

صاحب امتیاز: انجمن علمی بتن ایران

مدیر مسئول: دکتر علیرضا باقری

مسئول کمیته نشر و سردبیر: دکتر سید حسام مدنی

زیر نظر هیات مدیره (بر اساس حروف الفبا):

بابک امین نژاد، علیرضا باقری، محسن تدین، مهدی چینی، موسی کلهری، سیدحسین حسینی لواسانی، سیدحسام مدنی

همکاران این شماره (بر اساس حروف الفبا):

بابک احمدی، محسن تدین، مهدی چینی، پرویز قدوسی، شاپور طاحونی، مجتبی لزگی، سید حسام مدنی، مهدی نعمتی چاری

مدیر اجرایی: عزیزالله بریجانی

امور اداری: مهدی حق گوئی، عذرا خدادادیان، مریم مویدی

نشانی دفتر نشریه:

تهران- بزرگراه جلال ال احمد- شهرآرا- خیابان آرش مهر- بلوار غربی- پلاک ۱۳ طبقه ۱- کد پستی ۱۰ رقمی :

تلفن : ۸۸۲۳۰۵۸۵-۸ فاکس : ۸۸۲۷۰۰۵۹ ۱۴۴۵۸۴۳۴۶۴

نشانی اینترنتی انجمن: [www.concretesociety.ir](http://www.concretesociety.ir)

## سخنی با خوانندگان

بدینوسیله چهارمین شماره خبرنامه انجمن علمی بتن ایران در اختیار اعضای محترم انجمن و جامعه مهندسی قرار می‌گیرد. همچون شماره‌های پیشین، تمرکز این شماره نیز بر مصاحبه با صاحب‌نظران صنعت بتن با هدف آشنایی خوانندگان با تفکر ایشان و سیاست‌گذاری‌های روز جامعه در این زمینه بوده است. در دو مصاحبه آقایان دکتر احمدی و دکتر نعمتی وضعیت فعلی کارخانه‌های بتن آماده را مورد بررسی قرار داده‌اند، تمهیدات بتن ریزی در هوای سرد و توصیه‌ها در این زمینه توسط آقای دکتر تدین بیان شده است و مباحث در مورد فن‌آوری‌های نوین بتن توسط آقایان دکتر قدوسی، لزگی و مدنی ارائه گردیده است. همچنین یک بیوگرافی از جناب آقای مهندس طاحونی که نقش انکارناپذیر در توسعه علمی و فنی جامعه عمرانی کشور داشته‌اند، ارائه شده است. از کلیه دست‌اندرکاران صنعت بتن دعوت می‌گردد تا مطالب ارزشمند و خبرهای مهم و تاثیرگذار در جامعه بتن را در سطح جهانی یا ملی به دفتر مجله ارسال فرمایند تا پس از بررسی توسط هیئت تحریریه خبرنامه امکان انتشار یابند.

با آرزوی توفیق الهی  
هیئت مدیره انجمن علمی بتن ایران

این شماره خبرنامه:

تولید و کاربرد بتن خودتراکم شونده در ایران

پروفسور پرویز قدوسی- عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت

تمهیدات بتن‌ریزی در هوای سرد

دکتر محسن تدین - رئیس انجمن بتن ایران

مهندس شاپور طاحونی، بیوگرافی و اندیشه

مهندس شاپور طاحونی- عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

ارتقاء کیفیت کارخانه‌های بتن آماده

دکتر بابک احمدی- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بتن ژئوپلیمری، از اهرام مصر تا هزاره حاضر

دکتر سید حسام مدنی- عضو هیئت مدیره انجمن علمی بتن ایران

پیزوالکتریک‌ها، یک فناوری پیشرفته برای توسعه هوشمند سازه

دکتر مجتبی لزگی - عضو هیئت علمی دانشگاه حکیم سبزواری

بهبود کیفی صنعت بتن آماده، چه وقتی، با چه ابزاری و چگونه؟

دکتر مهدی نعمتی چاری - عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش از دوازدهمین کنفرانس ملی بتن و شانزدهمین همایش روز بتن

دکتر مهدی چینی - عضو هیئت مدیره انجمن علمی بتن ایران

## تولید و کاربرد بتن خود متراکم شونده در ایران



**پروفسور پرویز قدوسی**  
**عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت**

جناب دکتر پرویز قدوسی از اساتید شناخته شده و تاثیرگذار کشور در زمینه تکنولوژی و دوام بتن هستند. ایشان مدرک کارشناسی را با رتبه اول و درجه ممتاز در رشته مهندسی عمران از دانشگاه بنگالور هند اخذ نموده‌اند. در ماه اول دفاع مقدس به ایران بازگشته و به مدت ۸ سال در پست‌های مدیریتی مانند معاون اجرایی سازمان جنگ زدگان در استان مرکزی مشغول به فعالیت شده‌اند. از دیگر کارهای اجرایی ایشان در آن دوران می‌توان به مسئولیت نظارت بر اجرای مسیر زاهدان به میرجاوه و کنترل محاسبات شرکت گاز و وزارت نفت اشاره نمود. وی در مدت فعالیت در وزارت نفت، مسئولیت طراحی و اجرای پناهگاه‌ها در تمام تاسیسات نفتی و همچنین ارزیابی آسیب‌های ناشی از جنگ تحمیلی به عنوان عضو ستاد پدافند غیرعامل در زمان دفاع مقدس را عهده‌دار بوده‌اند. پس از ۸ سال فعالیت در سمت‌های مختلف اجرایی، جناب دکتر قدوسی از طرف وزارت محترم علوم جهت ادامه تحصیل به دانشگاه لیدز انگلستان اعزام شدند و پس از کسب مدرک کارشناسی ارشد در گرایش ساخت به ایران بازگشته و به مدت یک سال در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی فعالیت نموده‌اند. مجدداً برای کسب مدرک دکتری از طرف وزارت علوم به دانشگاه لیدز انگلستان اعزام و پس از اخذ مدرک در سال ۱۳۷۲ به ایران بازگشتند. شایان ذکر است جناب

دکتر قدوسی در مدت یک سال قبل از اخذ مدرک دکتری و پس از آن، در تاسیس و توسعه بخش فناوری بتن در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی همراه با آقای دکتر رضانیان پور، سرکار خانم دکتر پرهیزکار، آقای دکتر باقری و آقای دکتر گنجیان نقش داشته‌اند.

از سال ۱۳۷۳ به عنوان عضو هیئت علمی در دانشگاه علم و صنعت ایران فعالیت خویش را آغاز نموده‌اند و در حال حاضر با رتبه استادی در بخش عمران این دانشگاه مشغول هستند. جناب دکتر قدوسی در سال ۱۳۸۶ برای فرصت مطالعاتی به مدت ۶ ماه به دانشگاه شریروک در کشور کانادا اعزام شدند و با نامدارترین اساتید در زمینه بتن خودتراکم به ویژه پروفسور کمال خیاط فعالیت‌های تحقیقاتی مشترک انجام دادند. در آن زمان آشنایی اندکی با بتن خودتراکم در ایران وجود داشت که به سبب فعالیت‌های جناب دکتر قدوسی و سایر اساتید بنام ایران امکان توسعه این نوع بتن و اجرای پروژه‌های متعدد فراهم گردید.

#### ۱- تاریخچه بتن خودتراکم در سطح جهان

برای اولین بار در سال ۱۹۸۹ توسط Ozawa و Maekawa تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام گردید. در سال ۱۹۸۹ پژوهشگران Ouchi و Okamura نام بتن خودتراکم با عملکرد بالا را پیشنهاد دادند. اما در سال ۱۹۸۹ مقاله‌هایی در ژاپن تحت عناوین جاری شونده در حد بالا (highly-fluidised) و خودپخش شونده (self-placeable) منتشر شدند. در سال ۱۹۹۵، اولین مقاله تحت عنوان بتن خودتراکم (self-compacting concrete) به چاپ رسید. اولین دستورالعمل کاربرد بتن خودتراکم در ژاپن توسط انجمن مهندسی عمران ژاپن منتشر شد.

واژه بتن خود تحکیم (self-consolidating concrete) ظاهراً در سال ۲۰۰۲ توسط خیاط (Khayat) مطرح شد. بنابراین در آمریکای شمالی به بتن خود تحکیم و در اروپا به نام بتن خودتراکم موسوم است. در کشورمان در سال ۱۳۸۶ در جلسه‌ای در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی نام بتن خودتراکم و انتخاب گردید.

اولین تحقیقات گسترده در سال ۱۹۹۳ در سوئد با همکاری پژوهشگران ژاپن برای پروژه‌های عمرانی به خصوص خانه‌سازی آغاز شد. از سال ۱۹۹۵ استفاده از بتن خودتراکم در اروپا و دیگر کشورها گسترش یافت.

#### ۲- تفاوت بتن خودتراکم و بتن معمولی

عمده تفاوت بتن خودتراکم با بتن معمولی، در جاری شدن بتن خودتراکم در قالب بدون نیاز به استفاده از لرزاننده است. شاید ظاهر این تفاوت چندان مهم به نظر نیاید، اما عدم نیاز به تراکم منجر به یکپارچه عمل کردن عضو بتنی، امکان بتن ریزی در قالب با تراکم زیاد میلگرد ها و سرعت زیاد ساخته می شود. این خصوصیات در بهبود کیفیت بتن و عملکرد سازه ای اهمیت بسزایی دارند.

خاصیت جاری شدن بتن خودتراکم به دلیل استفاده از پودر سنگ و یا استفاده از ماده شیمیایی اصلاح کننده ویسکوزیته و یا استفاده ترکیبی از پودر سنگ و ماده اصلاح کننده ویسکوزیته یا گرانروی در مخلوط بتن است. در کشور ما به دلیل گران بودن ماده اصلاح کننده گرانروی در اکثر مخلوط های بتن از پودر سنگ آهکی استفاده می شود.

همچنین خاصیت جاری شدن بتن خودتراکم باعث می شود که رفتار رئولوژی در مقایسه با بتن معمولی از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد. به عبارت دیگر در بتن خودتراکم بررسی خواص رئولوژی در رفتار مخلوط بتن خودتراکم و در بتن خودتراکم سخت شده اجتناب ناپذیر است. خواص رئولوژی شامل تنش جاری استاتیک (Static yield stress)، تنش جاری دینامیک (Dynamic yield stress)، گرانروی پلاستیک (Plastic viscosity)، و تغلیظ پذیری (Thixotropy) است.

از خواص رئولوژی بتن خودتراکم، معمولاً دو پارامتر تنش جاری و گرانروی پلاستیک به صورت نمودار ترسیم می گردد. تنش جاری استاتیک که حداقل تنش برشی برای شروع جریان از حالت استراحت است، و گرانروی پلاستیک که برای چسبندگی و حفظ انسجام مخلوط اهمیت دارد، در واقع مقاومت در مقابل جاری شدن است. انتخاب مقادیر تنش جاری و گرانروی پلاستیک بستگی به ابعاد عضو بتنی بلکه به نوع عضو بتنی مانند عضو عمودی مانند دیوار و یا افقی مانند دال بستگی دارد. از طرف دیگر مقادیر تنش جاری و گرانروی تابع نوع و مقدار مصالح مصرفی در ساخت بتن خودتراکم است. به همین دلیل است که در کشورها از مقادیر تنش جاری و گرانروی متفاوت استفاده می کنند. در ژاپن مخلوط ها از تنش جاری کمتر از ۲۰ پاسکال و گرانروی تا ۱۱۰ پاسکال-ثانیه برخوردارند. در حالی که در اروپا مخلوط ها بین ۲۰ تا ۴۰ پاسکال و گرانروی حدود ۲۰ تا ۶۰ پاسکال-ثانیه استفاده می شود. مخلوط هایی که در ایران استفاده می شوند معمولاً مشابه مخلوط ها در اروپا است. هرچه تنش جاری کمتر و گرانروی بیشتر باشد، به این مفهوم است که مخلوط بتن به آسانی جاری می شود، اما انسجام مخلوط حفظ می گردد. معمولاً تنش جاری و گرانروی بتن معمولی به ترتیب بیشتر از ۸۰ پاسکال و کمتر از ۲۰ پاسکال-ثانیه است.

اما برای اندازه گیری پارامترهای رئولوژی بتن خودتراکم نیاز به دستگاه رئومتر است، که ساخت و یا تهیه دستگاه گران است و همچنین استفاده از دستگاه نیاز به تخصص دارد. برای اولین بار در ایران دستگاه رئومتر توسط اینجانب و آقای دکتر شیرزادی جاوید طراحی و ساخته و ثبت اختراع شده است. اما خوشبختانه می توان رفتار بتن خودتراکم مانند قابلیت پرشدگی، قابلیت عبور کردن و مقاومت جداشدگی را با آزمایش های ساده مانند قیف V، اسلامپ جاری، حلقه J و جعبه L، اندازه گیری کرد و نیاز به دستگاه رئومتر نیست. اما به طور مسلم استفاده از رئومتر در بررسی عملکرد و رفتار مخلوط بتن دقیق تر از آزمایش های معمول است. امید است انشالله استفاده از رئومتر در سطح گسترده به خصوص در کارگاه های ساخت و کارخانه های بتن آماده رایج شود.

### ۳- استاندارد ها و دستورالعمل ها در سطح ملی

ذکر این نکته مهم است که تاکنون چهار سمینار ملی بتن خودتراکم برگزار شده است که اولین سمینار توسط آقای دکتر شکرچی زاده در دانشگاه تهران برگزار شد. چهارمین سمینار در سال ۱۳۹۱ در مرکز راه، مسکن و شهرسازی با همکاری انجمن بتن ایران و دانشگاه علم و صنعت ایران با دبیری علمی اینجانب برگزار گردید.

در سال ۱۳۹۳ دو جلد بتن خودتراکم در مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی منتشر شد که یک جلد دانش بتن خودتراکم و جلد دیگر دستورالعمل بتن خودتراکم است. تمام نسخ در مدت کوتاه به اتمام رسید. در تدوین این دو جلد اینجانب، همراه با اساتید برجسته آقای دکتر

رضایان پور، آقای دکتر شکرچی زاده، آقای دکتر تدین، سرکار خانم دکتر پرهیزکار، آقای دکتر شیرزادی جاوید و مهندس رئیس قاسمی همکاری داشته‌ام.

سازمان ملی استاندارد ایران نیز در چندین استاندارد، بتن خودتراکم را پوشش داده است. در آیین نامه بتن ایران (آبا) به طور خلاصه به بتن خودتراکم اختصاص یافته است، اما با هدایت مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، یک جلد مستقل از ملحقات آبا به بتن خودتراکم تخصیص یافته است که انشالله تا چند ماه دیگر آماده می‌شود.

### ۳- پروژه های ملی

در سال های اخیر استفاده از بتن خودتراکم گسترش در کشورمان داشته است. در بسیاری از پروژه های ملی مانند پل طبقاتی شهید صدر در ساخت قطعات پیش ساخته و بتن درجا از بتن خودتراکم استفاده شده است. گسترش این نوع بتن در حدی است که در بسیاری از کارخانه های بتن آماده از بتن خودتراکم بهره می‌گیرند. حتی در ساخت بسیاری ساختمان‌های مسکونی شخصی از بتن خودتراکم استفاده می‌شود. بسیاری از پل ها با بتن خودتراکم ساخته شده اند. خوشبختانه گسترش بتن خودتراکم در کشورمان در حدی است که فقط نام بردن از یک یا چند پروژه حق مطلب را بیان نمی‌کند. اما به نظر من به جا ماندنی ترین و مهم ترین پروژه از نظر فنی بسیار حائز اهمیت است، پل طبقاتی شهید صدر است.

### ۴- تفاوت بتن خودتراکم و بتن معمولی از نظر دوام و رفتار سازه ای

تفاوت بتن خودتراکم بتن معمولی به تفسیر در بند ۳ شرح داده شده است. اما تحقیقات گسترده در جهان و در کشورمان نشان می‌دهد که دوام بتن خودتراکم بر رفتار سازه های بتن خودتراکم در حد بتن معمولی است و در بسیاری از موارد حتی بهبود دوام و رفتار سازه های بتن خودتراکم در مقایسه با بتن معمولی حاصل شده است.

### ۵- توان تولید بتن خودتراکم در ایران

فناوری بتن خودتراکم در کشورمان کاملاً فراهم است. هیچ گونه مشکلی در تولید بتن خودتراکم از نوع پودری وجود ندارد، فقط تولید ماده شیمیایی اصلاح کننده گرانروی شاید نیاز به پژوهش و زمان بیشتری دارد. زیرا تهیه این ماده و واردات آن هزینه ساخت بتن خودتراکم را افزایش می‌دهد. اما نکته مهم این است که با کمی تغییر در نوع و مقدار پودر سنگ تغییر بسیاری در پارامترهای رئولوژی مخلوط بتن ایجاد می‌شود. ترکیب مواد سیمانی مکمل مانند میکروسیلیس یا زئولیت با پودر سنگ حساسیت رئولوژی مخلوط بتن را افزایش می‌دهد. از طرفی مقدار نرمی پودر سنگ (ریزی یا درشتی ذرات پودر) تاثیر بسزایی در مخلوط بتن خودتراکم دارد. بنابراین طرح مخلوط مناسب بتن خودتراکم با توجه به نوع و مقدار مصالح و موادمصرفی نیاز به دقت زیادی دارد. داشتن دانش و مهارت در ساخت بتن خودتراکم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نمی‌توان صرف داشتن دانش بتن معمولی به ساخت موفق بتن خودتراکم دست یافت. خوشبختانه دستورالعمل ها و استانداردهای موجود در کشور می‌تواند دانش و مهارت مورد نیاز برای طراحی و ساخت بتن خودتراکم در حد مطلوب را فراهم کند. از طرف دیگر تاکنون

بیش از ۵۰۰ پایان نامه و کارشناسی ارشد و تز دکتری در دانشگاه های کشورمان در زمینه های متفاوت بتن خود تراکم انجام شده است. این روند به این مفهوم است که بسیاری از فارغ التحصیلان متخصص بتن خودتراکم هستند که در بهبود کیفیت این نوع بتن در صنعت ساخت کشورمان نقش اساسی ایفا می کنند.

#### ۶- تعامل دانشگاه با صنعت

تاکنون تعامل دانشگاه ها با صنعت ساخت در زمینه بتن خودتراکم بسیار خوب بوده است و بسیاری از یافته ها در دانشگاه ها به صنعت منتقل شده است. اما همیشه شرایط تعامل بیشتر فراهم است. هیچگاه تحقیقات در هیچ زمینه ای متوقف نمی شود، بنابراین با کسب یافته های بیشتر در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی به خصوص مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تعامل بیشتری با صنعت نیاز است. همچنین انجمن علمی بتن می تواند در انتقال دانش به صنعت نقش اساسی ایفا کند. از طرف دیگر انتقال چالش ها از صنعت به دانشگاه ها در بهبود کیفیت و کاربردی بودن پروژه های تحقیقاتی موثر است.

#### ۷- سخن آخر

سخن آخر اینکه به دلیل مزایای بتن خودتراکم در مقایسه با بتن معمولی، امیدوارم انشاءالله هر روز بیش از پیش شاهد گسترش استفاده از بتن خودتراکم باشیم. پژوهشگران ایرانی شامل اساتید و دانشجویان و سایر محققان از شرکت های صنعتی، تاکنون به نتایجی دست یافته اند که در بسیاری از مقاله های معتبر دنیا به عنوان مرجع استفاده شده است. هیچ شکی ندارم که در آینده انشاءالله پژوهشگران ما در سطح جهان به عنوان مرجع اصلی بتن خودتراکم محسوب شوند. شاهد این رویداد در دیگر عرصه ها مانند فناوری نانو بوده ایم. از فرصت داده شده به اینجانب برای این مصاحبه تشکر می کنم.



## تمهیدات بتن‌ریزی در هوای سرد



**دکتر محسن تدین**

**رئیس انجمن بتن ایران**

دکتر محسن تدین دارای مدرک کارشناسی ارشد سازه از دانشکده فنی دانشگاه تهران در سال ۱۳۵۷ و دکترای عمران (سازه) از دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت در سال ۱۳۸۱ هستند. همچنین ایشان عضو هیات علمی دانشکده مهندسی دانشگاه بوعلی سینا از ۱۳۵۷ تا ۱۳۸۹، مدرس دانشگاه علم و صنعت از ۷۶ تاکنون، رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران سه دوره، بازرس هیات مدیره انجمن بتن ایران برای ۲ دوره و مشاور و مدرس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از سال ۸۲ تاکنون بوده‌اند.

### ۱- شرایطی بتن‌ریزی در وضعیت هوای سرد

در ابتدا باید گفت، بتن‌ریزی در هوای سرد تفاوت جدی با بتن سخت شده در شرایط یخ زدن و آب شدن پی در پی در دوره بهره‌برداری دارد و نباید این اشتباه را مرتکب شد و آنها را یکی دانست. شاید گفته شود واضح است که اینها متفاوت هستند اما لازم است بدانیم خلط این دو موضوع قبلاً" در مبحث نهم مقررات ملی و آئین نامه بتن ایران وجود داشت.

وقتی دمای بتن در هنگام ریختن بتن کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد باشد و انتظار رود تا رسیدن به مقاومت ۵ مگاپاسکال در حالت غیر اشباع و ۲۵ مگاپاسکال در حالت اشباع (در دوره حفاظت) در دمای کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد، شرایط هوای سرد برقرار است.

این تعریف به مراتب بهتر از تعریف قبلی ACI و آئین نامه بتن و مبحث نهم مقررات ملی می‌باشد و شاید مفهوم تر و عملی‌تر از تعریف آئین نامه بتن اروپا و تعریف اسبق آئین نامه بتن و مقررات ملی است.

در تعریف موجود و تعریف قبلی به هیچ وجه کاهش دمای هوا به زیر صفر مطرح نشده است اما پیش بینی ضوابط و دستورالعمل ها آنست که ممکن است یخ زدن آب بتن اتفاق بیفتد و این یخ زدن در پایان مدت حفاظت رخ دهد.

## ۲- مواد ضد یخ، چالش ها و توصیه ها

موادی بنام ضد یخ در استاندارد ملی مواد افزودنی بتن ایران (۲-۲۹۳۰) وجود ندارد. در استاندارد ASTM C1622 افزودنی خاصی برای هوای سرد دیده می شود که در چند سال گذشته قرار بود طبق آنچه در ACI 212.3R دیده می شود به عنوان افزودنی ضد یخ بتن وجود داشته باشد اما در نهایت نام دیگری برای آن برگزیده شد. بهر حال در ایران نیز ظاهراً هیچگونه پروانه استandarادی بنام ماده ضد یخ صادر نشده است و استاندارد ملی نیز براساس ASTM C1622 تدوین نگشته است. بنابراین باید گفت مواد مصرفی برای این منظور از استاندارد مواد زود سخت کننده در ۲-۲۹۳۰ تبعیت می کنند و با این نام، پروانه استاندارد اخذ می نمایند و ممکنست با ASTM C494 همخوانی داشته باشد.

این مواد اغلب در ایران متشکل از نیترات ها هستند و گهگاه از برخی مواد دیگر مانند فرمات ها توسط شرکت های خارجی افزودنی در ایران استفاده شده است. اصولاً طبق همه آئین نامه های معتبر دنیا، بتن ریزی در شرایط هوای سرد، دارای ضوابطی است که الزامی به مصرف افزودنی خاص در بتن وجود ندارد. مصرف این مواد در بتن، تحت شرایط هوای سرد کاملاً اختیاری است. ساخت بتن با دمای حداقل مناسب و ریختن آن با حداقل دمای خاص در قالب و نگهداری بتن ریخته شده در حداقل دمای بتن ریزی تا مدت معین و دستیابی به مقاومت خاص در همه آئین نامه های دنیا ضرورت دارد و صرفاً دارای معیارها متفاوتی است. مواد افزودنی مورد نظر (زود سخت کننده)، صرفاً می تواند این مدت حفاظت تا دستیابی به حداقل مقاومت خاص را کاهش دهد و هزینه های حفاظت را پائین آورد. در استاندارد ۲-۲۹۳۰ ایران و ASTM C494 ضوابطی برای مواد زود سخت کننده یا زودگیرکننده (تسریع کننده یا شتاب دهنده) وجود دارد که چنانچه مواد مذکور با آن انطباق داشته باشد، برای این منظور یعنی بتن ریزی در هوای سرد می تواند بکار رود.

بهر حال این مواد نمی تواند به نادیده گرفتن ضوابط و معیارهای ساخت، ریختن، حفاظت و نگهداری بتن در هوای سرد منجر شود، اما متأسفانه در ایران، اغلب کاربران تصور می کنند که مصرف این مواد در بتن ریزی در هوای سرد اجباری و جایگزین تمام دستورالعمل های آیین نامه ها است.

این مواد مانند هر ماده زودگیرکننده و زود سخت کننده ای، علیرغم بهبود روند کسب مقاومت در سنین پائین، ممکنست به کاهش مقاومت در سنین بالا (در مقایسه با بتن فاقد این مواد) منجر شود. بهر حال موادی باید بکار رود که منطبق بر استاندارد باشد و در این حالت کاهش احتمالی مقاومت نیز کاملاً محدود می باشد و چندان نگران کننده نیست. هر چند بنظر می رسد اثر جنبی نامناسب تری در ارتباط با دوام داشته باشد که در استاندارد ۲-۲۹۳۰ ضابطه مند نیست و احتیاج به مطالعه بیشتر دارد. در ASTM C 494 به موضوع دوام توجه بیشتری معطوف شده است.

توصیه می شود که تا حد امکان دستورهای مندرج در آئین نامه بتن ایران رعایت گردد و در صورت حاد بودن شرایط و بالا بودن هزینه های دوره حفاظت در هوای سرد به عنوان یک ماده کمکی از مواد زود سخت کننده استفاده شود. چنانچه استاندارد ملی براساس ASTM C1622

تدوین شود می توان با استفاده از موادی شبیه به این مواد زودسخت کننده و یا اصلاح ترکیبات مزبور، سعی نمود تا انطباق بر این استاندارد را برقرار نمود و آنها را در بتن ریزی در هوای سرد بکار برد.

۳- قبل از وقوع اولین چرخه یخبندان، لازم است بتن چه مشخصات مکانیکی داشته باشد؟ و تا چه حد استفاده از مواد حبابزا می تواند به بهبود رفتار بتن کمک نماید؟

در بتن ریزی در هوای سرد و قبل از اینکه اولین یخبندان به سراغ بتن بیاید، بتن باید به چنان مقاومتی رسیده باشد که بتواند تنش های ناشی از انبساط آب درون حفرات را به خوبی تحمل نماید. چنانچه به بتن، رطوبت رسانی نشود و آب درون حفرات آن تا حدودی مصرف شده باشد مسلماً با دستیابی به مقاومت ۵ مگاپاسکال، خسارت خاصی متوجه بتن نمی شود. بنابراین امید می رود پس از آب شدن یخ درون حفرات و تا یخ زدن مجدد در آینده، رشد اندک مقاومت بتن، زمینه ساز عبور از خطر انبساط یخ زدن بعدی باشیم که در آن حالت درجه اشباع حفرات نیز کمتر شده است.

در صورتی که بنا به دلایلی مجبور به رطوبت رسانی به بتن باشیم و حفرات آن به حالت اشباع نزدیک باشد باید دستیابی به مقاومت حدود ۲۵ مگاپاسکال را در دستور کار خود قرار دهیم، تا از اولین یخ زدن به سلامت عبور کنیم و در یخ زدن بعدی نیز با گذشتن از مقاومت ۲۵ مگاپاسکال، مشکلی پیش نخواهد آمد. بکارگیری مواد حبابزا در بتن و ایجاد حبابهای ریز و پخش در خمیر سیمان می تواند موجب شود تا خسارت ناشی از یخ زدن بتن در دوره اجرا به حداقل برسد و شاید نیازی به دستیابی به مقاومت ۲۵ مگاپاسکال در شرایط اشباع نداشته باشیم و به سلامت از خطر رهایی یابیم.

۴- در بتن ریزی در هوای سرد، تفاوت دمای بتن با دمای قالب و آرماتور تا چه حدی مجاز است؟ برای گرمایش قالب و آرماتورها در این شرایط، چه روش هایی را می توان بکار گرفت؟

آنچه مسلم است دمای قالب و آرماتور یا بتن قبلی و یا بتن مگر نباید از صفر درجه سانتی گراد کمتر باشد، زیرا در غیر اینصورت به کاهش شدید دمای بتن ریخته شده منجر می شود. هم چنین نباید قالب و آرماتور و بتن زیرین یا مجاور بتن جدید، یخ زده باشد.

در مورد اختلاف دمای مجاز بتن جدید با دمای قالب و آرماتور، در بیشتر آئین نامه ها مطلبی دیده نمی شود و بنظر می رسد نداشتن دمای زیر صفر برای آنها کافی است. در این حالت معمولاً اختلاف دما کمتر از ۲۰ درجه خواهد بود. استفاده از دمیدن بخار آب گرم به قالب و آرماتور یا سطح بتن قدیمی، همواره راه حل مناسبی است. استفاده از شعله افکن به مدت کوتاه برای گرم کردن قالب و آرماتور نیز راه حل دیگری است که در ایران کاربرد بیشتری دارد. دمنده هوای گرم نیز وسیله مناسبی برای اینکار می باشد. در برخی از کشورهای خیلی سرد، با استفاده از جریان برق کم ولتاژ، قالب فلزی و آرماتور سرد یا یخ زده را گرم می کنند و حتی در این روش، اینکار را پس از ریختن بتن نیز ادامه می دهند تا دمای مناسبی را برای بتن ریخته شده نیز تامین کند و عامل حفاظتی و عمل آوری کننده مناسبی از نظر دما باشد.

#### ۵- تمهیدات و اقدامات از نظر اجرایی برای بتن ریزی و حفاظت و عمل آوری بتن قطعات سازه‌ای در روزهای سرد

از جمله اولین کارهایی که باید از قبل به آن توجه شود جلوگیری از سرد شدن آب است. بکارگیری منبع آب مدفون در زمین و یا بشدت عایق بندی شده درون اتاق روی زمین می تواند کاملاً مفید باشد. نگهداری سنگدانه در زیر یک پوشش (سایه بان) برای جلوگیری از ورود باران و برف به آنها و هم چنین جلوگیری از یخ زدن سنگدانه ها به طرق مختلف از جمله اقدامات مهم و جدی برای ایجاد سهولت در دستیابی به دمای مناسب بتن مخلوط شده خواهد بود. هر چه سنگدانه ها مرطوب تر باشند در ساخت بتن نیاز به آب کمتر وجود دارد و از آنجا که ابزار مهم در ساخت بتن با دمای مناسب، آب گرم می باشد بنابراین چنین ابزاری تا حدود زیادی از دست خواهد رفت. در صورت یخ زدن سنگدانه های خیس عملاً دستیابی به دمای مناسب برای بتن ساخته شده، غیر ممکن می گردد مگر اینکه یخ آنها را با گرم کردن، آب کنیم.

همانگونه که اشاره شد گام بعدی، گرم کردن آب به میزان حداکثر ۸۰ درجه سانتی گراد است. دمای مورد نیاز آب مصرفی را می توان از روابطی که در کتب مختلف بویژه آئین نامه جدید بتن ایران آمده است با توجه به دمای مورد نیاز مخلوط بتن، تخمین زد. چنانچه دمای آب بیش از ۴۰ درجه باشد لازم است ابتدا آب را با یکی از سنگدانه ها یا همه سنگدانه ها مخلوط کرد و سپس سیمان را به آنها اضافه نمود.

در صورتی که بنظر رسد که حتی آب ۸۰ درجه نیز کفایت نمی کند باید سنگدانه ها را گرم نمود. دمای مناسب مخلوط بتن پس از اختلاط باید حداقل ۲ تا ۳ درجه بیشتر از حداقل دمای مورد نیاز برای ریختن بتن در قالب باشد. این اختلاف تابع مدت حمل، نوع وسیله حمل و دمای هوا می باشد. در آئین نامه بتن قدیم و جدید و مبحث ۹ مقررات ملی، حداقل دمای بتن در هنگام ریختن با توجه به حداقل ضخامت قطعه بتنی داده شده است.

سرعت بخشی به حمل و ریختن و تراکم بتن برای از دست ندادن دمای بتن توصیه می شود. در مرحله بعد توصیه می شود تا بتن ریخته شده با حفاظت لازم در دمای حداقل مزبور نگهداری گردد تا بتن به حداقل مقاومت ذکر شده در پاسخ های قبلی برسد. بدیهی است آماده سازی قالب ها و آرماتورهای قطعه بتنی قبل از بتن ریزی شامل یخ زدائی و گرم کردن نیز از جمله اقدامات اولیه خواهد بود که قبلاً" به آن پرداخته شد.

#### ۶- مقاومت فشاری بتن با توجه به دمای کم هوا در داخل قطعه دارای روند کسب مقاومت کمتر از آزمایشگاه خواهد بود. برای تخمین مقاومت فشاری بتن در قطعه برای مشخص کردن نیاز به خاتمه حفاظت چه روش هایی وجود دارد تا بویژه ناظرین محترم بتوانند کنترل مناسبی را بر روی عملیات بتن ریزی در هوای سرد داشته باشند؟

برای تخمین مقاومت فشاری بتن، یکی از راهکارهای اصلی در گذشته، تهیه آزمون های آگاهی و قرار دادن آنها در شرایط نگهداری از قطعه بتنی بود و در زمان مورد نظر مثلاً ۱ یا ۲ یا ۳ روزه، تعیین مقاومت این آزمون ها می توانست مقاومت تقریبی بتن درون قطعه را به نمایش گذارد.

در ACI306 جدید این راهکار را مناسب ندانسته اند زیرا ابعاد آزمونه ممکن است در روند کسب مقاومت آن و قطعه تفاوت زیادی بوجود آورد. بنابراین توصیه شده است از روش های دیگری مانند تعیین بلوغ بتن و تخمین مقاومت آن که در استاندارد ASTM C1074 آمده است، استفاده شود. استاندارد ملی آن هنوز در ایران منتشر نشده است هر چند کار تدوین آن در کمیته مربوطه به اتمام رسیده اما شرایط موجود مانع از تصویب نهایی آن شده است. روش های غیر مخرب دیگری برای تخمین مقاومت با توجه به استفاده از چکش اشمیت یا دستگاه فراصوتی و غیره نیز پیش بینی شده است که البته قبلاً باید به کمک همین بتن، چنین وسایلی از نظر مقاومتی، کالیبره (واسنجی) شده باشد. بهرحال استفاده از روش بلوغ و تخمین مقاومت فشاری از جمله روش های ساده است که به وسایل خاصی بجز بکارگیری یک دماسنج در عمق ۵ سانتی متری سطح بتن نیاز ندارد اما مقدماتی دارد که باید در آزمایشگاه بر روی همین مخلوط قبلاً طی شده و رابطه بلوغ - مقاومت بدست آماده باشد.

#### ۷- و سخن آخر ....

سعی شد تا حد امکان همه مطالب مورد نیاز در پاسخ پرسش های قبلی مطرح گردد. بهرحال باید دانست که بتن ریزی در هوای سرد نیاز به دانش کافی در مورد بتن و بتن ریزی دارد که متأسفانه پیمانکاران و ناظرین محترم در مورد آن غفلت می کنند. هم چنین در بتن ریزی در هوای سرد نیاز به وسایل و تجهیزات خاصی وجود دارد که از جمله وسایل گرمایشی آب، وسایل گرمایشی سنگدانه، پیش بینی محل مناسب برای ذخیره سازی آب و سنگدانه، دماسنج های مختلف برای کنترل دمای مصالح و بتن تازه و تعبیه دماسنج برای بتن درون قطعه در نقاط مختلف آن (بویژه گوشه ها) می باشد. محاسبات لازم برای مشخص کردن دمای آب مورد نیاز، دمای مورد نیاز سنگدانه و غیره نیز از جمله مواردی است که به دانش و دقت کافی نیازمند است.

مجدداً متذکر می شوم که استفاده از مواد زود سخت کننده کاملاً اختیاری است و صرفاً به کاهش مدت دوره حفاظت از بتن در قالب کمک می کند و به تبلیغات گمراه کننده برخی از شرکت های فروشنده افزودنی در این مورد نباید توجه کرد که می گویند اول فلان افزودنی و سپس بتن ریزی در هوای سرد.

## مهندس شاپور طاحونی، بیوگرافی و اندیشه



مهندس شاپور طاحونی  
عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

جناب مهندس شاپور طاحونی از اساتید شناخته شده و تاثیرگذار کشور در مهندسی عمران هستند. ایشان با چاپ دهها کتاب درسی نقش شایانی در توسعه علمی کشور داشته‌اند. لذا از ایشان درخواست گردید تا در انجام یک مصاحبه برای درج به عنوان بیوگرافی در خبرنامه چهارم انجمن علمی بتن ایران مشارکت فرمایند.

اینجانب در سال ۱۳۳۴ در تهران به دنیا آمدم. تحصیلات ابتدایی را در شهرهای مختلف ایران و تحصیلات متوسطه را بطور کامل در دبیرستان هدف شماره ۴ تا اخذ دیپلم ادامه دارم. سال ۱۳۵۲ در رشته مهندسی راه و ساختمان دانشکده فنی دانشگاه تهران پذیرفته شدم و سال ۱۳۵۸ با اخذ درجه فوق لیسانس تحصیلات دانشگاهی را به اتمام رساندم. بعد از اتمام سربازی، از بازگشایی دانشگاهها در سال ۱۳۶۱ در دانشگاه صنعتی امیرکبیر به عنوان عضو هیئت علمی با درجه مربی مشغول به کار شدم و در سال ۱۳۹۷ با درجه استادیاری بازنشسته شدم. در خانواده‌ای با شش فرزند بزرگ شدم، مادر مرحوم من خانه‌دار و پدر مرحوم من در زمینه‌ی عمرانی فعال بودند. در حال حاضر همسر من دارای مدرک کارشناسی ارشد در رشته‌ی ادبیات فارسی هستند و صاحب دو فرزند پسر (دانش‌آموخته‌ی مهندسی عمران) و یک فرزند دختر (دانش‌آموز) هستم.

طی دوران تحصیلات دانشگاهی بنا به مسائل سیاسی دانشگاهها با تعطیلی زیادی برخورد داشتند و بهترین ترم تحصیلی بیش از ۸ تا ۱۰ هفته نبود و بعضی ترمها نیز بطور کامل تعطیل می‌شد. بنابراین ارتباط حضوری ما با استاد در کلاس بسیار محدود بود.

در این حالت بهترین راه آموزش برای ما مطالعه‌ی جزوات درسی تهیه شده توسط اساتید محترم (که بعضی از آنها واقعاً با دقت و حوصله زیاد تهیه شده بود)، و یا کتب درسی بود که بطور محدود در سطح دانشگاهی منتشر شده بود. بخصوص کتب ارزشمند ایستایی ۱ و ۲ که توسط استاد فقید آرک مگردیچیان منتشر شده بود. بطوریکه قبل از اخذ واحد درس ساختمان‌های فولادی دانشجویان را علاقمند به مطالعه‌ی آن‌ها می‌کرد. کتب خارجی نیز بودند (بصورت افست و یا وارداتی)، لیکن راندمان مطالعه آنها برای ما پایین بود، بخصوص اینکه اغلب کتب آمریکایی بودند و از سیستم آحاد پوند- فوت و میلگردها و پروفیل‌های آمریکایی استفاده می‌کردند که مشکل را دو چندان می‌کرد.

با توجه به موضوع فوق که یک تجربه شخصی بود و هم‌چنین مطالعه‌ی مقدمه کتب درسی دانشگاهی که در آنها به اهمیت وجود کتب درسی در دوران دانشگاه تاکید داشتند، بخصوص تجربه‌ی آنها در دهه ۶۰-۱۹۵۰ که خیل جوانان برگشته از جنگ دوم جهانی و بورس‌هایی که از دولت گرفته بودند و عدم تناسب تعداد اساتید و دانشجویان که آنها را وادار به تهیه‌ی کتب درسی دانشگاهی کرده بود (اغلب کتب دانشگاهی مشهور مربوط به این دوره می‌باشند مثل ریاضیات توماس، تحلیل سازه نوریس ویلبر، مقاومت مصالح پوپوف، استاتیک و دینامیک بیرجانسون و حتی کتاب اقتصاد پل سامونلسون و...)، انگیزه بسیار قوی در من برای تفکر در این موضوع بوجود آورده بود.

اولین تجربه من در این مورد کتاب Design of Welded Structure نوشته استاد بلاحت بود که آنرا در دوران دانشجویی ترجمه کردم و تمام آحاد و پروفیل‌های آن را به متریک تبدیل کردم. استاد صادق آذر به واسطه‌ی این کار مرا خیلی تشویق کرد که همواره مدیون ایشان هستم. امیدوارم همیشه سلامت باشند. و بدین ترتیب کار آغاز و ادامه یافت. چه در ترجمه و چه در تدوین با حوصله هستم و تا موضوع برایم جا نیفتد، کار را ادامه نمی‌دهم.

### تدریس در دانشگاه

از سال ۱۳۶۱ همزمان با تدریس دانشگاهی، در زمینه مهندسی سازه و سیویل در مهندسی مشاور مهابدقدس، بندآب، طازند و در دو دهه اخیر در مهندسی مشاور تدبیرساحل پارس که جزو مؤسسه‌ی آن می‌باشم، مشغول به فعالیت هستم و در این زمینه روی پروژه‌های مختلفی از ابتدای فاز ۱ تا انتهای فاز ۳ مشغول به فعالیت بوده‌ام و در این زمینه نوآوری و دستاوردهای طراحی خوبی در زمینه مهندسی سازه، پل، سازه‌های دریایی، و نفتی داشته‌ام که در رزومه اینجانب می‌باشد.

### دیدگاه در مورد وضعیت صنعت ساختمان

اگر بخواهیم وضعیت صنعت ساختمان را بررسی نماییم، باید در سرفصل‌های زیر بررسی و امتیازبندی قرار دهیم:

آموزش مهندسی، پژوهش، تولید علم و مقالات کاربردی، تولید اسناد بالادستی در زمینه‌ی آیین‌نامه‌ها و مشخصات فنی.

نقش مهندسی مشاور و توانایی‌های علمی و فنی آنها.

نقش شرکت‌های پیمانکاری (خصوصی، دولتی و خصولتی) و توانایی‌های اجرای آنها.

خودکفایی در زمینه صنایع جنبی سنگین مثل سیمان، فولاد، آرماتور.

خودکفایی در زمینه صنایع جنبی سبک مثل تولید عناصر معماری، الکتریکی، تاسیساتی.

خودکفایی در زمینه تولید ماشین‌آلات ساختمانی و تاسیساتی.

خودکفایی در زمینه تولیدات اجرایی مثل قالب، داربست، قطعات آویز و مدفون.

تربیت کارگران فنی مثل جوشکار، آرماتوربند، بنا، قالب‌بند.

تربیت تکنسین‌ها و فورمن‌ها به عنوان پرسنل رده‌ی میانی.

سرمایه در گردش در امر صنعت ساختمان.

وضعیت معیشتی مهندسیین، تکنسین‌ها، کارگران فنی و ساده.

توجه به مشخصات فنی و استانداردها و کنترل کیفیت.

توجه به توسعه پایدار.

شفافیت و سلامت در مناقصه‌ها و روابط بازیگران صنعت ساختمان.

استفاده از شیوه‌های علمی در مدیریت پروژه‌های ساختمان.

بدیهی است پرداختن به تمام عوامل فوق‌تر در مقوله این مصاحبه می‌گنجد و نه اینجانب تخصصی در تمام زمینه‌های فوق دارم. هرچند که دهه‌ی شکوفایی نسبی در صنعت ساختمان بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵ وجود داشت، لیکن در شرایط حاضر و با توجه به محدودیت‌های بوجود آمده به علت تحریم شرایط مطلوبی وجود ندارد. به هر حال برای حصول پاسخ مناسب برای شما، نظرخواهی در موارد فوق از جامعه خبرگان صنعت ساختمان مفید به نظر می‌رسد.

#### سخن آخر

سخن آخر اینکه مشکل عمده ما در زمینه‌ی ساخت و ساز در کنار مهیا بودن سایر عوامل، رعایت مشخصات فنی، استانداردها و در یک کلام کنترل کیفیت است که متأسفانه بهای لازم بدان داده نمی‌شود.



با تشکر از جناب آقای مهندس طاحونی برای اختصاص این زمان جهت مصاحبه، از ایشان خواهش کردیم که خلاصه‌ای از سوابق حرفه‌ای خود را در اختیار انجمن قرار دهند که به صورت ذیل ارائه می‌گردد:

### فعالیت‌های علمی

#### تالیف کتاب:

- ۱- تحلیل سازه‌ها (به اتفاق آقای مهندس لیل‌آبادی)- برنده جایزه کتاب سال (۱۳۶۵)
- ۲- طراحی سازه‌های فولادی.
- ۳- طراحی سازه‌های بتن مسلح (جلد اول)- برنده جایزه کتاب سال (۱۳۶۶)
- ۴- طراحی سازه‌های بتن مسلح (جلد دوم).
- ۵- اتصالات در سازه‌های فولادی
- ۶- طراحی پل
- ۷- راهنمای طراحی اتصالات سازه‌های فولادی
- ۸- راهنمای آیین‌نامه فولاد
- ۹- طراحی سازه‌های بتن مسلح بر مبنای آیین‌نامه بتن ایران.
- ۱۰- طراحی سازه‌های فولادی بر مبنای آیین‌نامه فولاد ایران.
- ۱۱- راهنمای جوش و اتصالات جوشی.
- ۱۲- مهندسی خطوط لوله انتقال آب.
- ۱۳- طراحی روسازی کف‌های صنعتی و باراندازها برای بارهای سنگین.
- ۱۴- بارگذاری و سیستم‌های باربر سازه‌ای.
- ۱۵- کتاب‌های آموزشی مهندسی عمران برای دوره‌های کاردانی: کتاب اول- استاتیک (برنده جایزه کتاب رشد سال ۱۳۹۰)
- ۱۶- فناوری ساختمان‌های فلزی- برای آموزش فنی حرفه‌ای وزارت آموزش و پرورش
- ۱۷- کتاب راهنمای طراحی ساختمانها در مقابل انفجار- مرکز تحقیقات مسکن
- ۱۸- طراحی ساختمان‌های بلند

#### ترجمه کتاب

- ۱- اجزای محدود برای تحلیل سازه‌ای.
- ۲- اصول مهندسی ژئوتکنیک - جلد اول مکانیک خاک (برنده جایزه کتاب برگزیده در سال ۱۳۷۳).
- ۳- اصول مهندسی ژئوتکنیک - جلد دوم مهندسی پی.
- ۴- مقاومت مصالح
- ۵- مکانیک مهندسی در دو جلد (استاتیک و دینامیک).
- ۶- ترجمه آیین‌نامه فولادی LRFD دفتر مطالعات وزارت مسکن
- ۷- دینامیک سازه‌ها و تعیین نیروهای زلزله.
- ۸- طراحی سازه‌های فولادی با اتصالات جوشی.
- ۹- دستنامه اجرای بتن با مشارکت جناب آقای دکتر رمضانپور و آقای مهندس پیدایش. برنده کتاب برگزیده در سال ۱۳۸۴
- ۱۰- مهندسی سواحل و بنادر (با همراهی آقای مهندس بیات)
- ۱۱- طراحی ساختمان‌های بتن مسلح در مقابل انفجار

### عضویت در کمیته‌های مقررات و استانداردهای ملی

- ۱- شورای تدوین مقررات ملی ساختمان.
- ۲- هیئت منتخب ریاست جمهوری برای بررسی ساختمان پلاسکو.
- ۳- کمیتهٔ مبحث دهم (ساختمانهای فولادی) از مقررات ملی ساختمان و مشارکت در تهیه آن
- ۴- کمیته مبحث ششم (بارگذاری) از مقررات ملی ساختمان و مشارکت در تهیه آن.
- ۵- تدوین آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی (نشریه ۲۲۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)
- ۶- تدوین آیین‌نامه طراحی سازه‌های فولادی به روش حدی (نشریه ۱۶۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)
- ۷- تدوین آیین‌نامه طراحی مخازن بتنی ذخیره آب (نشریه ۱۲۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور).
- ۸- تهیه و تدوین آیین‌نامه دیوارهای حائل (نشریه ۳۰۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور).
- ۹- تهیه و تدوین آیین‌نامه پل‌های فولادی (نشریه شماره ۳۹۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور).
- ۱۰- مشخصات فنی خصوصی مخازن آب (نشریه ۱۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور).
- ۱۱- کمیته بازنگری آیین‌نامه بتن ایران.
- ۱۲- تدوین استاندارد طراحی مجاری آب زیرزمینی (نشریه ۱۸۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور).
- ۱۳- تدوین استاندارد طراحی سازه‌های بندهای انحراف (نشریه ۱۹۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور).
- ۱۴- کمیته تدوین آیین‌نامه زلزله ایران (استاندارد ۲۸۰۰).
- ۱۵- کمیته بازنگری آیین‌نامه بارگذاری پل ایران.
- ۱۶- مشخصات فنی عمومی و اجرایی سازه و معماری سیلو (نشریه ۱-۲۳۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور).
- ۱۷- آیین‌نامه اتصالات در سازه‌های فولادی (نشریه ۲۶۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)
- ۱۸- آیین‌نامه طراحی سیلوهای بتن‌آرمه (نشریه ۲۳۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)
- ۱۹- کمیته مبحث بیست و یکم (پدافند غیرعامل) از مقررات ملی ساختمان
- ۲۰- انجام پروژه تحقیقاتی طرح ساماندهی صنعت جوش ساختمان
- ۲۱- انجام پروژه تحقیقاتی راه‌اندازی انستیتو جوش مرکز تحقیقات
- ۲۲- نشریه جزئیات مقاوم‌سازی ساختمان‌ها- نشریه ۵۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

### مقاله نشریات و کنفرانس‌های داخلی

- ۱- ضوابطی برای تعیین عمق آب شستگی در پایه‌های پل- نشریه انجمن ایرانی مهندسان محاسب سازه.
- ۲- گزارش زلزله رودبار و منجیل (دفتر تحقیقات سازمان برنامه و بودجه).
- ۳- اتصالات متداول در سازه‌های فولادی (بنیادمسکن انقلاب اسلامی - طرح همکاری با UNDP).
- ۴- طراحی دستگاه پلساز (کنفرانس بتن و توسعه - ۱۳۷۹).
- ۵- بررسی تاخیر برشی در عرشه‌های صندوقه‌ای پیش‌تنیده (اولین کنگره ملی مهندسی شریف-۱۳۸۳)
- ۶- بررسی اعوجاج عرشه و بررسی صندوقه‌ای پیش‌تنیده (اولین کنگره ملی مهندسی شریف-۱۳۸۳)
- ۷- بررسی ضریب رفتار R در برجهای خنک‌ساز (اولین کنگره ملی مهندسی شریف-۱۳۸۳)

- ۸- بررسی روشهای مقاوم سازی شاهتیرهای بتنی پیش تنیده آسیب دیده با استفاده از مصالح FRP (سومین کنفرانس بین المللی پل- (۱۳۸۷).
- ۹- تاثیر هندسه جوش بر شکست جوش ورق روسری و زیرسری به ستون در اتصالات صلب تیر به ستون (مجله پژوهشی دانشگاه صنعتی امیرکبیر).
- ۱۰- بررسی وضعیت موجود صنعت جوش ساختمان در ساخت و ساز خصوصی شهری در کشور ایران (کنفرانس مقررات ملی ساختمان در شیراز- ۱۳۸۶).
- ۱۱- فرآیندها و گردش کارهای بازرسی جوش (دومین کنفرانس بین المللی بازرسی فنی و آزمون غیرمخرب- آبان ۱۳۸۷).
- ۱۲- ارزیابی آسیب پذیری لرزه‌ای تجهیزات در صنایع نفتی- مطالعه موردی: ارزیابی رفتار و عملکرد لرزه‌ای برجهای بلند (Tall-Towers) - سمینار مقاوم سازی- انجمن مهندسين محاسب.
- ۱۳- شبیه سازی آزمون آزمایشگاهی اثر انفجار بر سازه های بتن مسلح در نرم افزار اجزا محدود (نهمین کنفرانس ملی بتن و پانزدهمین همایش روز بتن سال ۱۳۹۶).
- ۱۴- محافظت از پایه پل های بتنی با عرشه گسترده به وسیله ژاکت ها بتن مسلح در مقابل بار انفجار (نهمین کنفرانس ملی بتن و پانزدهمین همایش روز بتن سال ۱۳۹۶).
- ۱۵- ارزیابی عملکرد رفتاری مصالح بتن مسلح در نرم افزار اجزا محدود (نهمین کنفرانس ملی بتن و پانزدهمین همایش روز بتن سال ۱۳۹۶).
- ۱۶- مدلسازی اجزاء محدود و چگونگی پدیده ی مرکزگرایی نمودار چرخه ای نیرو- تغییر مکان در اتصالات بتنی (انجمن مهندسی سازه ایران- ۱۳۹۴).
- ۱۷- ارزیابی شکل پذیری دیوارهای بتن مسلح ساختمان های بتنی (تحقیقات نو در مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری)
- ۱۸- رفتار اتصالات پیش ساخته ی قاب های بتن آرمه (پنجمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی مصالح و سازه های نوین در مهندسی عمران)

### مقاله در نشریات و کنفرانس های بین المللی

- 1- Saddle beam to column connection- Asian Journal of structural Engineering.
- 2- The effect of welds geometry in fracture of welded flange plate Connection in I.R.Iran- ESIA, Engineering Structural Intergirity.
- 3- Study of current condition of constructional welding Industry in Urban private construction in Iran, International conference on welding technologies 11-13 June 2009, Ankara Turkey.
- 4- M. Safehian, Sh. Tahouni, A.A. Ramezaniapour, "Field and laboratory studies on the durability properties of new and repaired coastal structures", In: 12th international conference on coasts, ports and marine structures (ICOMPAS 2016), Tehran, 2016, pp.313-314.
- 5- Sh. Tahouni, M. Nikkhah, M. Safehian, M.Khalaji, "Analytical study on the sedimentation occurrence at the entrance of ports and navigation channels (case study: astara port)", In: 12th international conference on coasts, ports and marine structures (ICOMPAS 2016), Tehran, 2016, pp.127-128.

### فعالیت‌های جنبی

- ۱- عضو انجمن ایرانی مهندسان محاسب ساختمان و چند سال عضویت در هیئت مدیره آن.
- ۲- عضو کمیته آیین‌نامه زلزله (استاندارد ۲۸۰۰).
- ۳- عضو کمیته آیین‌نامه بتن ایران.
- ۴- عضو کمیته آیین‌نامه بارگذاری مقررات ملی ایران (مبحث ۶).
- ۵- عضو انجمن مهندسين عمران و انجمن مهندسين راه و ساختمان.
- ۶- عضو انجمن بتن ایران.
- ۷- عضو کمیته مبحث بیست و یکم مقررات ملی ایران (پدافند غیرعامل).
- ۸- مسئول کمیته مبحث دهم مقررات ملی ایران (طرح و اجرای ساختمانهای فولادی).

### فعالیت‌های مهندسی

- ۱- طراحی و نظارت بر اجرای ساختمانهای بلند و سیستم‌های نوین پانلی برای طرحهای مسکن مهر.
- ۲- طراحی خطوط لوله آبرسانی.
- ۳- طراحی مخازن بتنی آب.
- ۴- طراحی سایت‌های تصفیه‌خانه آب.
- ۵- طراحی پلها و آبگذرها.
- ۶- طراحی و نظارت ایستگاههای متروی تهران.
- ۷- طراحی اسکله دریایی و آبگیرها. (اسکله فولاد قشم، اسکله آلومینیوم المهدی، اسکله تخلیه نفت پالایشگاه هشتم اسکله، اسکله آهن بندرامام و اسکله‌های صادراتی نفتی بندرماهشهر).
- ۸- طراحی ساختمانهای صنعتی.
- ۹- طراحی سیلوها و ذخیرسازهای صنعتی.
- ۱۰- طراحی بندهای انحرافی و سازه‌های هیدرولیکی.
- ۱۱- طراحی و نظارت بر اجرای پل‌های متعدد شهری.
- ۱۲- طراحی و نظارت بر اجرای پل شیرین‌شهر به روش طره آزاد با دهانه میانی ۱۴۶ متر.
- ۱۳- طراحی و ساخت دستگاه پلساز (Bridge Builder).
- ۱۴- طراحی و نظارت بر اجرای طرح فولاد آذربایجان.
- ۱۵- طراحی و نظارت بر اتوبان و پل روگذر دسترسی سر بندر به بندرامام.
- ۱۶- طراحی ساختمانهای صنعتی پتروشیمی بندرامام، عسلویه.
- ۱۷- طراحی و نظارت بر اسکله ۱۵۰,۰۰۰ تنی به علاوه تعمیرات اسکله های ۱ تا ۶ بندر امام.
- ۱۸- طراحی و نظارت بر اسکله های ۲ تا ۷ خرمشهر.
- ۱۹- انجام مطالعات و نظارت بر تعمیرات اساسی اسکله‌های مهم کشور از بندرامام، بندرخرمشهر، بندرآبادان، بندر بوشهر و...
- ۲۰- طراحی و نظارت بر بهسازی پل‌های سنگی راه‌آهن شمال غرب.

## ارتقا کیفیت کارخانه‌های بتن آماده



**دکتر بابک احمدی**

**عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و**

**شهرسازی**

جناب دکتر احمدی عضو هیئت علمی بخش فن‌آوری بتن در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی هستند. فعالیت علمی و تحقیقاتی ایشان در خصوص فن‌آوری بتن و از سال ۱۳۸۳ زمانی که دانشجوی کارشناسی ارشد در دانشگاه تهران بوده‌اند آغاز گشته و به مدت چهار سال، در انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران فعالیت پژوهشی داشته‌اند. در آن دوران، در زمینه استفاده از ژئولیت در بتن تحقیقات گسترده‌ای انجام دادند و بطور همزمان در پروژه‌های تحقیقاتی دیگری در انستیتو مصالح ساختمانی مشارکت داشتند. ایشان دوره دکتری را در دانشگاه صنعتی امیرکبیر با موضوع رساله دوام سازه‌های بتنی مسلح ترک‌خورده در نواحی حاشیه خلیج فارس گذرانده‌اند. در سال ۱۳۹۳، به استخدام مرکز تحقیقات درآمدند و تاکنون، چندین پروژه تحقیقاتی را در مرکز انجام داده و در تدوین ضوابط فنی مانند آئین نامه بتن ایران، مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه ۵۵)، استاندارد ملی بتن آماده و چندین استاندارد ملی دیگر فعالیت داشته‌اند. از دوران دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد تاکنون نیز به صورت شخصی خدمات مشاوره‌ای متعددی به پروژه‌ها و تولیدکنندگان بتن داشته‌اند.

### ۱- جایگاه بتن آماده در صنعت ساختمان کشور و تاثیر ارتقا این محصول بر بهبود کیفیت ساخت

استفاده از بتن آماده در کشور در سال‌های اخیر گسترش یافته است. در دهه‌های گذشته، بخش اعظم بتن مورد نیاز پروژه‌های ساختمانی در محل پروژه‌ها و به صورت دستی یا خراطه‌ای ساخته می‌شد. خوشبختانه در حال حاضر، حداقل در شهرهای بزرگ کشور، عمده بتن مورد نیاز

پروژه‌ها از کارخانه‌های بتن آماده تأمین می‌شود. تخمین زده می‌شود که سالانه در حدود پنجاه میلیون تن بتن آماده در کشور تولید می‌شود و گردش مالی این صنعت سالانه بیش از ۲۵ هزار میلیارد تومان است. هزینه استفاده از بتن آماده در یک پروژه ساختمانی کمتر از ۵ درصد هزینه ساخت تمام می‌شود. با این وجود، کیفیت بتن مهمترین عامل مؤثر بر عملکرد سازه‌ها در برابر زلزله است. در مطالعات میدانی که از طرف مرکز تحقیقات در خصوص سازه‌های آسیب دیده در زلزله سرپل ذهاب داشتیم، به این نتیجه رسیدیم که متهم اصلی تخریب گسترده سازه‌ها کیفیت نازل بتن بوده است. با آزمایش‌هایی که انجام دادیم، متوسط نتایج مقاومت فشاری بتن در سازه‌های آسیب دیده در حدود ۱۲ مگا پاسکال به دست آمد. علاوه بر این، در بسیاری از مناطق کشور، مانند مناطق حاشیه خلیج فارس و دریای عمان، عمر مفید ساختمان‌ها وابسته به دوام بتن است. به عبارت دیگر، در این نواحی، عامل اصلی تعیین کننده عمر مفید ابنیه خرابی بتن مسلح ناشی از خوردگی آرماتور است. با توجه این موضوعات، بتن با وجود سهم کم در هزینه ساخت، نقش بسیار مهمی در صنعت ساختمان دارد.

## ۲- چالش‌ها و ضعف‌هایی ساختاری و تجهیزاتی در کارخانه‌های بتن آماده کشور

به نظر من لازم است، ضعف‌ها و چالش‌های صنعت بتن آماده را در مجموعه‌ای فراتر از کارخانه‌های بتن آماده ببینیم. در واقع، دست‌اندرکاران مختلفی در این صنعت نقش دارند. کارفرمایان، پیمانکاران، مشاوران، آزمایشگاه‌ها و همچنین مراجع حاکمیتی مانند وزارت راه و شهرسازی، سازمان نظام مهندسی ساختمان، سازمان ملی استاندارد و پلیس راهور، علاوه بر کارخانه‌های بتن آماده، در صنعت بتن آماده تأثیر گذارند. من مختصراً در خصوص نقش هر کدام توضیح خواهم داد:

معمولاً خریداران بتن آماده کارفرمایان یا مالکان پروژه‌ها هستند. در بسیاری از موارد، ایشان در خصوص اهمیت بتن آماده واقف نیستند و تمایل به خریداری بتن به کم‌ترین قیمت را دارند. این در حالیست که کارفرمایان برای مواردی از ساختمان که جنبه ظاهری دارند، تمایل بیشتری برای صرف هزینه دارند. دلیل این موضوع آن است که ارتقای کیفیت بخش‌هایی از ساختمان مانند کف‌سازی، درب و پنجره، نما و غیره که جنبه ظاهری دارند، مستقیماً بر قیمت ملک اثر گذارند و می‌تواند بازده اقتصادی داشته باشد. به همین دلیل است که در سال‌های اخیر، برندهای نسبتاً موفق در زمینه تولیدات محصولات ساختمانی مربوط به نازک‌کاری مانند درب و پنجره، کاشی و سرامیک، شیرآلات و غیره ایجاد شده است. در کشور، کیفیت بتن به دلیل اینکه که مصرف‌کننده اساساً آگاهی کافی و درک مستقیمی از آن ندارد، روی قیمت ملک تأثیری نمی‌گذارد. در نتیجه، خریداران بتن آماده عموماً تمایل دارند که بتن را به کمترین قیمت خریداری کنند. در این فضا، به جای ایجاد رقابت در ارتقای کیفیت، رقابت در کاهش قیمت بتن از سوی کارخانه‌های بتن آماده ایجاد می‌شود و به‌الطبع، برای کاهش قیمت، از مواد اولیه، تجهیزات و نیروی انسانی ارزان‌تر استفاده می‌شود. به نظر من، چنانچه خریداران بتن آماده بتن با کیفیتی را مطالبه کنند، کارخانه‌های بتن آماده انگیزه خواهند داشت که کیفیت بتن را افزایش دهند و برای رسیدن به این موضوع، از نیروی متخصص ماهرتر و مواد و مصالح مرغوب‌تری استفاده خواهند کرد. باید توجه کرد که صرفه‌جویی در هزینه بتن آماده نسبت به هزینه ساخت بسیار ناچیز است. اختلاف هزینه بتن با نازل‌ترین کیفیت با بتن مرغوب کمتر از پنجاه هزار تومان در هر متر مکعب است. با محاسبات سرانگشتی می‌توان فرض کرد که به ازای هر متر مربع بنا، در حدود ۰/۴ متر مکعب بتن مورد نیاز است. در نتیجه، صرفه‌جویی در هزینه بتن آماده حداکثر معادل بیست هزار تومان در هر متر

مربع بنا، یعنی کمتر از نیم درصد هزینه ساخت عموم ساختمان‌ها، خواهد بود. در حالیکه این صرفه‌جویی بی مورد عملکرد سازه‌ها در برابر زلزله را به شدت تضعیف خواهد کرد و عمر مفید ساختمان‌ها را کاهش خواهد داد.

بخشی از مشکلات صنعت بتن آماده از ساختار نظام مهندسی ساختمان نیز ناشی می‌شود. در بسیاری از موارد، مهندسان طراح شناخت کافی از بتن ندارند؛ مثلاً با مفاهیمی همچون رده مقاومتی بتن آشنایی ندارند و در نقشه‌های سازه، موارد غلطی در خصوص مقاومت بتن درج می‌شود. مهندسان ناظر نیز شناخت کافی در خصوص بتن ندارند و یا اصولاً نظارتی بر اجرای ساختمان‌ها نمی‌کنند. بعضاً عدم آگاهی کافی یا عدم نظارت آنها منجر به ایجاد صدمات جبران‌ناپذیری به سازه‌ها می‌شود. به طور مثال، عموم مهندسان ناظر، با نحوه ضوابط پذیرش بتن به‌درستی آشنا نیستند و تصورات اشتباهی در خصوص استفاده از مواد افزودنی شیمیایی بتن دارند. آزمایشگاه‌های نظام مهندسی نیز عموماً عملکرد مطلوبی ندارند. از آنجا که این آزمایشگاه‌ها توسط کارفرمایان انتخاب می‌شوند، برای گرفتن کار، کمترین قیمت‌ها را پیشنهاد می‌دهند. این قیمت‌ها به قدری نازل است که بعضاً حتی هزینه رفت و آمد نمونه‌گیرها به پروژه‌ها را نیز پوشش نمی‌دهد. در چنین شرایطی، برخی از آزمایشگاه‌ها اصلاً آزمایشی انجام نمی‌دهند و اقدام به شیت فروشی می‌کنند. این پدیده متأسفانه بسیار شیوع پیدا کرده است. آزمایشگاه‌هایی که تمایل به انجام کار درست دارند نیز به دلیل پیشنهاد قیمتی واقعی از گردونه رقابت با دیگر آزمایشگاه‌ها حذف می‌شوند. این مشکلاتی که بیان شد به ساختار معیوب نظام مهندسی ساختمان و نظامات اداری اشتباه برمی‌گردد. این مشکلات منجر به این شده است که دستمزد مهندسان بسیار ناچیز باشد، حتی کمتر از کارگران، و پدیده امضا فروشی رواج یابد و شأن مهندسی در کشور به قهقرا رود. این موضوعات بسیار ریشه‌ای است و در واقع در سطحی بالاتر از صنعت بتن آماده، کل صنعت ساختمان به دلیل ساختار معیوب نظام مهندسی و سیاست‌گذاری‌های غلط دچار چالش است. به طور مثال، یکی از سیاست‌گذاری‌های غلط دخالت مالکان در فرآیندهای کنترلی ساختمان مانند نظارت و آزمایشگاه‌ها است. از عجایب روزگار این است که مالکین در فرآیند انتخاب مهندس ناظر و آزمایشگاه حق انتخاب دارند و به نوعی کارفرمای دستگاه‌های کنترل کننده خود هستند و دستمزد آنها را پرداخت می‌کنند. در چنین شرایطی چگونه می‌توان انتظار داشت که مهندسان ناظر و آزمایشگاه‌ها کار خود را به درستی انجام دهند؟

یکی از بزرگترین معضلات صنعت بتن آماده که در شهر تهران با آن مواجه هستیم، منع تردد تراک میکسرها در ساعات ۶ الی ۲۳ است که توسط پلیس راهور اعمال می‌شود. یعنی عملاً کارخانه‌های بتن آماده می‌توانند در ساعات ۲۳ تا ۶ فعالیت کنند. این محدودیت از سوی پلیس به صورت جریمه یا متوقف کردن تراک میکسرها انجام می‌شود. با وجود آنکه کارخانه‌ها و انجمن صنفی بتن آماده فعالیت زیادی برای رفع این محدودیت انجام داده‌اند و تلاش کرده‌اند که بتن آماده به صورت کالایی فاسد شدنی شناخته شود، محدودیت‌ها به جای کمتر شدن در ماه‌های اخیر تشدید شده است. این چالش سبب تنزل کیفیت بتن‌های اجرا شده در شهر تهران شده است زیرا با توقیف تراک میکسرها در سطح شهر، رانندگان برای پرهیز از گیرش بتن و امکان تخلیه بتن، به آن آب اضافه می‌کنند. همچنین باید توجه کرد که کیفیت بتن تولید شده در شب به دلیل اجرا و کنترل‌های ضعیف‌تر و عدم حضور مهندسان ناظر و آزمایشگاه‌ها در محل پروژه، می‌تواند کاهش یابد. علاوه بر این، با فرا رسیدن ماه‌های سرد سال احتمال یخ زدن بتن تازه ریخته شد وجود دارد. در حال حاضر، چند ماه است که با تشدید محدودیت‌های پلیس، کارخانه‌های بتن آماده فقط در شب کار می‌کنند و سبب ایجاد مشکلات فراوانی برای نیروی انسانی شاغل در این صنعت شده است. در واقع، چند ماهی است که کار در شیف‌ت شب سبب اختلال در زندگی روزمره آنان شده است. درضمن، بتن‌ریزی در شب سبب مزاحمت برای همسایگان پروژه‌ها شده است.

مشکلاتی که در کارخانه‌های بتن آماده است را می‌توان در سه بخش مدیریت، نیروی انسانی و تجهیزات تقسیم‌بندی کرد. عمدتاً مدیریت کارخانه‌های بتن آماده به صورت سنتی انجام می‌شود و مدیران آن به مقوله‌هایی مانند تحقیق و توسعه و کنترل کیفیت چندان توجهی نمی‌کنند و نیروی انسانی کارآمد را استخدام نمی‌کنند. در واقع، در بسیاری از موارد، پرسنلی که در این رابطه استخدام می‌شوند صرفاً برای رفع رجوع مشکلاتی مانند شکایات مشتریان، امور مربوط به سازمان استاندارد، یا امور صرفاً تبلیغاتی به کار گمارده شده‌اند و نقش چندانی در تحقیق و توسعه و کنترل کیفیت ندارند. البته دلیل اصلی این موضوع را همانطور که پیش‌تر عرض کردم، عدم مطالبه کیفیت از سوی خریداران بتن آماده می‌دانم. درضمن، متأسفانه در کشور سیستم آموزشی مشخص و کارآمدی برای آموزش پرسنل کارخانه‌های بتن آماده مانند مهندسان کنترل کیفیت، تکنیسین‌های آزمایشگاه، اپراتورهای بچینگ و پمپ و رانندگان تراک میکسرها نداریم. در حالیکه در کشورهای توسعه‌یافته‌تر، برای هر کدام از این مشاغل دوره‌های آموزشی و گواهی‌نامه‌های شغلی مشخصی وجود دارد. در خصوص تجهیزات کارخانه‌های بتن آماده نیز باید ذکر کنم که با افزایش سرسام آور قیمت ارز، هزینه‌های مربوط به ماشین‌آلات و تجهیزات نیز به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. کارخانه‌ها تمایل دارند برای صرفه جویی در هزینه‌ها از ماشین‌آلات مستهلک استفاده کنند. پمپ‌های بتن، عموماً به صورت دسته دوم از خارج از کشور خریداری و به داخل کشور وارد می‌شوند. این پمپ‌ها به دلیل قدرت کمتر نسبت به پمپ‌های نو، قادر به تخلیه بتن با اسلامپ‌های کم نمی‌باشند. در نتیجه، عموماً اپراتورهای پمپ بتن را با اسلامپ بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر تخلیه می‌کنند و چون در اکثر پروژه از روان‌کننده‌ها یا فوق روان‌کننده‌ها استفاده نمی‌شود، عملاً در پای کار به بتن آب زده می‌شود. جالب این است که در کشور رویه بر این است که ابتدا از بتن نمونه‌برداری می‌شود سپس به بتن آب اضافه و پمپ می‌شود.

یکی از چالش‌های دیگری که صنعت بتن آماده با آن روبرو است، اقلیم گرم و خشک کشور است. در اکثر مناطق کشور، در چند ماه از سال، شرایط بتن‌ریزی در هوای گرم حاکم است. افزایش دمای بتن سبب می‌شود که روانی بتن کمتر شود و از آنجا که در اکثر پروژه‌ها از مواد روان‌کننده یا فوق روان‌کننده استفاده نمی‌شود، این موضوع با افزودن آب مرتفع می‌شود و نسبت آب به سیمان افزایش می‌یابد و به تبع آن، مقاومت بتن کمتر می‌شود. علاوه بر این، باید توجه نمود که حتی اگر بتوان نسبت آب به سیمان را با افزودنی‌های روان‌کننده یا فوق روان‌کننده حفظ کرد، بتن به دلیل دمای بیشتر، باز هم مقاومت کمتری نسبت به ماه‌های سردتر خواهد داشت و لازم است دمای بتن با تمهیداتی کاهش یابد. این تمهیدات در قریب به اتفاق موارد به کار گرفته نمی‌شود و در ماه‌های گرم، اکثراً نتایج مقاومت فشاری بتن‌ریزی‌ها مردود می‌شود. با توجه به این موارد می‌توان نتیجه گرفت که هزینه‌های بتن‌ریزی مطابق با ضوابط در ماه‌های گرم بیشتر از ماه‌های دیگر است (تا ۲۰ درصد). در همایش روز بتن در سال ۱۳۹۹، یک سخنرانی به صورت آنلاین با موضوع «دمای بتن عامل مغفول در صنعت بتن آماده» انجام دادم که علاقمندان می‌توانند به آن رجوع کنند.

### ۳- عوامل موثر در بهبود کیفیت بتن آماده و راهکارها

همانطور که مستحضر هستید، چالش‌های صنعت بتن آماده چند وجهی است و تنها یک متولی برای رفع این چالش‌ها وجود ندارد. در واقع، نهادهای حاکمیتی مانند وزارت راه و شهرسازی، سازمان نظام مهندسی ساختمان، سازمان ملی استاندارد، مراجع صدور پروانه، وزارت صنعت، معدن و تجارت، پلیس و غیره در این صنعت نقش‌های مهمی دارند. برای ارتقا و رفع مشکلات گوناگون این صنعت، نیاز مبرمی به هماهنگی



این نهادها است که مسلماً با مشکلات عدیده‌ای که در کشور وجود دارد حل تمامی چالش‌ها بسیار دشوار و زمان‌بر خواهد بود. به نظر من، مسیر میانبر برای ارتقای صنعت بتن آماده این است که شرایطی ایجاد شود تا بتن با کیفیت مانند بسیاری از محصولات ساختمانی دیگر، از سوی کارفرمایان مطالبه شود. به عبارت دیگر، آگاه‌سازی کارفرمایان به عنوان خریداران بتن آماده می‌تواند روند ارتقای کیفیت در صنعت بتن آماده را تسریع کند. چنانچه کارفرمایان متوجه شوند صرفه‌جویی مالی در زمینه هزینه بتن که در مقایسه با هزینه‌های تمام شده ساختمان بسیار ناچیز است، عواقب جبران‌ناپذیری بر مقاومت سازه‌ها در برابر زلزله و عمر مفید ساختمان خواهد داشت، خدمات با کیفیت‌تری شامل محصول، نظارت، آزمایشگاه و اجرا را مطالبه و خریداری خواهند کرد. در این شرایط است که انگیزه تولیدکنندگان بتن آماده برای به‌کارگیری دانش، نیروی انسانی، مصالح و تجهیزات با کیفیت‌تر با هدف ارتقای کیفیت محصول، افزایش خواهد یافت و رقابتی در خصوص کیفیت محصول بین تولیدکنندگان بتن آماده شکل خواهد گرفت. ما در بخش فن‌آوری بتن مرکز تحقیقات، در این خصوص، به صورت مقدماتی، طرحی را برای سطح‌بندی کیفی کارخانه‌های بتن آماده بر اساس سطح دانش، نیروی انسانی، تجهیزات و عملکرد کنترل کیفی تهیه کرده‌ایم و تلاش‌هایی را برای جلب حمایت مقامات در وزارت راه و شهرسازی آغاز کرده‌ایم. به اعتقاد ما، سطح‌بندی کیفی کارخانه‌های بتن آماده به سازندگان کمک خواهد کرد که گزینه‌های مطلوب‌تر به لحاظ کیفی را شناسایی کنند و به این واسطه، در تبلیغات پروژه ساختمانی خود بتوانند نشان دهند که کارخانه‌ای که بتن آماده پروژه از آن تهیه شده است دارای چه سطح کیفی‌ای می‌باشد. در این صورت، انگیزه سازندگان برای خریداری بتن آماده با کیفیت‌تر بیشتر خواهد شد.

به لحاظ فنی نیز باید عرض کنم که ارتقای صنعت بتن آماده در گرو استفاده از مواد افزودنی شیمیایی است. این مواد سبب می‌شوند که تولید بتن‌های توانمند و با دوام میسر شود. در سال‌های اخیر، استفاده از افزودنی‌های شیمیایی در کشور توسعه یافته است، ولی به اعتقاد من، هنوز به جایگاه مطلوب نرسیده است. باید توجه نمود که حتی برای تولید بتن‌های آماده معمولی با رده مقاومتی C20، C25 و C30 نیز در اکثر مواقعی که شرایط بتن ریزی در هوای گرم وجود دارد؛ مدت حمل بتن زیاد است؛ و یا مواقعی که بتن پمپ می‌شود، استفاده از افزودنی‌های شیمیایی مانند روان‌کننده یا فوق روان‌کننده ضروری است. به عبارتی، برای تولید بیش از ۸۰ درصد بتن‌های آماده کشور نیاز به استفاده از افزودنی‌های شیمیایی است ولی در کمتر از ۵ درصد موارد، از این مواد استفاده می‌شود. به نظر من باید این موضوع در ضوابط فنی کشور بیشتر تأکید شود و حتی به نوعی اجباری شود. همچنین، انجمن صنفی تولیدکنندگان مواد شیمیایی ساختمان می‌تواند با همکاری مراجع علمی مانند مرکز تحقیقات، به گسترش استفاده از مواد افزودنی شیمیایی بتن در صنعت بتن آماده اهتمام ورزد.

#### ۴- آینده صنعت بتن در کشور و امکان دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز بتن ۱۴۰۴

از دهه‌های گذشته تا کنون، به همت استادان، محققان و دانشجویان در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، دانش بتن در کشور توسعه پیدا کرده است و همچنین، صنعت بتن در کشور ارتقا یافته است. با وجود این، مقدار رشد صنعت را نسبت به جامعه علمی بسیار کمتر می‌دانم. به نظرم، هم‌اکنون با اهداف سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ فاصله زیادی داریم. معضلات اقتصادی پیش‌آمده در کشور توجه به کیفیت و دوام را کم کرده است. امیدوارم با ایجاد گشایش اقتصادی، صنعت بتن آماده کشور مجدداً در مسیر رشد قرار گیرد. در این مسیر، چاره‌ای جز استفاده از ماشین‌آلات و

تجهیزات جدیدتر و توسعه استفاده از مواد افزودنی شیمیایی بتن را نداریم که تنها با ایجاد انگیزه برای توسعه و توان اقتصادی بیشتر در کشور میسر خواهد بود.

#### ۵- استانداردها، ضوابط و دستورالعمل‌های ملی و بین‌المللی معتبر

استاندارد ملی ۶۰۴۴ با عنوان «بتن آماده-ویژگی‌ها»، اصلی‌ترین استاندارد ملی مربوط به بتن آماده کشور است که از استاندارد ASTM C 94 اقتباس شده است. در سال ۱۳۹۷، این استاندارد ملی بازنگری شد و مطالب آن با آئین‌نامه بتن ایران و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان هماهنگ شد. در ویرایش‌های قبلی این سه سند، بعضاً مغایرت‌ها و تناقضاتی مشاهده می‌شد که خوشبختانه هر سه سند تقریباً در یک دوره زمانی، به صورت هماهنگ، بازنگری شد و این مشکلات به حداقل رسید. همچنین، در آخرین ویرایش استاندارد ملی ۶۰۴۴، ضوابط با توجه به واقعیت‌های صنعت بتن آماده کشور تغییر یافت. به نظر من در حال حاضر، ضوابط فنی موجود در خصوص بتن بسیار جامع و گسترده است، لکن همانطور که عرض کردم به دلیل سیاست‌گذاری‌های ناکارآمد، صنعت ساختمان و به تبع آن، صنعت بتن کشور دچار نقص‌های فراوان است. درواقع مشکل ما عدم وجود ضوابط فنی نیست بلکه عدم انگیزه و آگاهی برای اجرا آن است.

و سخن آخر...

مجدداً از دعوت شما برای انجام این مصاحبه بسیار متشکرم. همچنین از تلاش‌ها و اقدامات انجمن علمی بتن و انجمن بتن ایران در گسترش دانش و ارتقای صنعت بتن در طول سالیان متمادی سپاسگزارم.

## بتن ژئوپلیمری، از اهرام مصر تا هزاره حاضر



**دکتر سید حسام مدنی**

**عضو هیئت مدیره انجمن علمی بتن ایران**

دکتر سید حسام مدنی مدرک دکتری در گرایش سازه را در سال ۱۳۹۱ از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی اخذ نموده‌اند. ایشان در حال حاضر با مرتبه دانشیار در دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی کرمان مشغول به فعالیت هستند و نایب رئیس انجمن علمی بتن ایران می‌باشند. وی مسئولیت راهنمایی حدود سی پایان‌نامه کارشناسی ارشد و دکتری را عهده‌دار بوده و در طرح‌های تحقیقاتی متعدد همکاری داشته است. همچنین ۴۰ مقاله در مجلات نمایه شده آی‌اس‌آی و علمی پژوهشی و ۵۰ مقاله کنفرانسی از ایشان ارائه شده است. از دیگر فعالیت‌های وی می‌توان به همکاری در بازنگری و تدوین دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های متعدد همچون آیین‌نامه آبا و مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان اشاره نمود.

یکی از معماهای بزرگ تاریخ، مصالح به کارگرفته در اهرام مصر و نحوه اجرای آنها با فن‌آوری‌های ساخت آن دوران بوده است. به همین لحاظ فرضیات مختلفی توسط باستان‌شناسان در مورد نحوه حمل سنگ‌های بسیار سنگین از کیلومترها دورتر و اجرای آنها مطرح شده است. حتی برخی معتقد هستند که چنین سازه‌هایی با دخالت موجودات فرازمینی خلق شده‌اند. پیشرفت‌های اخیر علمی و بررسی‌های انجام گرفته روی مصالح به کار رفته در این سازه‌ها نشان داده‌اند که بخش عمده‌ای از سنگ‌های به کار رفته در این بناها، سنگ‌های مصنوعی بوده و به صورت بتن‌های ژئوپلیمری درجا ریخته شده‌اند و در طی زمان و با تکمیل واکنش‌های شیمیایی، از لحاظ مینرالوژی ساختاری شبیه به سنگ‌های

طبیعی پیدا کرده‌اند. اخیراً مطالعه‌ای به صورت مشترک در دانشگاه‌های برکلی و استنفورد انجام شده است که نشان می‌دهد در ساخت بناهای باستانی ساخته شده در ایتالیا و فلسطین نیز ترکیبات ژئوپلیمری به صورت وسیع استفاده شده‌اند.

جالب است که ژئوپلیمر یک تکنولوژی پیشرفته در زمان حاضر محسوب می‌شود و با توجه به مباحث توسعه پایدار و آلاینده‌گی شدید سیمان که در شماره‌های پیشین خبرنامه در مطالب مختلف به آن اشاره شده است، می‌تواند یک گزینه مناسب برای توسعه سیمان در آینده و جایگزینی آن با سیمان‌های متداول امروزی باشد. لذا شاید در آینده، یک بازگشت به گذشته‌ای چند هزار ساله، با دانش نوین، در صنعت سیمان اتفاق افتد. در ادامه برخی مفاهیم مربوط به ژئوپلیمرها توضیح داده شده است.

### ۱- مفهوم ژئوپلیمرزاسیون

پلیمرهای ارگانیک (حاوی گروه‌های کربنی) ضعف‌هایی همچون مقاومت پایین در برابر آتش و حرارت دارند که سبب محدودیت کاربرد آنها در صنعت می‌گردد. از جمله این پلیمرها میتوان به پلاستیک‌ها و عمده رزین‌های موجود در بازار همچون اپوکسی‌ها اشاره نمود. برای غلبه بر این ضعف گونه‌ای جدید از پلیمرها بنیان گذاشته شده‌اند که به ژئوپلیمرها شهرت دارند. در ساختار ژئوپلیمرها همچون پلیمرهای ارگانیک زنجیره‌های طویل و شبکه‌های به هم پیوسته از مولکول‌ها قرار دارد، با این تفاوت که مولکول‌های قرار گرفته در آن از نوع مولکول‌های معدنی هستند که به واسطه پیوندهای کئووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند. شایان ذکر است که ژئوپلیمرها بر خلاف سرامیک‌ها ساختار پلیمری دارند و در دماهای پایین و زیر ۱۰۰ درجه سانتیگراد شکل می‌گیرند. برای اولین بار واژه ژئوپلیمر توسط دانشمند فرانسوی داویدویتس در سال ۱۹۷۹ مطرح شد.

برای ساخت ژئوپلیمرها ابتدا نیاز به یک مولکول سیلیکواآلومیناتی پایه میباشد. این مولکول در حالت الیگومر بوده و ساختار پلیمری ندارد. سپس به واسطه ژئوپلیمرزاسیون این واحدهای اولیه به یکدیگر پیوسته و یک شبکه به هم پیوسته از تعداد بسیار زیادی از مولکول‌های پایه را تشکیل می‌دهند. در ساختار ژئوپلیمر یک ساختار تکرار شونده همچون سیلیکو اکساید  $-Si-O-Si-O-$ ، سیلیکو آلومینات  $-Si-O-Al-O-$ ، فروسیلیکو آلومینات  $-Fe-O-Si-O-Al-O-$  یا آلومینو فسفات  $-Al-O-P-O-$  به واسطه فرآیند ژئوپلیمرزاسیون شکل می‌گیرد. این مواد در دمای پایین حالت آمورف (بی‌شکل) دارند، لیکن با افزایش دما تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد حالت کریستاله پیدا می‌کنند.

### ۲- تولید ژئوپلیمرها

برای تولید این مواد می‌توان از دو محیط قلیایی یا اسیدی استفاده نمود که تاکنون محیط قلیایی در جامعه مهندسی ترجیح بیشتری داشته است. برای این منظور معمولاً از ترکیبات قلیایی همچون هیدروکسید سدیم، هیدروکسید پتاسیم و هیدروکسید لیتیم با ملاریته ۲ الی ۱۲ بسته به نوع ماده اولیه به همراه سیلیکات سدیم یا سیلیکات پتاسیم استفاده میشود. در انواع اسیدی از اسید فسفریک برای ایجاد فرآیند پلی-کاندیسیشن بهره برده میشود. شایان ذکر است که مواد اولیه ژئوپلیمرها ذاتاً از پتانسیل فعالیت شیمیایی بالای برخوردار هستند، لذا برای فرآیند ژئوپلیمرزاسیون، مواد قلیایی نقش فعال‌سازی برای مواد اولیه ندارند و سخت‌کننده هستند.

میتوان مراحل ژئوپلیمریزاسیون را در مراحل خلاصه نمود: ۱- قلیایی سازی محیط، ۲- دی پلیمریزاسیون سیلیکات ها (ترکیبات سیلیکاتی موجود در ماده اولیه به مولکول های کوچکتر تبدیل و در محیط قلیایی آزاد می شوند)، ۳- شکل گیری ترکیبات الیگومری، ۴- پلی کاندیسیشن (با به هم پیوست الیگومرها، مولکول های بزرگتر شکل می گیرند)، ۵- ایجاد شبکه های پلیمری و ۶- دستیابی به محصول نهایی و جامد ژئوپلیمر. برای انجام این فرآیند نیازی به حرارت های بالا نیست و در دمای محیط نیز می توان سخت شدگی مطلوب را تامین کرد. البته در مواد با فعالیت پایین جایگزینی بخشی از ماده با ترکیباتی همچون سرباره کوره آهن گدازی می تواند رفتار مناسب تری را فراهم آورد.

ژئوپلیمرها ناپیوستی دچار ترک خوردگی شوند. به عنوان مثال وجود ترکیباتی همچون سولفید آهن در ماده اولیه، که شدیداً کندگیرکننده هستند، سبب تعویق روند سخت شونده و ترک خوردگی محصول می گردد، لذا بایستی از آنها احتراز نمود. از سوی دیگر موادی همچون آهک آزاد خاصیت سیمانی ایجاد نموده و مشخصات ماده ژئوپلیمری را تغییر می دهند. توصیه میشود از سنگدانه های معدنی در ترکیب ماده ژئوپلیمری استفاده شود. نکته مهم دیگر فعالیت شیمیایی قابل قبول برای ماده اولیه است. در تعیین فعالیت شیمیایی ماده اولیه آنالیز اکسیدها نتیجه خاصی به همراه نخواهد داشت و لازم است فازها مورد بررسی قرار گیرند. به عنوان مثال مقدار قابل توجه یون های کلسیم در سرباره وجود دارد که در ترکیب با سایر عناصر بوده و در روند ژئوپلیمریزاسیون خدش های وارد نمی کند، لذا تنها آنالیز مولکولی و مینرالوژی مفید خواهد بود. توصیه میشود به دلیل لزجت پایین از سیلیکات پتاسیم به جای سیلیکات سدیم استفاده شود، البته لازم است، به لحاظ قیمت بالای سیلیکات پتاسیم، به مسائل اقتصادی نیز توجه شود.

### ۳- کاربرد ژئوپلیمرها

تکنولوژی ژئوپلیمر یک فناوری پیشرفته محسوب می شود و در حال حاضر شرکت هایی در دنیا در حال تولید محصولات ژئوپلیمری هستند. از جمله محصولات تولید شده می توان به سیمان، بتن، انواع چسباننده ها، رزین ها، رنگ، پوشش، دوغاب و سرامیک ها و کامپوزیت های ژئوپلیمری اشاره نمود. برخی از کاربردهای موفق ژئوپلیمرها در صنعت شامل تولید سیمان ها و بتن های توانمند ژئوپلیمری، کامپوزیت های مسلح به الیاف کربن، دوغاب ها برای تعمیر لوله های فاضلاب و کامپوزیت ها مقاوم در برابر حرارت می باشند.

نوع محصول ژئوپلیمر کاملاً وابسته به نسبت سیلیسیم به آلومینیم در ساختار آن است. هر چه این نسبت بالاتر باشد ساختار شکل پذیرتر خواهد بود. در نسبت های  $Si : Al$  کمتر از ۲:۱ یک شبکه سه بعدی مستحکم به هم پیوسته از اتم های سیلیسیم، آلومینیم و اکسیژن شکل می گیرد که برای تولید مصالح تردی همچون آجر، سرامیک، سیمان، بتن و مواد مدفون کننده مواد رادیواکتیو و پسماندهای سمی مناسب است. از ژئوپلیمرها با نسبت  $Si : Al$  بین ۲:۱ و ۳:۱ برای ساخت کامپوزیت های مقاوم در برابر حرارت و آتش (۲۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد) و در صنایع ریخته گری استفاده می گردد. با افزایش نسبت مذکور به بیش از ۳:۱ تا ۲۰:۱ خصوصیات پلیمری تقویت شده و امکان تولید رزین ها با قدرت تحمل دماهای تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد فراهم می گردد. در نسبت های فراتر از ۲۰:۱ حالت شبکه ای ژئوپلیمری تا حدی از بین رفته و یک ساختار دو بعدی پیدا می کند که از جمله در تولید کامپوزیت های مسلح به الیاف مقاوم در برابر حرارت و آتش کاربرد دارد.

۴- آیا مواد ژئوپلیمری با مواد فعال سازی شده با قلیا یکسان هستند؟

ژئوپلیمرها با مواد فعال سازی شده با قلیا یکسان نیستند. متأسفانه این اشتباه به صورت رایج در جامعه مهندسی در سطح دنیا به وجود آمده است که هر ماده‌ای که توسط مواد قلیایی فعال شده و خصوصیات سخت‌شدگی دارد به نوعی ژئوپلیمر محسوب می‌شود، در صورتی‌که برای شناخته شدن در دسته ژئوپلیمرها نیاز به ایجاد شبکه‌ها و زنجیره‌های پلیمری در ساختار محصول است. هر ماده فعال سازی شده با قلیا این ویژگی را ندارد و می‌تواند تنها یک ترکیب سیلیکواتومیناتی باشد. بایستی به این نکته توجه نمود که ژئوپلیمر یک مفهوم است و توصیه می‌شود به عنوان بخشی از دسته‌بندی مصالح فعال‌سازی شده با قلیا قرار نگیرد.

## پیزوالکتریک‌ها، یک فناوری پیشرفته برای توسعه هوشمند سازه



**دکتر مجتبی لزگی**

**عضو هیئت علمی دانشگاه سبزوار**

جناب دکتر لزگی در سال ۱۳۹۰ موفق به اخذ درجه دکتری در رشته مهندسی عمران گرایش سازه از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی شده‌اند. ایشان از سال ۱۳۹۱ تاکنون به عنوان عضو هیات علمی در دانشکده عمران دانشگاه حکیم سبزواری مشغول به فعالیت می‌باشند. راهنمایی بیش از ۳۰ پایان نامه کارشناسی ارشد، چاپ بیش از ۴۰ مقاله در مجلات معتبر بین‌المللی و ارائه بیش از ۲۰ مقاله در کنفرانس‌های علمی معتبر داخلی و خارجی را در کارنامه پژوهشی خود دارند. همچنین چاپ یک کتاب در زمینه طراحی ساختمان‌های بتن مسلح و ثبت اختراع یک حسگر ویژه برای اندازه‌گیری تنش در سازه‌های بتن مسلح از جمله‌ی دیگر فعالیت‌های وی در این مدت می‌باشد.

### ۱- معرفی پیزوالکتریک‌ها و کاربرد آنها در صنایع مختلف

مواد پیزوالکتریک جزو مواد هوشمند محسوب می‌گردند. این مواد دارای این توانایی هستند که به تحریکات محیطی واکنش نشان دهند. مواد پیزوالکتریک قابلیت تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی و همچنین تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی را دارا می‌باشند. وابستگی ویژگی‌های مکانیکی و الکتریکی مواد پیزوالکتریک آن‌ها را مناسب برای استفاده به عنوان حسگر و عملگر می‌سازد. این ویژگی‌های منحصر بفرد مواد پیزوالکتریک منجر به استفاده وسیع از آن‌ها در بسیاری از شاخه‌های مهندسی مانند هوافضا، عمران، الکترونیک، رباتیک و بیومکانیک شده است که از جمله‌ی این کاربردها می‌توان به کنترل امواج صوتی پره‌های هلیکوپتر، کنترل پل‌ها، کنترل استاتیکی خرپاهای فضایی و آنتن‌های بزرگ اشاره کرد.

## ۲- حسگرها و عملگرها

حسگرها ابزارهایی هستند که زمانیکه در معرض شرایط محیطی مانند دما، نیرو و جابجایی قرار می‌گیرند، یک سیگنال خروجی متناسب با آن از خود نشان می‌دهند. عملگرها که اساساً به منزله‌ی عضلات یک سیستم هوشمند می‌باشند، دستورات کنترل را که معمولاً یک نوع از یک سیگنال الکتریکی هستند را دریافت و سبب ایجاد تغییرات فیزیکی در سیستم می‌شوند. این تغییرات فیزیکی به صورت تولید نیرو، حرکت، گرما و جریان نمود می‌یابد.

## ۳- قابلیت‌های مواد پیزوالکتریک برای استفاده در سازه‌های بتنی

سازه‌های بتنی همواره در معرض نیروهای دینامیکی نظیر وزش شدید باد، زمین لرزه و نیز ارتعاشات ناشی از ماشین آلات و تاسیسات مکانیکی می‌باشند. اعمال نیروهای دینامیکی به برخی از این سازه‌ها از جمله ساختمان‌های با ارتفاع زیاد و نیز پل‌های با دهانه‌های بزرگ، سبب ایجاد لرزش‌های شدید و تغییر شکل‌های بزرگ در آن‌ها می‌گردد. ارتعاشات شدید و تغییر شکل‌های بزرگ در چنین سازه‌هایی علاوه بر به مخاطره انداختن ایمنی و پایداری کلی سازه، سبب پریشانی خاطر استفاده‌کنندگان نیز می‌شود. این مخاطرات در نهایت ممکن است به شکست و خرابی سازه بتنی منجر شود. از مواد پیزوالکتریک می‌توان بعنوان حسگر در سیستم‌های پایش سلامت سازه‌های بتن مسلح استفاده نمود. استفاده از حسگرها جزو لاینفک روش‌های پایش سلامت سازه می‌باشد. سیستم‌های ارزیابی سلامت سازه‌ها، متشکل از تعداد زیادی حسگر می‌باشند که ضروری است به منظور اندازه‌گیری پاسخ‌هایی که بوسیله محرک‌های بیرونی و درونی بوجود آمده است، در بخش‌های مختلف سازه نصب شوند و وضعیت لحظه به لحظه سازه را به مهندسین گزارش دهند. در صورت جایگذاری حسگرهای پیزوالکتریک در نقاط بحرانی یک سازه بتن مسلح قبل از بتن‌ریزی، می‌توان میزان تنش در این نقاط را در مدت زمان بهره‌برداری با دقتی بسیار بالا اندازه‌گیری و در صورت لزوم اقدامات مناسب جهت تعمیر و تقویت سازه اتخاذ نمود.

## ۴- استفاده از مواد پیزوالکتریک به عنوان حسگر در سازه‌های بتنی با چه محدودیت‌ها و مشکلاتی مواجه است؟

بر خلاف سازه‌های مکانیکی و سایر سازه‌های صنعتی که اغلب از جنس فلز یا سایر آلیاژهای فلزی ساخته شده‌اند، سازه‌های بتنی اغلب در محل پروژه قالب‌بندی و اجرا می‌شوند. فرآیند هیدراسیون سیمان یک فرآیند طولانی مدت بوده و بعضاً ممکن است تا چندین سال به طول بیانجامد. در حین این فرآیند شیمیایی، درصد رطوبت و دمای بتن دستخوش تغییر می‌گردد. در حین این تغییرات، بتن منقبض و منبسط شده در حالیکه ماده پیزوالکتریک تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند. این ناسازگاری نه تنها باعث کاهش انتقال انرژی بین حسگر پیزوالکتریک و سازه بتنی میزبان می‌شود، بلکه سبب افت قابل توجه سیگنال انتقالی در سطوح مرزی میان آن دو نیز می‌گردد. علاوه بر محدودیت‌های فوق‌الذکر، عدم اتصال و چسبندگی کامل میان حسگر پیزوالکتریک و بتن در سطوح تماس دو ماده نیز مشکل دیگری است که استفاده از این نوع حسگر در مهندسی عمران محدود را می‌نماید. بطور کلی می‌توان گفت استفاده مستقیم از حسگرهای پیزوالکتریک گزینه مناسبی جهت سازه‌های بتنی نبوده و طرح و ساخت حسگرهای جدید و سازگار با این نوع از سازه‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد.



#### ۴- کارها و مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از این مواد در صنعت بتن و استفاده‌های کاربردی

از مواد پیزوالکتریک بعنوان حسگر در سیستم‌های پایش سلامت سازه‌های بتن مسلح استفاده شده است. تحقیقات متعددی در این زمینه توسط محققین در کشورهای مختلف انجام شده است. حسگرهای پیزوالکتریک پایه سیمانی که در آن سیمان و پودر پیزوالکتریک با هم مخلوط می‌شوند، توسط برخی محققین ساخته شده‌اند. این نوع از حسگرها قبل از بتن‌ریزی در سازه جایگذاری می‌گردند. گرچه حسگرهای پیزوالکتریک پایه سیمانی دارای این مزیت منحصر بفرد می‌باشند که سطح مشترک آن‌ها سازگار با سازه بتنی میزبان است، فرآیند ساخت و قطبش این مدل از سنسورها پیچیده و گران است. اخیراً محققین یک حسگر جدید پیزوالکتریک با پایه سیمان با پسوندهای علمی ۲-۲ ارائه نموده‌اند. این نوع خاص حسگر از تعدادی ورق پیزوالکتریک تشکیل شده است که اطراف آن‌ها را ملات سیمان احاطه نموده است. در تحقیقی مشابه در کشور چین، حسگر پیزوالکتریک پایه سیمانی با پسوندهای علمی ۱-۳ معرفی شده است که با فرارگیری تعداد زیادی میله‌ی پیزوالکتریک داخل ملات سیمان ساخته می‌شود. حسگرهای پیزوالکتریک پایه سیمانی ساخته شده می‌توانند مسأله عدم سازگاری حسگرهای پیزوالکتریک متداول برای استفاده در داخل ساختمان‌های بتنی را مرتفع نمایند.

#### ۵- جایگاه و آینده برای استفاده از این مصالح در صنعت بتن پیش بینی

جهت‌گیری آینده تحقیقات مهندسی به سمت سازه‌هایی است که قادر به حس کردن، واکنش نشان دادن و حداقل کردن اثرات اغتشاشات وارده بر خود باشند. سازه‌های بتنی آینده با استفاده از واحدهای حسگر، واحدهای عملگر و واحد کنترل و پردازش سیگنال دارای توانایی پاسخ دادن به تحریکات محیطی خواهند بود. با توجه به جهت‌گیری پیش رو، در آینده‌ای نزدیک شاهد استفاده گسترده از مواد پیزوالکتریک و بویژه حسگرهای پیزوالکتریک با پایه‌ی سیمانی در ساخت سازه‌های بتن مسلح خواهیم بود.

#### ۶- و سخن آخر ....

استفاده از مواد پیزوالکتریک در سازه‌های بتنی هنوز در مراحل اولیه قرار دارد و آشنایی بیشتر جامعه مهندسين عمران با این مواد و ویژگی‌های منحصر بفرد آن‌ها ضروری می‌باشد. انجمن علمی بتن ایران همراه با سازمان نظام مهندسی ساختمان می‌تواند از طریق برگزاری سمینارها و کارگاه‌های آموزشی مرتبط، زمینه‌ی آشنایی مهندسين عمران فعال در زمینه طراحی سازه‌های بتن مسلح با مواد پیزوالکتریک را فراهم نمایند.

## بهبود کیفی صنعت بتن آماده، چه وقتی، با چه ابزاری و چگونه؟



**دکتر مهدی نعمتی چاری**  
**عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و**  
**شهرسازی**

جناب دکتر مهدی نعمتی دارای مدرک کارشناسی در رشته مهندسی عمران و کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی در گرایش مهندسی سازه از دانشگاه تهران هستند. ایشان از سال ۱۳۸۲ به عنوان کارشناس فنی تکنولوژی بتن در شرکت‌های مهندسی مشاور و سپس پیمانکار پروژه‌های عمرانی آغاز به فعالیت نموده‌اند. همچنین از سال ۱۳۸۵ به عنوان کارشناس ارشد تکنولوژی بتن در انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران اشتغال داشته‌اند. وی از سال ۱۳۹۵ تاکنون به عنوان عضو هیات علمی بخش فناوری بتن مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، در سطح پروژه‌های ملی، تحقیق و پژوهش در زمینه تکنولوژی بتن را ادامه داده‌اند. در کارنامه اجرایی وی سمت‌هایی همچون مدیریت امور مالی و اداری انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران و سرپرستی حوزه ریاست، روابط عمومی و روابط بین‌الملل مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و مشاور ریاست آن مجموعه وجود دارد. ایشان از لحاظ پژوهشی بیش از ۳۰ پروژه پژوهشی را به انجام رسانده‌اند که ثمره آن چاپ ده‌ها مقاله در مجلات علمی و کنفرانس‌های داخلی و بین‌المللی بوده است.

۱- صنعت بتن آماده در کشور تا چه درجه‌ای از اهمیت را به خود اختصاص می‌دهد و آیا صرف وقت و هزینه برای ارتقاء آن می‌تواند برای کشور مفید باشد؟

از آنجا که شرایط و موضوعات مهم کشور، مسائل اقتصادی است، شاید بهتر باشد از جنبه اقتصادی به موضوع نگریسته شود. همانطور که می‌دانید سالانه حدود ۵۳ میلیون تن سیمان در کشور مصرف می‌شود. حدود ۳۲ میلیون تن آن به صورت فله و مابقی آن به صورت پاکتی

عرضه و مصرف می‌شود. مصرف عمده سیمان فله در کشور به غیر پروژه‌های عمرانی و ساخت قطعات پیش‌ساخته بتنی، در تولید بتن آماده است. سالانه حدود ۵۰ میلیون متر مکعب بتن در کشور به صورت بتن آماده تولید و مصرف می‌شود. از آنجاییکه امروز، هزینه تولید و انتقال بتن آماده در کشور حدود ۶ میلیون ریال در هر متر مکعب است، می‌توان اذعان داشت که در سال حدود ۳۰۰ میلیارد ریال در کشور برای بتن آماده صرف می‌شود. این رقم مطمئناً آنقدری اهمیت دارد که به دنبال بهینه‌سازی و ارتقاء این صنعت بود.

## ۲- چند کارخانه تولید بتن آماده در کشور وجود دارد و سطح کیفی آنها در چه درجه‌ای قرار دارد؟

طبق آمار موجود، حدود ۱۹۰۰ مرکز تولید بتن (در اکثر موارد به عنوان کارخانه) در کشور وجود دارد. همچنین مجموع تراک میکسرهای حمل بتن آماده، حدود ۶۰۰۰ دستگاه می‌باشد که متوسط عمر آنها بسیار پایین است. از طرفی طبق آمار موجود می‌توان اظهار داشت که به ازای هر ۴۲ هزار نفر در کشور، یک کارخانه بتن آماده وجود دارد. از طرف دیگر باید اظهار داشت که تنها حدود ۵۰ درصد این کارخانه‌های تولیدکننده دارای پروانه استاندارد معتبر هستند. در این بین، استان لرستان با ضعیف‌ترین آمار و استان چهارمحال و بختیاری با بیشترین درصد استانداردسازی را می‌توان مشاهده کرد. از طرف دیگر توزیع کارخانه‌ها در کشور با توجه به بافت جمعیتی شهرها، نیست. این درحالیست که در استان یزد به ازای هر ۱۹ هزار نفر یک کارخانه و در استان سیستان و بلوچستان به ازای هر ۱۴۶ هزار نفر یک کارخانه بتن آماده تاسیس شده است.

همه اینها در شرایطی است که نیازهای کشور با وضعیت راه‌اندازی کارخانه‌ها تناسب مناسبی ندارد. با توجه به سطح پروژه‌های ساختمانی کشور، چیزی بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ کارخانه نیاز است. اگر تناسب جمعیتی رعایت شود، به ازای تقریباً هر ۱۴۵ هزار نفر نیاز به یک کارخانه می‌باشد. البته چنانچه در برنامه‌های توسعه‌ای کشور، سطح اجرای ساختمان افزایش یابد، تعداد کارخانه‌ها یا سطح تولید آنها می‌تواند افزایش یابد. خلاصه وضعیت موجود و امکانات مورد نیاز را می‌توان طبق جدول زیر خلاصه کرد:

شرح	تعداد موجود	تعداد مورد نیاز
تراک میکسر	۶۰۰۰ دستگاه	۵۵۰۰ دستگاه
کارخانه بتن آماده	۱۹۰۰ واحد	۵۵۰ واحد
تعداد متوسط تراک میکسر برای هر کارخانه	۳.۲ دستگاه	۱۰ دستگاه
جمعیت تحت پوشش توسط یک کارخانه بتن آماده	۴۲۰۰۰ نفر	۱۴۵۰۰۰ نفر

۳- آیا تعداد بیشتر کارخانه‌های بتن آماده نسبت به تعداد مورد نیاز، می‌تواند دلیلی بر توسعه و پیشرفت باشد یا اینکه باعث بروز ایراداتی خواهد شد؟

به طور کلی، چنانچه کارخانه‌های بزرگ یا متوسط تبدیل به کارخانه‌های کوچک شوند، مشکلاتی بروز خواهد کرد. بخشی از این مشکلات عبارتند از: کاهش گردش مالی کارخانه‌ها و در اغلب موارد کاهش توان مالی کارخانه‌ها، افزایش قیمت تمام شده مواد اولیه، کاهش سطح کنترل کیفیت بتن در کارخانه‌ها و متعاقباً کاهش سطح تحقیق و توسعه در کارخانه‌ها.

به عنوان یک مثال ساده، اگر سطح کنترل کیفیت در یک کارخانه از رده الف (طبق روش ملی طرح مخلوط بتن) به رده ج افت نماید، مصرف سیمان حدود ۱۰ درصد افزایش می‌یابد و به نوعی به هدر می‌رود.

۴- با توجه به شرایط موجود، چه راهکارهایی برای افزایش کیفیت و ارتقاء بتن آماده کشور می‌توان پیشنهاد نمود:

در نگاه اولیه، چندین راهکار را می‌توان پیشنهاد داد که اکثر آنها مناسب نیست یا قابلیت عملیاتی شدن را ندارد. به عنوان مثال:

- کاهش مستقیم تعداد کارخانه‌های بتن آماده یا ادغام آنها. این راهکار در شرایط جاری کشور نه قابل عملیاتی شدن است و نه به صلاح است.

- افزایش بازرسی‌ها و جلوگیری از فعالیت کارخانه‌های با محصول بدون کیفیت. عملاً کلیه بازرسی‌هایی که سازمان ملی استاندارد و شرکت‌های بازرسی به نمایندگی سازمان استاندارد نتوانسته منجر به افزایش کیفیت شود.

- سرمایه‌گذاری مستقیم دولت در انجام کنترل کیفیت و استقرار واحدهای تحقیق و توسعه در کارخانه‌ها. این کار غیر از در پی داشتن هزینه بسیار زیاد، باعث تداخل در کار بخش خصوصی و کاهش راندمان خواهد شد.

- افزایش سطح آگاهی مصرف‌کنندگان بتن آماده. شاید بتوان اذعان داشت که افزایش سطح آگاهی مصرف‌کنندگان به چیزی که می‌خرند بهترین راه برای تشویق تولیدکنندگان به ارتقاء سطح کیفی بتن آماده باشد. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد که در جای خود می‌توان به آنها پرداخت. البته لازم به یادآوری است که اعلام نیاز و رغبت مصرف‌کننده نهایی به خرید ساختمانی که بتن آن قابل اعتماد است، سازندگان را به سمت استفاده از محصولات کارخانه‌های معتبر سوق خواهد داد. درخواست خرید بتن آماده استاندارد و قابل اعتماد، تولیدکنندگان را به افزایش سطح دانش و استفاده از تکنولوژی جدید در تولید هدایت خواهد نمود. همچنین تولیدکنندگان بتن آماده مجبور خواهند بود از مواد اولیه مناسب و استاندارد استفاده نمایند.

۵- چه دستگاهی و چگونه باید این روند را طراحی و پیاده‌سازی کند؟ مجمع صنفی کارخانه‌های تولیدکننده، مراکز پژوهشی و یا دولت؟

قبل از اینکه بگویم چه دستگاهی باید این کار را انجام دهد، بهتر است متذکر شوم که امروزه ارتقاء، بهینه‌سازی تولید و مصرف و توسعه فناوری نیازمند در اختیار داشتن مراکز داده جامع و قدرتمند است. بنابراین شاید بهتر باشد در ابتدا یک مرکز داده (دیتاستر) از اطلاعات کلیه

کارخانه‌های بتن آماده کشور ایجاد شود و در ادامه سطح داده‌ها به کارخانه‌های مصالح سنگی، سیمان و مواد شیمیایی، تولیدکنندگان و سرویس‌دهندگان ماشین‌آلات، شرکت‌های مهندسی مشاور و آزمایشگاه‌ها توسعه داده شود. البته باید ذکر کنم که صرفاً ایجاد مرکز داده نمی‌تواند کمکی به ارتقاء سطح کارخانه نماید. امروز به کارگیری هوش مصنوعی روی مدیریت مرکز داده، می‌تواند انقلابی در بهینه‌سازی و ارتقاء کیفی ایجاد نماید.

هوش مصنوعی هم می‌تواند برای کارخانه‌های بتن آماده، هم مصرف‌کنندگان و حتی دولت منافع قابل توجهی به دنبال داشته باشد. در این میان کارخانه‌های بتن آماده می‌توانند سطح بندی شوند و زمینه‌های رقابت بین آنها فراهم گردد.

صاحبان و مدیران کارخانه‌ها مشاره‌هایی از هوش مصنوعی دریافت خواهند کرد تا بسته به سطح سرمایه‌گذاری و نیاز بازار مطلع شوند چگونه خود را به روز نمایند. همچنین به کارخانه‌ها کمک خواهد شد تا با توجه به سطح تولید خود، بهترین گزینه برای تامین مواد اولیه را پیدا کنند. از طرفی صاحبان این کارخانه‌ها مطلع خواهند شد با توجه به مواد اولیه و ماشین‌آلات خود، طرح مخلوط بتن‌های تولیدی خود را چگونه بهینه نمایند. ضمناً به کارخانه‌ها در جهت تامین، نگهداری و به روزرسانی ماشین‌آلات کمک می‌کند. از همه مهمتر پیشنهاد برای سرمایه‌گذاری‌های جدید را توسط هوش مصنوعی، بررسی و سرمایه‌گذار راهنمایی خواهد شد تا سرمایه‌گذاری مطمئنی داشته باشد.

مصرف‌کنندگان بتن آماده نیز با توجه به امکان سطح‌بندی کارخانه‌های بتن آماده، امکان انتخاب بهتر دارند. همچنین با توجه به موقعیت محلی کاربر و سطح کاری که باید انجام دهد، بهترین گزینه را دریافت خواهد نمود و بنابراین شرایط خرید بهینه برای کاربر فراهم می‌شود.

این مرکز داده و هوش مصنوعی مستقر روی آن، مزایای قابل توجهی برای دولت نیز خواهد داشت. بخشی از این مزایا عبارتند از:

مدیریت و بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری‌های جدید

قابلیت مدیریت ماشین‌آلات و بهبود برنامه‌ریزی برای تولید / واردات ماشین‌آلات

قابلیت به روزرسانی استانداردها و ضوابط و بهینه‌کردن آنها

قابلیت بهینه‌کردن مصرف سوخت

قابلیت مدیریت ترافیک

جلوگیری از هدررفت منابع و کاهش هزینه‌های کلی کشور

آموزش دست‌اندرکاران صنعت بتن آماده را بدون صرف هزینه قابل توجه

ایجاد مرکز پاسخ‌دهی به سوالات کارخانه‌ها و مصرف‌کنندگان بدون نیاز به نیروی انسانی گسترده

حال با توجه به اهمیت مرکز داده و نحوه ایجاد دسترسی به داده‌ها در آن، می‌توان گفت بهترین دستگاہی که باید برای ارتقاء سطح کیفی و بهینه‌سازی کارخانه‌های بتن آماده اقدام نماید، دولت است. البته دلایل دیگری نیز وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از اینکه:

دولت اجازه دسترسی به اطلاعات همه کارخانه‌ها را دارد.

صدور همه مجوزها توسط دولت انجام می‌شود.

دولت وظیفه سیاست‌گذاری در زمینه‌های مختلف به ویژه صنعت ساختمان را دارد.

دسترسی کامل به مرکز داده می‌تواند زمینه‌های رقابت بین کارخانه را دچار اختلال کند و چون دولت به عنوان رقیب بخش خصوصی نیست، می‌تواند اطلاعات کامل را در اختیار داشته باشد.

دولت داده‌های موازی را در اختیار دارد و قابلیت لینک مراکز داده برایش فراهم است.

در حال حاضر با توجه به شرایط اقتصادی کشور، بخش خصوصی در زمینه تهیه داده، راه‌اندازی مرکز داده و استقرار هوش مصنوعی، سرمایه‌گذاری نخواهد کرد و تنها می‌تواند به عنوان مشارکت‌کننده باشد.

#### و سخن آخر ...

سخن آخر اینکه هرچه قدر برای این کار، دیرتر اقدام شود، هزینه‌های بیشتری به کشور تحمیل می‌شود و روند توسعه صنعت بتن سرعت نخواهد یافت. امروز که فناوری اطلاعات و روش‌های مدیریت داده و تحلیل آنها با سرعت زیادی در حال توسعه می‌باشد، بهترین فرصت است تا کاری انجام شود. نسل جوان، پویا و علاقمند به توسعه آماده است تا اقدام نماید. امید است هر چه زودتر هوش مصنوعی در ارتقاء و بهینه‌سازی صنعت بتن آماده ایران بکار گرفته شود و مزایای آن نصیب همه دست‌اندرکاران صنعت بتن آماده و مهمتر از آن، مردم عزیز کشور گردد.

## گزارش دوازدهمین کنفرانس ملی بتن و شانزدهمین همایش روز بتن



دکتر مهدی چینی  
عضو هیئت مدیره انجمن علمی بتن ایران

جناب دکتر چینی فارغ‌التحصیل کارشناسی در رشته مهندسی عمران و کارشناسی ارشد در گرایش مهندسی ژئوتکنیک از دانشکده فنی دانشگاه تهران هستند. ایشان مدرک دکتری را در گرایش سازه از دانشگاه علم و صنعت نروژ (NTNU) اخذ نموده‌اند و اکنون عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، خزانه‌دار انجمن علمی بتن ایران و دبیر کمیته مصالح خانه معدن می‌باشند.

همه ساله با شروع فصل پاییز و در مهرماه، گردهمایی و نشست مهندسیین و علاقه‌مندان صنعت بتن، موجب تجدید خاطره و دیدار دوستان و همکاران می‌گردد. متأسفانه در سال جاری بدلیل فراگیری بیماری Covid-19، امکان برگزاری همایش و کنفرانس روز بتن بصورت حضوری امکان پذیر نشد و عملاً "دوازدهمین کنفرانس ملی و هجدهمین همایش روز بتن بصورت غیر حضوری، مجازی و آنلاین برگزار گردید.

در روز ۱۵ مهرماه، مطابق برنامه زمان بندی از طریق سامانه اینترنتی انجمن، فیلم ضبط سخنرانی‌ها و کارگاههای علمی و تخصصی پخش گردید. در دوازدهمین کنفرانس ملی تعداد ۷۲ مقاله به دبیرخانه انجمن ارسال گردید که از این میان، با توجه به نظر داوران و هیات علمی کنفرانس، تعداد ۲۴ مقاله بصورت ارائه شفاهی و تعداد ۳۳ مقاله بصورت صرفاً "چاپ پذیرفته شده است.

ردیف	برنامه دوازدهمین کنفرانس ملی بتن ایران روز سه شنبه ۱۵ مهرماه سال ۱۳۹۹	مدت (دقیقه)	زمان
۱	تلاوت آیاتی از کلام الله مجید و پخش سرود جمهوری اسلامی ایران	۴	۸:۰۴-۸:۰۰
۲	خیر مقدم آقای دکتر علیرضا باقری، رئیس هیات مدیره انجمن علمی بتن ایران	۵	۸:۱۰-۸:۰۴
۳	خیرمقدم آقای دکتر مهدی چینی، دبیر کنفرانس ملی بتن	۳	۸:۱۳-۸:۱۰
۴	سخنرانی آقای دکتر پرویز قدوسی (تاثیر ویروس کرونا در زمانبندی پروژه ها، خوردگی آرماتور و عملکردسازه ها در مقابل زلزله در مناطق خلیج فارس و دریای عمان)	۶۶	۹:۲۰-۸:۱۳
۵	سخنرانی آقای دکتر داود پارسا پور (آب بندی سازه های مترو با رویکرد افزایش بهره وری در شرایط بحران)	۲۸	۹:۵۳-۹:۲۵
۶	سخنرانی آقای دکتر بابک احمدی (دمای بتن عامل مغفول در صنعت بتن آماده کشور)	۶۲	۱۰:۵۵-۹:۵۳
۷	ارائه مقالات به صورت همزمان	۱۲۰	۱۲:۵۵-۱۰:۵۵
۸	استراحت	۳۵	۱۳:۳۰-۱۲:۵۵
۹	کارگاه شرکت سازه گستر مدحت (مراحل راه اندازی سیستم قالب بندی تونلی فرم)	۴۰	۱۴:۱۰-۱۳:۳۰
۱۰	کارگاه شرکت سیمان نیزار قم (آشنائی با برخی ویژگیهای سیمان مناسب و بتن ریزی در هوای سرد)	۳۰	۱۴:۴۰-۱۴:۱۰
۱۱	کارگاه شرکت همگرایان تولید (نقش بتن خود تراکم در ارتقاء کیفیت صنعت ساختمان با توجه به سند چشم انداز بتن ۱۴۰۴)	۵۰	۱۵:۳۰-۱۴:۴۰
۱۲	کارگاه موسسه شهید رجائی (ساختمان پیش ساخته بتنی سریع الاحداث)	۳۵	۱۶:۰۵-۱۵:۳۰
۱۳	کارگاه شرکت شیمی ساختمان (تکنیکهای اجرایی و مواد شیمیایی جهت تعمیر سازه های بتنی)	۱۵۵	۱۸:۴۰-۱۶:۰۵

در ادامه در روز ۱۶ مهرماه به شرح زیر کارگاه ها، سخنرانی های تخصصی و معرفی طرح های برتر بتنی ارائه شد و در پایان در محل مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از برگزیدگان مسابقات ملی بتن و طرح های برتر تقدیر صورت گرفت.



ردیف	برنامه هجدهمین همایش روز بتن چهارشنبه ۱۶ مهرماه سال ۱۳۹۹	مدت (دقیقه)	زمان
۱	تلوت آیاتی از کلام الله مجید و پخش سرود جمهوری اسلامی ایران	۴	۸:۰۴-۸:۰۰
۲	خیر مقدم آقای دکتر محمد شکرچی زاده، ریاست محترم مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	۷	۸:۱۱-۸:۰۴
۳	خیر مقدم آقای دکتر محسن تدین، رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران	۵	۸:۱۶-۸:۱۱
۴	خیر مقدم مهندس موسی کلهری، دبیر همایش روز بتن	۵	۸:۲۱-۸:۱۶
۵	سخنرانی آقای دکتر محسن تدین، تدوین آیین نامه بتن جدید (بخش مصالح و اجرا)	۶۰	۹:۲۱-۸:۲۱
۶	سخنرانی آقای دکتر مهدی نعمتی چاری (لزوم همکاری سازمان های بالا دستی در ارتقاء فنی و کیفی کارخانه های بتن آماده)	۴۰	۱۰:۰۰-۹:۲۱
۷	کارگاه مجتمع رنگدانه سیرجان (ضوابط طراحی و کاربردهای بتن یافی)	۸۵	۱۱:۲۵-۱۰:۰۰
۸	کارگاه شرکت البرزشیمی آسیا (مدیریت هزینه ها در تولید بتن بدون تغییر در کیفیت آن)	۶۰	۱۲:۲۵-۱۱:۲۵
۹	کارگاه شرکت فهاب بتن (مروری بر جنبه های فنی و حقوقی استاندارد ملی بتن آماده)	۱۰۵	۱۴:۱۰-۱۲:۲۵
۱۰	استراحت	۱۵	۱۴:۲۵-۱۴:۱۰
۱۱	معرفی طرحهای برتر بتنی	۱۲۰	۱۶:۳۰-۱۴:۳۰
۱۲	گزارش مهندس بهتاش امیری، دبیر مسابقات دانشجویی روز بتن	۱۰	۱۶:۴۰-۱۶:۳۰
۱۳	گزارش مهندس امیر مازیار رئیس قاسمی، دبیر مسابقات حقوقی روز بتن	۱۰	۱۶:۵۰-۱۶:۴۰
۱۴	ارائه قطعنامه هجدهمین همایش روز بتن توسط دبیر همایش (مهندس موسی کلهری)	۱۰	۱۷:۰۰-۱۶:۵۰

در این همایش، با توجه به آغاز عملیات ساخت خانه انجمن، گزارش مفصلی از پیشرفت خانه توسط جناب آقای مهندس مهرداد اشتری، خزانه دار انجمن بتن ایران ارائه گردید که در خلاصه ای از آن به شرح زیر است:

ساختمان انجمن بتن ایران در زمینی به مساحت ۶۷۵ متر مربع در شهرک غرب، بلوار فرحزاری، خیابان عباسی اناری واقع شده است. در سال ۱۳۸۲ با تلاشهای موسسین انجمن بتن ایران، این زمین به منظور ساخت خانه انجمن از وزارت مسکن و شهرسازی وقت گرفته شد. براساس قرارداد با سازمان زمین شهری وزارت راه و شهرسازی، انجمن هزینه زمین را طی اقساط ۵ ساله با کمک های مالی اعضای انجمن و حامیان خانه بتن پرداخت نموده است. در پی آن نیز در سال ۱۳۸۸ پروانه ساخت خانه انجمن در مساحت کلی ۲۶۰۰ متر مربع از شهرداری منطقه ۲ گرفته شد. این مترآژ در سه بخش تقسیم می شود:

بلوک شمالی در ۷ طبقه شامل ۳ طبقه منفی شامل پارکینگها، انباریها، آزمایشگاه بتن، نمازخانه و سرویس های عمومی، یک طبقه لابی و ۳ طبقه روی لابی.

بلوک میانی در ۲ طبقه پارکینگ و ۱ طبقه سالن آمفی تئاتر به ظرفیت ۱۸۰ نفر.

بلوک جنوبی در ۶ طبقه شامل ۲ طبقه پارکینگ و ۴ طبقه روی همکف.

نقشه های معماری اولیه توسط مهندسین مشاور ارگ بم کرمان، نقشه های سازه ای توسط مهندسین مشاور سازه های و مطالعات ژئوتکنیک توسط مهندسین مشاور کوبان کاو در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. در ادامه با انعقاد قرارداد با مجری و ناظر ذیصلاح عملیات ساخت ساختمان انجمن آغاز گردید. لازم به ذکر است که تمامی هزینه ساخت خانه با همت و حمایت اعضاء و حامیان انجمن صورت گرفته است و این امر موجب طولانی شدن زمان ساخت و در نتیجه افزایش هزینه ساخت با توجه به تورم اقتصاد کشور شد.

سرانجام در سال ۱۳۹۵ عملیات ساخت اسکلت ساختمان به اتمام رسید. در این زمان با توجه به هزینه زیاد برای ادامه کار نازک کاری به منظور تسریع در عملیات اجرایی و اتمام خانه، در هیات مدیره تصمیم بر پیش اجاره دراز مدت واحدهای ساختمان به اعضای انجمن گردید. بر این اساس پس از اطلاع رسانی میان اعضاء، تعداد ۶ واحد به اجاره ۱۰ ساله در آمد. بر این اساس مقرر گردید تا ماهانه مبلغ مشخصی توسط مستاجرین در اختیار کمیته ساخت قرار گیرد. با توجه به این تصمیم هیات مدیره، در اواخر سال ۱۳۹۸ پس از عقد قرارداد پیمان مدیریت با پیمانکار جدید، عملیات ساخت ادامه پیدا کرد و تاکنون پیشرفت بیش از ۵۰ درصد در عملیات ساخت رقم خورده است. براین اساس پیش بینی می گردد تا مهرماه سال ۱۴۰۰ عملیات اجرایی ساخت انجمن به اتمام برسد. در حال حاضر دفتر انجمن بتن ایران در طبقه همکف بلوک جنوبی واقع شده است که پس از اتمام ساخت خانه به آدرس اصلی خود منتقل خواهد شد.

همچنین به اطلاع اعضای محترم انجمن علمی بتن ایران، انجمن بتن ایران و سایر علاقمندان صنعت بتن کشور می‌رساند به منظور سفارش و دریافت پکیج ویژه نامه کاغذی روز بتن به همراه DVD مولتی مدیا با دبیرخانه انجمن بتن به شماره های ۸-۸۸۲۳۰۵۸۵ تماس حاصل فرمایند.

در پایان آرزو می‌کنیم تا با پایان این بیماری در کشور، سال آینده شاهد حضور گرم و صمیمی دوستان انجمن باشیم.