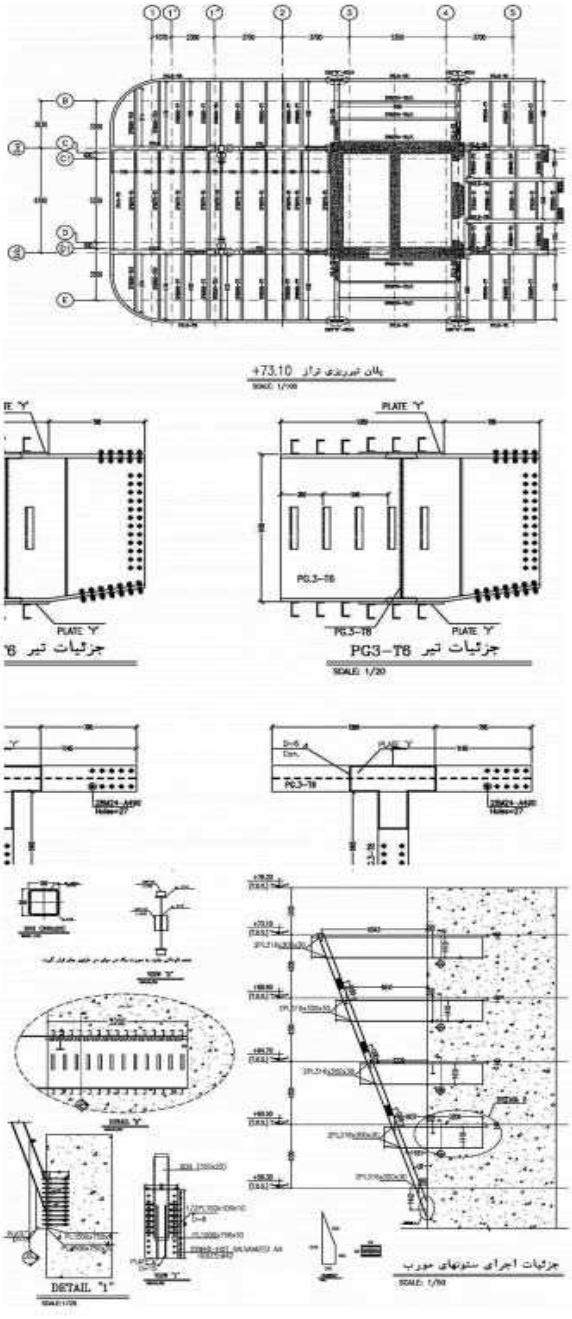
پیمانکار: شرکت مهندسین عمران مارون

این پروژه در منطقه عمومی اسکله شهید کلانتری چابهار واقع است. اهداف طرح در واقع داشتن دید کامل به محوطه های بنادر شهید بهشتی و شهید کلانتری و مسیر آبراه، دهانه موج شکن و لنگرگاه است و مرکزی برای مراقبت، جستجو و نجات دریایی و افزایش ایمنی بندرچابهار و هم چنین نماد گردشگری دریایی است.

قرارداد در مهر ماه ۹۸ ابلاغ شده و مدت آن ۲ سال بوده است و در مهر ماه ۱۴۰۰ تحویل موقت شده است. مبلغ اولیه قرارداد در حدود ۲۷ میلیارد تومان و مبلغ صورت وضعیت قطعی در حدود ۳۳ میلیارد و تعدیل آن در حدود ۳۰ میلیارد تومان می باشد. ارتفاع کلی برج ۶۰ متر و ضخامت دیواره بتنی مستطیلی هسته مرکزی ۰/۷ متر شامل ۲ طبقه اداری و ۳ طبقه راس می باشد که مساحت این طبقات جمعا" ۱۸۰۰ متر مربع است دیواره بتنی هسته مرکزی با قالب لغزنده اجرا شده است. ابعاد این دیواره مستطیلی شکل به ابعاد حدود ۷ متر می باشد در قسمت فوقانی این برج یک سازه فولادی است که بصورت طره ای از هسته مرکزی بیرون زده است و طول طره ها در دو سمت یکسان نیست (۱۲و ۵/ ۵متر)، و وزن این سازه فولادی به ۱۵۰ تن می رسد در زیر شالوده ۲۹×۲۹ متری این برج، ۱۲ شمع به قطر ۱/۲ متر و طول ۱۳ متر وجود دارد. کل بتن ریزی این پروژه ۳۳۰۰ متر مکعب می باشد.

قالب لغزنده این برج طی ۲۵ روز کامل شده است و بتن ریزی با باکت و تاورکرین انجام گردیده است. نسبت آب به مواد سیمانی بتن مصرفی ۰/۴بوده است و از سیمان پرتلند نوع ۲ خاش به مقدار ۴۲۰ کیلو و ۳۲ کیلو ژل میکروسیلیس در بتن استفاده شده است. از یک دیرگیرکننده نیز در بتن استفاده گردیده است.

اسلامپ بتن در محدوده ۱۱ تا ۱۵ سانتی بود که در پای کار به ۱۸



تا ۲۲ سانتی متر با اضافه کردن بخش دوم ژل می رسید. مقاومت مشخصه بتن ۳۵ مگاپاسکال بود ولی عملاً مقاومت فشاری استوانه ای متوسط به ۴۵ مگاپاسکال رسیده است. پس از انجام آزمایش های مختلف دوام، جذب آب نیم ساعته بتن ۲/۲ تا ۲/۹ درصد و عمق نفوذ آب بین ۱۱تا۱۷ میلی متر و RCPT بین ۱۵۰۰ تا ۲۳۵۰ بدست آمده است. لازم به ذکر است که شرایط محیطی حاکم بر بتن xcs۳ منظور شده بود. دمای بتن با تمهیدات لازم اغلب در محدوده ۲۸ تا ۳۱ درجه سلسیوس بوده است.

پروژه تقاطع چهارسطحی آزادگان مشهد

کارفرما: شهرداری مشهد

مشاور: مهندسین مشاور هگزا

پیمانکار: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء- هلدینگ راه و شهرسازی موسسه شهیدرجایی

این پروژه در تقاطع بزرگراه امام علی(ع) و بزرگراه میثاق(آیت ا...هاشمی رفسنجانی)واقع شده است و بعنوان بزرگترین تقاطع غیر هم سطح شمال شرق کشور در شهریور ۹۸ در محل میدان نمایشگاه بین المللی مشهد به منظور کاهش ترافیک در این نقطه شهر آغاز شد.

سطح منفی۱ شامل زیرگذر به طول ۷۰۰ متر و عرض ۳۵ متر از چهار بخش مسقف با عرشه دال مجوف بتن مسلح با روش Top-down اجرا شده است.

سطح ۱+ شامل دو دستگاه پل روگذر مجزا به طول ۳۸۰ متر و عرض ۱۵ متر شامل ستونهای تا ۱۷ متر و فونداسیون شمعی و عرشه متشکل از صندوقه های پیش ساخته بتنی پیش تنیده بود که با روش طره متعادل اجرا گردیده است. سطح۲+ شامل دو دستگاه رمپ جهتی مجزا به طولهای ۵۶۰ و ۶۳۵ متر و عرض ۹/۵ تا ۱۰/۸ متر بود که زیرسازه شالوده های شمعی و ستونهای تا ۲۵ متر دارد و عرشه آن از صندوقه های پیش ساخته بتنی بود که با روش طره متعادل اجرا شده است.

این پروژه در مجموع شامل ۵۷ پایه و ۸۶۰ قطعه بتنی پیش ساخته پیش تنیده به وزن ۲۵ تا ۴۰ تن می باشد. در نماسازی دیواره‌های حائل پروژه از قطعات بتنی پیش ساخته با ابعاد بزرگ استفاده شده است تا سرعت پیشرفت و تکمیل پروژه فراهم آید.این پروژه با مبلغ اولیه ۲۰۰ میلیارد تومان(با فهرست بهاء ۹۸) آغاز شد و در مهر ماه ۱۴۰۱ به پایان رسید.طول پل سگمنتال ۲۰۰۰ متر و مساحت آن ۲۲۵۰۰ متر مربع می باشد. حداکثر طول دهانه اصلی حدود ۵۴ متر است. طول ۲۰۰ متر نیز بصورت درجا پل سازی شده است. مساحت کل راهسازی نیز در این پروژه نزدیک به ۱۶۵ هزار متر مربع بوده است.

رده بتن عرشه از نوع خودتراکم C۳۵ است. هم چنین از بتن های رده C۳۰ استفاده شده است. نسبت آب به سیمان بتن ها ۰/۳۶ و ۰/۳۸ و عیار سیمان آنها ۴۵۰ و ۴۰۰ کیلو بوده است. از یک فیلر به میزان ۵۰ و ۴۰ کیلو بهمراه فوق روان کننده به میزان ۳/۸ و ۲/۷ کیلو نیز استفاده گردیده است.

جریان اسلامپ اولیه به ترتیب ۶۷ و ۶۶ سانتی متر و جریان اسلامپ نیم ساعته با حلقه J به ترتیب ۵۶ و ۵۴ سانتی متر بوده است. نتایج جعبه L به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۷ بدست آمده است و زمان عبور از قیف v به ترتیب ۴ و ۵ ثانیه بوده است. مقاومت فشاری مکعبی ۲۸ روزه طرحها به ترتیب ۶۱ و ۵۵ مگاپاسگال بدست آمده است. بتن های معمولی پروژه دارای رده C۲۵ و C۳۰ و C۳۵ بوده است آزمایش های مقاومت کششی و کرنش گسیختگی برای میلگردهای مصرفی و استرندهای پیش تنیدگی نیز انجام شده است.

پروژه ایوان مرکزی مصلی امام خمینی(ره) تهران

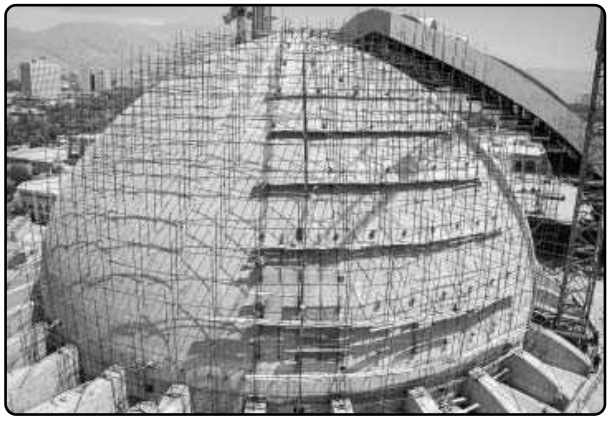
کارفرما: وزارت راه و شهرسازی-سازمان مجری ساختمانها و تاسیسات عمومی و دولتی

مشاور: مهندسین مشاور شرکت مهندسی و مدیریت تخصیص پارس- طراح دکتر سید رسول میرقادری- مهندس فرهاد کشاورزی

پیمانکار: قرارگاه خاتم الانبیاء- هلدینگ راه و شهرسازی موسسه حرا

ایوان مرکزی مصلی امام خمینی تهران دارای گنبد خاصی است که در میان ۷ گنبد مصلی خودنمایی می کند. گلدسته هایی ایوان مرکزی ۲ عدد به ارتفاع ۱۴۰ متر می باشد که در میان ۱۴ گلدسته مصلی مرتفع ترین است.

گنبد ایوان مصلی پوسته ای در ارتفاع ۷۲ متر و با دهانه ۱۱۰ متر است که نوگرایانه و بدیع می باشد ارتفاع نقاب آن نیز ۷۵ متر است. طول متوسط ایوان در کد فوقانی ۱۱۰ متر و در محل پایه ها ۶۲/۵ متر و طول متوسط نقاب شمالی ۲۱ و نقاب جنوبی ۲۸ متر است. سازه گنبد ایوان مرکزی بسیار پیچیده است و بالاجبار از ترکیب مقاطع فولادی و بتنی استفاده شده است و مقاطع فولادی بصورت یک هسته فولادی است که اطراف آنرا بتن مسلح فراگرفته است.



قالب بندی پوسته نیز از پیچیدگی فراوان برخوردار می باشد و یک شرکت خارجی (Doka) در ابتدا مسئولیت تهیه نقشه ها و ارسال قطعات و نصب اولیه را بر عهده گرفت که بعلت تحریم به کار خود ادامه نداد.

ریشه فلزی پایه ها وزنی در حدود ۱۸۰ تا ۱۹۰ تن دارد که برای نصب آنها جرثقیل ۳۶۰ تنی بکار رفته است و از فولاد St۵۲ , St۳۷ در آن استفاده گردیده است و سوراخهای زیاد و گل میخ های فراوان برای اتصال به بتن در آن ایجاد شده است.

بتن مصرفی در شالوده، پایه ها و پوسته از حداکثر اندازه اسمی ۱۲/۵ میلی متر بدلیل فاصله کم میلگردها و مشکلات عبور آنها استفاده شد. جریان اسلامپ بتن ها معمولاً در محدوده ۶۰ تا ۷۰ سانتی متر بود و آزمایش ها حلقه J، شاخص چشمی پایداری، جعبه ها و قیف V و ستونک پایداری برای طرح های مخلوط بتن های خودتراکم بکار گرفته شد. بخشی از بتن ها با پمپ و بقیه با جرثقیل و باکت ریخته شد.

پایه ها در ابعادی بود که آنرا در چارچوب بتن حجیم قرار می داد و نیاز به تمهیدات خاصی داشت. در شرایط آب و هوای مختلف گرم و سرد، عملیات اجرایی با رعایت تدابیر خاص انجام می شد. استفاده از ۴۲۵ کیلو سیمان بهمراه ۷۵ کیلو پوزولان خاش و در مواردی ۴۰۰ کیلو سیمان و ۱۰۰ کیلو پوزولان خاش در دستور کار قرار گرفت و نسبت آب به سیمان بتن ها معمولاً کمتر از ۰/۴۲ بود. آزمایش های مختلف دوام مانند جذب آب نیم ساعته، عمق نفوذ آب و RCPT و مقاومت الکتریکی بر روی بتن‌ها انجام شده است.

از بتن با رده C۳۵ برای پایه ها و پوسته ها و تیرهای جانبی و رده C۵۰ برای نقاب استفاده شد. در طرح مخلوط رده C۵۰ از ۴۷۰ کیلو سیمان و ۸۵ کیلو دوغاب میکروسیلیس بهمراه فوق روان کننده استفاده شده است و نسبت آب به مواد سیمانی در حدود ۰/۳۴ و نسبت آب به سیمان معادل۰/۳۲ بود. با توجه به بکارگیری بتن خودتراکم در پوسته و پایه ها و حتی شالوده، کنترل کیفی جدی در ارتباط با سنگدانه ها و ساخت بتن در جریان بود. مقاومت بتن ها بطور متوسط همواره به مقدار قابل توجهی بالاتر از مقاومت مشخصه بوده است و در این رابطه مشکلی وجود نداشت.

پروژه مجتمع پیش ساخته مسکونی مهرگان قزوین(بصورت طرح و ساخت EPS صنعتی سازی)

کارفرما: وزارت راه و شهرسازی

مشاور: مهندسین مشاور

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

موسسه نوین سازان با توجه به تجربیات قبلی در چارچوب موسسه شهیدرجایی، ساخت مجموعه مسکونی پیش ساخته را بلافاصله پس از تاسیس در سال ۱۴۰۱ شروع کرد. قطعات این ساختمانها با روش دیوار باربر متقاطع بصورت پیش ساخته در کارخانه اجراء شد و پس از حمل در ناحیه شهری مهرگان قزوین اقدام به نصب قطعات دیوارهای باربر متقاطع (Large panel)نمود دالهای مجوف پیش ساخته (Hollow Core Slab) به طول دهانه ۵ تا ۱۳ متر بعنوان سقف نصب گردید.

این پروژه که ۵۰۰۰ واحدی است در ۲۰ کیلومتری قزوین (از سمت تهران) در چارچوب طرح نهضت ملی مسکن بصورت ساختمانهای ۳ طبقه و در هر طبقه ۲ واحد در متراژهای ۷۲و ۷۸و ۸۳ متر مربع (بصورت دوخوابه)

در طی سه ماه از شروع عملیات اجرایی پروژه برای فاز اول، تعدادی از واحدها تکمیل شده و بخش عمده ای از آنها بزودی به اتمام میرسد تا در این رابطه ۱۶۲۰ واحد تکمیل شده در اختیار قرار گیرد.

از رنگ مخصوص بعنوان پوشش روی بتن ها برای ایجاد نمای مطلوب استفاده شده است اما می توان نماهای مختلف و بافت‌های سطحی دیگری را نیز تولید نمود.

این ساختمانها و سیستم سازه ای آن تائیدیه برای تا ۳ طبقه نیز دریافت نموده است. لازم به ذکر است که قطعات پیش ساخته بتنی در کارخانه شهید ولیزاده در تهران (کیلومتر ۱۵ جاده مخصوص کرج) ساخته شده است.

مگاپروژه شهری بزرگراه شهید بروجردی

کارفرما: شهرداری تهران(سازمان مهندسی و عمران شهر تهران)

مشاور: مهندسین مشاور آردام

پیمانکار: قرارگاه خاتم الانبیاء- هلدینگ راه و شهرسازی- موسسه شهید رجایی

برای تامین دسترسی به نقاط مختلف تهران بویژه در منطقه ۱۸ و اتصال بزرگراه ساوه- تهران به بزرگراه یادگار امام، بزرگراه شهید بروجردی در نظر گرفته شده است که عملیات اجرایی آن از سال ۱۳۸۹ آغاز شد اما تا سال ۱۳۹۳ فقط ۶ درصد پیشرفت داشت.(بدلیل وجود معارضین ملکی و تاسیساتی). در این سال پروژه به دو بخش تقسیم شد تا اجرای آن تسریع شود.

در قطعه۱ این پروژه، ۴ دستگاه پل رودخانه کن، یک پل روی ۴۵ متری کن، یک پل بنام شهید میرزایی، یک پل بنام برادران شهید اصغری و یک زیرگذر بنام الغدیر وجود دارد. دیوارهای حائل و سازه های دیگر بهمراه راهسازی به طول ۵ کیلومتر در این قطعه وجود دارد.عرض بزرگراه شهید بروجردی ۷۶ متر است.

قطعه دوم بزرگراه شهید بروجردی به طول تقریبی یک کیلومتر از تقاطع بزرگراه در حال احداث شهید بروجردی با بلوار الغدیر شروع و تا خیابان بهار ادامه دارد.

با توجه به تراز منفی یک محورهای تندرو و به منظور حفظ شیروانی خاکی قطعه دوم بزرگراه شهید بروجردی، ۶۸۸ عدد شمع پیش بینی گردیده است که با اجرای دیوار پیش ساخته بتنی بر روی شمعهای جداره پروژه نماسازی پروژه تکمیل می گردد.

محور تندروهای بزرگراه شهید بروجردی در تراز منفی یک و محورهای کندرو در تراز صفر قرار گرفته است

اهم فعالیت های اجرایی قطعه دوم

۱۴ هزار متربع دیوار پیش ساخته بتنی- ۶۸۸ عدد شمع- ۳۲۰۰ مترمربع دیوار حائل بتنی درجا- ۳۲۵ هزار مترمکعب خاکبرداری- ۷۵ هزار متربع خاکریزی- ۶ هزار تن آرماتوربندی- ۴۲ هزار مترمکعب بتن- ۱۴ هزار متز طول جدولکاری-۲۳۵۰ مترطول اجرای لوله پلی اتیلن

قطعه دوم شامل چهار دستگاه پل می باشد که شامل پل های زیر می باشد:

-پل باغ انگوری بصورت شمالی جنوبی و در محدوده خیابان فاخته قرار دارد- پل FA بصورت غربی شرقی در نزدیکی خیابان بهار قرار دارد-پل FF ترافیک جنوب به شمال خیابان بهار را منتقل می کند.-پل FE ترافیک شمال به جنوب خیابان بهار را منتقل می کند.

البته با توجه به نظر مدیران ارشد شهرداری تهران تغییر در تقاطع خیابان بهار محتمل بوده که این موضوع توسط سازمان مشاور فنی و مهندسی معاونت فنی و عمرانی شهرداری تهران در دست بررسی می باشد

گزارش بیستمین دوره مسابقات ملی دانشجویی روز بتن

بهتاش امیری
دبیر بیستمین دوره مسابقات دانشجویی

بعد از دو سال وقفه و عدم امکان برگزاری روز بتن به صورت حضوری و از دست دادن استاد عزیزم جناب دکتر علی اکبر رمضانیانپور از داوران مسابقات ملی بتن به علت بیماری کرونا در بیستمین سال برگزاری روز بتن به عنوان دبیر مسابقات ملی بتن یکی از ارکان روز بتن که از ابتدا با هدف ارتقاء دانش وارائه توانایی های نظری و ایجاد انگیزه های جدید برای کسب علم در بین دانشجویان شروع به کار نمود، به خود می بالم که در همین مکتب رشد یافتم و رقبای سابق در مسابقات دیروز، از مدیران، پژوهشگران و اساتید امروز داخل و خارج از کشور می باشند و این نمایانگر آن است که انجمن در این زمینه کار خود را به درستی انجام داده است.

نقل قول معروف استاد فرهیخته دکتر مهدی قالیبافیان که یادشان در اذهان ماندگار است که می فرماید، بتن آمیخته ای از سنگدانه، سیمان، آب و کمی شعور است را به خاطر داریم و در حوادثی چون متروپل و زلزله کرمانشاه این کمبود چاشنی شعور به صورت عینی خود را نمایان نمود و جان بسیاری از هم میهنان عزیزمان را گرفت.

هم اکنون متوجه می شوم چرا استاد گرانقدر جناب دکتر هرمز فامیلی که سنگ بنای این انجمن را در کنار دیگر اساتید و بزرگان بعنوان موسس نهاد، این همه به دانشجویان توجه ویژه و پررنگتری داشتند. زیرا این مسابقات باعث بالا رفتن شعور و نگرش مهندسی بتن و درک بهتری از این موجود زنده می‌گردد.

حال که باتجربه ای بیست ساله قدم در راه و شروع دهه سوم فعالیت انجمن بتن ایران می گذاریم، امیدوارم این مسابقات باعث نزدیکی و شناخت بهتر بتن گردیده تا پرمصرفترین ماده ساخت شده به دست بشر بهتر از قبل تولید و استفاده گردد.

نتایج بیستمین دوره مسابقات دانشجویی روز بتن- سال ۱۴۰۱

مسابقه پایان نامه و پوستر برتر دانشجویی در سطح کارشناسی ارشد

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

استاد راهنما: دکتر بابک احمدی- مهندس سعید خالویی

عنوان پایان نامه: اثر همزمان شیشه های دور ریز و زئولیت بر خواص بتن خودتراکم

مقام دوم: دانشگاه صنعتی شریف

استاد راهنما: دکترعلیرضا خالو- مهندس محمد طبیعی

عنوان پایان نامه: مطالعه اثر تاخیر برشی بر دیوار های برشی بتن آرمه غیر مستطیلی

مقام سوم: دانشگاه زنجان

استادان راهنما: دکترحسن طاهرخانی و دکتر بابک احمدی مهندس علی ذوالقدری

عنوان پایان نامه: امکان سنجی استفاده از زئولیت در رویه بتنی خودتراکم

شایسته تقدیر

دانشگاه خوارزمی

خانم مهندس مهتاب مردانی

استاد: دکتر سید حسین حسینی لواسانی

عنوان پایان نامه:

ساخت و ارزیابی توانایی سنجش تنش وکرنش کامپوزیت سیمانی حاوی لوله های کربنی (CNT)

مسابقه بتن پرمقاومت

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی قم

استاد راهنما: مهندس محمدرضا حسنی،محمدبخشی، سیدعبدالرضا دهقانی علمی، محمدمهدی کاظم‌زاده

مقام دوم: دانشگاه سراسری شهرکرد

استاد راهنما: دکتررسول عالی پور- امیر ظهرابی، رضا محمودی گهروئی

مقام سوم: موسسه آموزش عالی صدر المتالهین (صدرا)

استاد راهنما: دکتر حمیدرضا احمدیان

محمد امین بهمن آبادی، بابک نیکو جمال، محمد مهدی استوان

شایسته تقدیر: موسسه آموزش عالی آل طه

استاد راهنما: مهندس محمد مهدی خداویردی زنجانی،سحر شمشیرزن، لیلا موسوی، نیلوفر پرکاریزدی، مهرناز صفری

مسابقه تیر سبک خمشی

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

استاد راهنما: دکتر علیرضا ناصری

سعید تقی زاده، میلاد شبانی، سیدمصطفی موسوی، احسان اقدم شهریار

مقام دوم: دانشگاه آزاداسلامی اراک

استاد راهنما: مهندس ایمان میرزایی مقدم

امیرحسین حامدی، امیرحسین قاسمی، سینا حیدری، احمدرضا فراهانی

مقام سوم: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

استاد راهنما: مهندس سید محمدرضا حسنی، مهدی عرب بافرانی، هدیه سادات هاشمی پور

مسابقه سازه محافظ تخم مرغ(EPD)

مقام اول: دانشگاه آزاد اسلامی زنجان

استاد راهنما: دکتر حسین پروین ثانی، عماد میرزا خانلو، پرویز باباخانی، ابوالفضل افضلی

مقام دوم: دانشگاه آزاد اسلامی صفا دشت

استاد راهنما: دکتر داود پوریان- نگین مرندی

مقام سوم: دانشگاه سراسری زنجان

استاد راهنما: دکترحمید رحمانی

خانم بهاره مقدم، نگار زینعلی

مسابقه بتن سبک دانشجویی با چگالی و مقاومت هدفمند دانشجویی

مقام اول: دانشگاه آزاداسلامی واحد اراک

استاد راهنما: مهندس ایمان میرزائی مقدم، سجاد رحیمی، اسماعیل گازرانی، امیرحسین حامدی

مقام دوم: دانشگاه سراسری قم

استاد راهنما: دکتر مهدی شریفی،محمدجواد برزگر

مقام سوم: دانشگاه امام علی یزد

استاد راهنما: مهندس میلاد زینلی، محمد سعید دهقان، صالح حسینی، محمد حسین امیری

شایسته تقدیر: دانشگاه آزاد اسلامی اراک

استاد راهنما: مهندس محمد صادق عباسی فر، مهدیه کریمی، پدرام عسگری، احمدرضا فراهانی

شایسته تقدیر: دانشگاه آزاد اسلامی اراک

استاد راهنما: مهندس ایمان میرزایی مقدم، مهدی کریمی، سینا حیدری، امیرحسین قاسمی

شایسته تقدیر: دانشگاه آزاداسلامی اراک

استاد راهنما: مهندس ایمان میرزایی مقدم، زهرا پیربداقی، فاطمه کاظمی، فاطمه بهرامی مهر

گزارش مسابقات ملی بتن، ویژه اعضای حقوقی انجمن بتن ایران

محمدعلی قنبری

دبیر مسابقات حقوقی انجمن بتن

موسسه نوین سازان یکی از زیرمجموعه های قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء است که در زمینه صنعتی سازی ساختمان های پیش ساخته بتنی فعالیت می کند. در سالهای اخیر این موسسه به عنوان یک عضو حقوقی با انجمن بتن ایران همکاری های گوناگونی داشته و در سال جاری برای پنجمین سال پیاپی اقدام به برگزاری مسابقات عملی بتن ویژه اعضاء حقوقی انجمن نموده است.

برای مسابقات این دوره، در دو بخش بتن خودتراکم هدفمند و بتن سبک هدفمند با لیکا، به ترتیب ۲۰ و ۱۳ تیم ثبت نام کردند. این تعداد شرکت کننده در تاریخ برگزاری مسابقات بی سابقه است. با همکاری انجمن بتن ایران و حمایت های مدیرعامل محترم موسسه نوین سازان، سالن مسابقات در کارخانه تولید قطعات بتنی شهید ولیزاده آماده برگزاری شده و تیم های شرکت کننده در تاریخ ۱۰ شهریور ماه با حضور در محل مسابقه، اقدام به ساخت بتن و انجام آزمون های اولیه نمودند. سپس تیم ها در تاریخ ۹ مهرماه و در حضور داوران انجمن آزمون های نهایی را انجام داده و بر اساس فرمول محاسبه امتیازها که در آیین نامه ذکر شده است، تیم های برتر مشخص شدند.

مطابق سال های گذشته و در مراسم اختتامیه همایش بتن، تیم های برتر در مسابقات عملی ویژه اعضاء حقوقی معرفی شده و جوایز خود را دریافت نمودند.

مسابقه بتن سبک هدفمند لیکا، با رویکرد اقتصادی و توسعه پایدار

مقام اول: شرکت سنگ شکن غرب

جواد چگینی، داود قلعه نوعی، فرزاد قدیری

مقام دوم: شرکت مهد بتن پارس شهر تهران

محمدعلی دمیرچی، مدرس بالاوندی، محمد نوری حسینی، عیسی عمورضایی

مقام سوم: شرکت فهاب بتن

امیرهمایون ثابتی مطلق، محمدجواد محمدی، محسن فرخی، ابوالفضل وثوقی

مقام شایسته تقدیر: پروژه مترو اسلامشهر (حرا)

محسن فدائی، علی صفرزاده، محمدرجبی، فرشاد علیپور

مسابقه بتن خودتراکم هدفمند، با رویکرد اقتصادی و توسعه پایدار

مقام اول: شرکت سیمان نیزار قم

مهدی ساکی، مجید لک، عبدالهادی وثوقی، حسین صادقی

مقام دوم: شرکت سنگ شکن غرب

جواد چگینی، داود قلعه نوعی، فرزاد قدیری

مقام سوم: پروژه مترو قم (حرا)

حامد الوند، احمد باقری، سعید چگینی، سیدحسین فروزانی

مقام شایسته تقدیر: شرکت بنیادبتن اصفهان

امیر ظهرابی، رسول معصومی، محمد کازرونی، احسان حاجیان

قطعنامه بیستمین همایش روز بتن با محوریت

" بیست سال ترویج و ارتقاء دانش فنی بتن با محوریت بتن و توسعه پایدار "

بیستمین همایش روز بتن به حول و قوه الهی، از تاریخ ۱۶ تا ۲۰ مهرماه سال ۱۴۰۱ با شعار "بیست سال ترویج و ارتقاء دانش فنی بتن با محوریت بتن و توسعه پایدار" در محل مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی توسط انجمن بتن ایران بصورت حضوری برگزار گردید.

همزمان مسابقات ملی بتن کشور در سطوح دانشجویی و صنعت بتن نیز اجرا شد. در خلال ۵ روز برگزاری این رویداد بزرگ مهندسی عمران کشور، کلیه ارکان تولید و اجرای بتن و اجزاء آن گرد هم آمده و طی سخنرانیهای تخصصی، کارگاههای آموزشی تئوری و عملی، نمایشگاه جانبی و میزگرد تخصصی و حرفه ای برای تدوین نقشه راه به منظور ارتقاء تعامل بین ارکان تولید و اجرای بتن، به بحث و تبادل نظر پرداختند. اهم موارد مطروحه و دستاوردهای مورد توافق همه دست اندرکاران صنعت ساخت و ساز کشور که در این رویداد سترگ ملی مورد بحث و مطالعه همه جانبه قرار گرفت، به شرح زیر می باشد:

۱- رکن اساسی در اتقاء کیفی و کمی بتن در ساخت و ساز شهری و زیر ساختهای عمرانی، توسعه آموزشهای کاربردی و هدفمند دانشجویان، مهندسان، مجریان و همه دست اندرکاران این حوزه می باشد. مقرر شد انجمن بتن ایران بعنوان یکی از بزرگترین تشکلهای علمی و فنی کشور، متولی برگزاری جلسات هم اندیشی، سیاستگذاری و برنامه ریزی با سایر انجمن های ذیربط و دستگاههای اجرائی برای تحقق اهداف میان مدت و دراز مدت این آموزش همه جانبه باشد.

۲- نظر به حضور موثر و گسترده هلدینگهای بزرگ تولید و تامین سیمان کشور در همایش امسال و اعلام توانمندیهای فنی و اجرایی ایشان در تولید و عرضه سیمانهای آمیخته، مقرر گردید انجمن بتن ایران با همکاری دستگاههای اجرایی، تولیدکنندگان سیمان و بتن آماده کشور، قوانین مشوق و الزام آوری را که سبب تسهیل و رفع موانع توسعه بازارهای مصرف سیمانهای آمیخته به ویژه در ساخت و سازهای شهری می شود، تدوین و برای اجرا در اختیار ذیربطان و قانون گذاران قرار دهد. بلاشک مصرف این نوع از سیمانها علاوه بر کاهش مصرف انرژی و آلاینده های محیط زیست، در کاهش بهای تمام شده بتن و افزایش دوام سازه ها و در نهایت نیل به اهداف توسعه پایدار، نقش بسیار موثرو تعیین کننده ای خواهد داشت . بنابراین شناخت و مصرف صحیح سیمانهای آمیخته نیازمند آموزش و همچنین اصلاح قوانین مربوطه می باشد.

۳- دستیابی به بتن های توانمند در دهه های اخیر مرهون توسعه و مصرف افزودنیهای شیمیایی بتن در کل دنیا می باشد. توجه به این مهم اگرچه در دو دهه اخیر با تلاشهای موثر و متمرکز این انجمن همراه با توفیقاتی بوده است، اما در مقایسه با میزان مصرف در سایر کشورها، فاصله زیادی را شاهد هستیم. مسلماً توسعه مصرف سیمانهای آمیخته و ساخت بتن های باکیفیت، بدون بکارگیری افزودنیهای شیمیایی، قابل دستیابی نخواهد بود. اعلام آمادگی انجمن های صنفی تولید کنندگان مواد شیمیایی ساختمان در تدوین و

ترویج استانداردها و آموزشهای کاربردی و با بکارگیری امکانات و پتانسیلهای بسیار بالای این صنعت با همکاری انجمن بتن ایران مورد تاکید و توافق قرار گرفت.

۴- نظر به حجم قابل توجه مصرف بتن آماده در ساخت و ساز کشور، قطعاً بتن آماده یکی از کالاهای استراتژیک، پر مصرف و تعیین کننده در اقتصاد کلان کشور می باشد. لذا ارتقاء کیفیت ساخت، حمل و اجرای آن اهمیت بسیار بالایی دارد. به این منظور مقرر شد کانون و انجمنهای صنفی تولید کنندگان بتن آماده کشور با همکاری انجمن بتن ایران، سازمان ملی استاندارد و شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی ساختمان چرخه تولید و مصرف بتن آماده را توانمند سازی و ساماندهی نمایند. این امر مستلزم تشکیل کارگروههای مشترک با ارکان فوق و برنامه ریزی چند جانبه و منسجم می باشد.

۵- نقش ماشین آلات، تجهیزات و ناوگان تولید، حمل و انتقال بتن، در کیفیت اجرای سازه‌ها انکار ناپذیر است. در جهت تطبیق هرچه بیشتر فناوری ماشین آلات فوق الذکر با معیارهای روز دنیا، نیازمند بهسازی و سرمایه گذاری متناسب و توسعه متوازن در کل کشور خواهد بود. مقرر شد انجمن بتن ایران جهت آسیب شناسی کمبودهای این حوزه، هماهنگی و ارائه راهکارهای عملی را در دستور کار خود قرار داده و نتایج آنرا جهت تصمیم گیری مراجع ذیربط اجرایی و قانون گذاری تدوین نماید.

۶- با توجه به نقش تعیین کننده دستورالعملهای انجام آزمایشگاهی و کنترل کیفیت بتن در تضمین کیفیت بتن مصرفی در پروژه های شهری و عمرانی، مقرر گردید تا با همکاری سازمانها و مجموعه های مربوطه، دستورالعملهای کنترل کیفیت بتن و اجرای آن بر اساس استانداردهای ملی و بین المللی همسان سازی گردد.

۷- با توجه به اینکه یکی از مشکلات در تامین کیفیت مناسب بتن، دسترسی به مصالح سنگی مطلوب و مطابق استاندارد می باشد، لذا مقرر گردید انجمن بتن ایران با همکاری کمیته مصالح ساختمانی خانه معدن ایران، نقشه راه تولید مصالح مطلوب و تدوین اطلس سنگدانه در کل کشور را در دستور کار قرار دهد.

۸- با توجه به اینکه دستیابی به اهداف فوق الذکر نیازمند تدوین و بازنگری قوانین، آیین نامه ها و استانداردها و هماهنگی میان ارکانهای مرتبط می باشد، مقرر گردید که انجمن بتن ایران اقدام به برگزاری جلسات منظم میان این ارکانها و تشکیل کارگروه های فنی و اجرایی نماید

۹- حضور موثر صاحب منصبان عالی رتبه سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور و وزارت صنعت در همایش می تواند نوید بخش ایفای نقش موثرتر این دو نهاد در ارتقاء کیفیت بتن در ابعاد متفاوت باشد و انجمن بتن ایران در ادامه تلاش خواهد نمود در انجام وظایف خود و حل مشکلات موجود در ارتقاء کیفیت بتن از ظرفیت های بی بدیل این نهادها حداکثر استفاده را بنماید.

20
20

Daris

CAPCO

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.

ملیکا آذرمینا
شماره عضویت:۸۳۰۰

سارا افتخارافضلی
شماره عضویت:۸۳۰۸

احسان صحرائی
شماره عضویت:۸۳۰۹

احسان مرادی مقدم
شماره عضویت:۸۳۱۰

بهروز موحدیان
شماره عضویت:۸۳۱۱

محمدرضا ضیغمی
شماره عضویت:۸۳۱۲

اسما محمدی انباردان
شماره عضویت:۸۳۱۳

بهرام مهرپورشیجانی
شماره عضویت:۸۳۱۴

رضا حاجی شرفی
شماره عضویت:۸۳۱۵

علی معماری
شماره عضویت:۸۳۱۶

فرشید نژادستاری
شماره عضویت:۸۳۱۷

سمیرا سلطانلو
شماره عضویت:۸۳۱۸

محمدرضا ولی پور
شماره عضویت:۸۳۲۱

مهدی صابرصالحی
شماره عضویت:۸۳۲۳

هادی اکبرزاده
شماره عضویت:۸۳۲۴

احمد صالحی
شماره عضویت:۸۳۲۵

علی اکبر فرخی
شماره عضویت: ۸۳۲۶

رسول مهدی نیا
شماره عضویت: ۸۳۳۰

حامد منصورسیف آباد
شماره عضویت: ۸۳۳۱

امامیان علیرضا
شماره عضویت: ۸۳۳۲

سعید پاپی الواری
شماره عضویت: ۸۳۳۳

محمدجواد نیکنام
شماره عضویت: ۸۳۳۴

مجتبی پروار
شماره عضویت: ۸۳۳۵

بابک اشتری
شماره عضویت: ۸۳۳۶

ایرج کریمی
شماره عضویت: ۸۳۳۷

رضا رحمتی
شماره عضویت: ۸۳۳۸

محمد زندبابارئیسی
شماره عضویت: ۸۳۳۹

سجاد امین
شماره عضویت: ۸۳۴۰

سیدکاظم سیفی
شماره عضویت: ۸۳۴۱

نعمت قاسمی
شماره عضویت: ۸۳۴۲

علیرضا طریقت پیما
شماره عضویت: ۸۳۴۶

محمدرضا آریافر
شماره عضویت: ۸۳۴۷

رضا عبدی راد
شماره عضویت: ۸۳۴۸

زانیار بهمنی
شماره عضویت: ۸۳۴۹

حسن صائمی
شماره عضویت: ۸۳۵۰

آرش خباز
شماره عضویت: ۸۳۵۱

جاوید رضائیان
شماره عضویت: ۸۳۵۲

حسین قربانیان
شماره عضویت: ۸۳۵۳

آرش جلیلوند
شماره عضویت: ۸۳۶۳

رضا اسدی پریخانی
شماره عضویت: ۸۳۶۴