

پرسش و پاسخ

ریاست محترم انجمن بتن ایران

به استحضار می‌رساند در حال حاضر در خصوص شرایط نگهداری و عمل‌آوری ایده آل نمونه‌های بتن، سوالی مد نظر است که خواهشمند است نسبت به پاسخگویی و راهنمایی مساعدت فرمایید.

در استاندارد های ISIRI و BS در خصوص نگهداری نمونه های مکعبی محدوده ی دمایی (22 ± 2) درجه سانتیگراد مطرح گردیده که حوضچه های معمول در آزمایشگاه ها با توجه به وجود المنت از بابت فصل سرما و حفظ دما در آن شرایط مشکلی ندارند اما این حوضچه ها سیستم سرمایش ندارند و در فصل گرما قادر به خنک کردن آب نمی باشند و هزینه ساخت چنین سیستمی نیز برای آزمایشگاههای همکار استاندارد با توجه به شرایط مالی و اقتصادی بسیار دشوار است و آزمایشگاههای دولتی نیز عموماً "مجهز به چنین سیستمهایی در حوضچه ی بتن نیستند لذا با توجه به این شرایط که در استاندارد نیز به استفاده از سیستم سرمایش الزامی نشده است آیا استفاده از یخ برای خنک کردن آب امکان پذیر است و با شرایط استاندارد تطابق دارد یا خیر؟ شما چه روشی را برای این منظور پیشنهاد می‌نمایید که در بازرسی و ممیزیها هم از آن روش پیشنهادی جنابعالی بتوان دفاع نمود؟

یاسر سلیمی

جناب آقای مهندس یاسر سلیمی

عضو محترم حقوقی انجمن بتن ایران

بدین وسیله پاسخ درباره شرایط استاندارد نگهداری نمونه های بتن از نظر می‌گذرد.

۱- در استانداردهای ASTM، EN و ایران، شرایط لازم برای نگهداری و عمل‌آوری استاندارد آزمون‌های بتنی ارائه شده است. استاندارد BS با تدوین استانداردهای EN جایگاه خاصی ندارد.

ضمناً لازم است عنوان نمایم که موضوعی تحت عنوان نگهداری و عمل‌آوری ایده آل در هیچ استاندارد مطروح نمی‌شود. هم چنین به ذکر جزئیات و وسایل اینکار اشاره ای نمی‌گردد (مگر در یادآوری های هر بند)

۲- در استاندارد ۳۲۰۵ فعلی ایران، بحثی در مورد تهیه و عمل‌آوری آزمون‌های مکعبی مطرح نشده است این استاندارد که براساس ASTM C31 در چند سال اخیر تهیه شده است صرفنظر از واقعیت های موجود کشور صرفاً برای آزمون‌های استوانه ای و تیر خمشی، آماده شده است. در استاندارد قبلی (قدیمی) ایران که براساس EN12390-2-2000 و ASTM C31-2005 تهیه شده بود، آزمون‌های مکعبی هم وجود داشت و عمل‌آوری

آن با استاندارد فعلی متفاوت بود.

۳- در استاندارد ASTM C31-12 و استاندارد ۳۲۰۵ فعلی ایران (۱۳۹۰) براساس ASTM C31-09، نگهداری آزمون استوانه ای و خمشی در شرایطی با دمای حدود ۱۵ تا ۲۷ درجه سیلسیوس به مدت تا ۴۸ ساعت در قالب نگهداری می شود و از افت رطوبت آزمون ها جلوگیری می گردد (بتن با مقاومت مشخصه 40 Mpa و بیشتر، در بازه دمایی ۲۰ تا ۲۶ درجه سیلسیوس). این بتن ها باید از تابش مستقیم نورخورشید یا منابع حرارتی تشعشعی محافظت گردد.

بهرحال نکاتی نیز در "یادآوری ها" آمده است که می تواند مفید و جوابگوی برخی پرسش های جنابعالی باشد اما مربوط به عمل آوری اولیه تا ۴۸ ساعت است. در این موارد هیچگونه الزامی برای استفاده از یک ابزار خاص وجود ندارد و موارد ذکر شده کاملاً اختیاری است.

۴- پرسش جنابعالی عمدتاً در مورد عمل آوری نهایی پس از خروج آزمون ها از قالب می باشد. در این رابطه، آزمون ها باید در آب یا اتاق مرطوب (بصورت اختیاری) در دمای ۲۱ تا ۲۵ درجه سیلسیوس نگهداری شود. تامین این دمای آب یا اتاق مرطوب با هر نوع وسیله دلخواه میسر است و استاندارد ایران محدودیت خاصی را ندارد. در ایران عمدتاً از مخزن آب جهت نگهداری آزمون ها استفاده می کنند. از آنجا که استاندارد جدید ۳۲۰۵ شرایط مخزن آب را طبق استاندارد ASTM C511 می داند، این آب باید اشباع از آهک هیدراته (هیدروکسید کلسیم) باشد.

برای تامین دمای ۲۱ تا ۲۵ درجه سانتی گراد، اولاً لازم است ترجیحاً دمای هوای اتاقی که مخزن در آن قرار می گیرد در این محدوده باشد اما اگر چنین نبود، می توان برای افزایش دمای آب از المنت حرارتی و ترموستات استفاده نمود و برای کاهش دمای آب می توان طبق یادآوری بند ۹-۱-۲ استاندارد ایران از یخ یا ابزار سرمایشی برای آب یا محیط مزبور استفاده نمود. بنابراین هیچگونه اجباری برای استفاده از یک وسیله خاص وجود ندارد و این اجبارها نوعی الزام فرا استاندارد است که متأسفانه گاه در ایران وجود دارد و منشا آن ناشناخته است.

۵- باید توجه داشت که کنترل دمای اتاق بویژه برای عمل آوری اولیه و یا در زمان کلاهدک گذاری و قبل از آزمون تعیین مقاومت ضروری است.

۶- در استاندارد قبلی ۳۲۰۵ (شهریور ۱۳۸۴) آزمون ها را باید حداقل پس از ۱۶ ساعت و حداکثر ۳ روز پس از تهیه از قالب خارج کرد. در این مدت آزمون ها باید در برابر ضربه، لرزش، تابش آفتاب و تغییرات ناگهانی دما در دمای ۱۸ تا ۲۲ درجه سیلسیوس (در آب و هوای گرم ۲۰ تا ۳۰ درجه) نگهداری نمود و سطح آن را با چتایی خیس و نایلون پوشانید یا در محل سرپوشیده ای نگهداشت. در این استاندارد آزمون ها را باید بلافاصله پس از خروج از قالب در حوضچه آب ۲۱ تا ۲۵ درجه سیلسیوس نگهداری نمود. در این استاندارد نیازی به اشباع کردن مخزن از آهک هیدراته وجود ندارد.

در سال ۹۳، استاندارد ۱۶۰۸ بر اساس ENDS90-2 تدوین شده است که به استاندارد قبلی ۳۲۰۵ شهریور ۸۴ شباهت دارد.

۷- در استاندارد ASTM C31-12 مدت نگهداری اولیه تا ۴۸ ساعت در دمای ۱۶ تا ۲۷ درجه سلسیون آمده است و بنظر می رسد در استاندارد ایران بجای " تا ۴۸ ساعت " از عبارت " ۴۸ ساعت " استفاده شده است که صحیح بنظر نمی رسد و لازم است اصلاح شود، زیرا منطقی نیست که مدت مزبور قطعی باشد.

۸- به هر حال لازم است برای تهیه و عمل آوری آزمون ها در شرایط استاندارد، به تمام نکات استاندارد توجه شود اما اضافه نمودن مطالبی به آن توجیه ندارد.

محسن تدین

جناب آقای دکتر محسن تدین

موضوع: ژل، مولتی ژل، نانوژل

همانطور که مستحضری چند سالی است که استفاده از ژل میکروسیلیس در پروژه های زیر بنایی و ساختمانی کشور مرسوم شده است و اخیراً محصولات جدیدی نظیر مولتی ژل توسط تعدادی از تولیدکنندگان تولید و با عیار استفاده ۱ الی ۲ درصد عیار سیمان به مصرف کنندگان پیشنهاد می گردد.

لذا خواهشمند است با توجه به تجربیات جنابعالی جهت روشن شدن اذهان کارشناسان، مشاوران و پیمانکاران نسبت به پاسخ سوالات ذیل راهنمایی و ارائه طریق فرمایید.

- آیا استفاده از ژل میکروسیلیس، نانو ژل و مولتی ژل پیشنهاد می گردد؟

- در صورت استفاده از انواع ژل های فوق آیا عیار ۱ الی ۳ درصد در بتن می تواند کارایی لازم را داشته باشد؟

- آیا استفاده از فوق روان کننده و میکروسیلیس بطور جداگانه بهتر نیست ؟

- حداقل میزان میکروسیلیس در بتن چقدر باید باشد و آیا این مقدار توسط انواع ژل تامین می گردد؟

انجمن تولیدکنندگان مواد شیمیایی

انجمن صنفی تولیدکنندگان مواد شیمیایی صنعت ساختمان

پاسخ مربوطه در بندهای زیر تقدیم می گردد.

۱- در صنعت افزودنی های شیمیایی و مواد پودری معدنی، هر تولیدکننده مختار است تا محصول خاصی را با اسامی تجاری گوناگون به بازار عرضه نماید. در صورتی که مشخصات استاندارد برای این مواد تدوین شده باشد لازم است انطباق با مشخصات را داشته باشد در غیر این صورت باید ویژگی ها و مواد تشکیل دهنده آن و خواصی را که می تواند در بتن بوجود آورد را بصورت کامل ذکر و تشریح نماید. هم چنین می تواند از مراکز ذیصلاح مانند مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی گواهی نامه فنی اخذ کند

۲- استفاده از ژل میکروسیلیس از اوایل دهه ۸۰ هجری بویژه برای پروژه های مهم و پر حجم منطقه پارس جنوبی (عسلویه) رایج گردید.

این ماده در واقع همان دوغاب میکروسیلیس (Microsilica or Silica fume slurry) است که در ACI 234R-06 آمده و واژه آن از انجمن تولیدکنندگان میکروسیلیس امریکا گرفته شده است.

در این دوغاب ممکن است فوق روان کننده، روان کننده و دیرگیر نیز وجود داشته باشد و مقدار آن به نظر تولیدکننده بستگی دارد. در این دوغاب معمولاً ۴۰ تا ۵۵ درصد میکروسیلیس وجود دارد و بقیه را آب و افزودنی های شیمیایی تشکیل می دهد.

۳- واژه های نانوژل یا مولتی ژل، واژه هایی تعریف شده نیستند و بدیهی است هر تولید کننده ای ممکن است از یک واژه خاص که بیشتر جنبه تجاری دارد استفاده نماید. مسلماً نانوژل یا مولتی ژل به ماده خاصی که در آنها وجود دارد اشاره نمی کنند.

۴- میکروسیلیس با اهداف مشخصی مصرف می شود و برای دستیابی به این اهداف، نیازمند مقدار معینی از آن نسبت به سیمان هستیم. چنانچه قصد ما از مصرف میکروسیلیس (دوده سیلیس) کاهش نفوذ یون کلرید و افزایش عمر میلگردها و بتن در محیط خورنده و کاهش شدت خوردگی میلگردها باشد نیاز به حداقل ۵ درصد میکروسیلیس نسبت به وزن سیمان یا مواد سیمانی وجود دارد. افزایش مقاومت سایشی و یا افزایش دوام بتن حاوی سنگدانه های سیلیسی واکنش زا با قلیائی ها (کاهش انبساط مخرب) و یا افزایش دوام در محیط سولفاتی معمولاً به حداقل ۵ درصد میکروسیلیس نیاز دارد. گاه برای کاهش آب انداختن و یا جلوگیری از جدایشی ممکن است مقادیر کمتر از ۵ درصد وزن سیمان بکار رود. برای افزایش مقاومت فشاری یا کششی و خمشی نیز توصیه می شود، مقدار میکروسیلیس کمتر از ۵ درصد وزن سیمان یا مواد سیمانی نباشد.

بنابراین چنانچه مصرف یک افزودنی حاوی میکروسیلیس بین ۱ تا ۲ یا ۳ درصد وزن سیمان باشد و بخشی از آن را میکروسیلیس تشکیل دهد عملاً مقدار میکروسیلیس مصرفی در حدود ۱ درصد وزن سیمان یا کمتر است و فایده چندانی را در بر ندارد و یا به عبارتی دور ریختن وجهی است که بابت آن پرداخت می شود.

۵- چنانچه در نانو ژل یا مولتی ژل، مواد نانو سیلیس یا انواع دیگر نانو مواد وجود دارد، توصیه می شود فعلاً از مصرف آنها در بتن خودداری گردد زیرا اثر آنها در بتن در حال مطالعه است و تنوع کیفی نانو سیلیس و دیگر مواد نانو، باعث آن شده است که هنوز استانداردی برای آنها تهیه نشده باشد و گاه مصرف آنها برای بتن خطر آفرین است و در اغلب موارد عرضه کنندگان از عدم اطلاع مصرف کنندگان سوء استفاده می کنند و این مواد را با قیمت های گزافی به فروش می رسانند.

گاه مصرف کنندگان در مقابل این پرسش که چرا چنین ماده ای را مصرف می کنند، افزایش مقاومت فشاری را مطرح می نمایند در حالی که با هزینه ای به مراتب کمتر می توانستند با یک روان کننده یا فوق روان کننده، افزایش مقاومت بیشتری را داشته باشند و اغلب تولیدکنندگان نیز بخش عمده ای از این مواد را به روان کننده یا فوق روان کننده اختصاص می دهند و بدین دلیل مقدار مصرف آن را ۱ تا ۲ درصد عنوان می کنند مگر اینکه آن را رقیق نمایند و مصرف ۳ درصد را نیز توصیه کنند.

۶- در بسیاری از کشورهای دنیا فوق روان کننده و میکروسیلیس بصورت جداگانه بکار می رود اما مخلوط کن های مناسب از نوع Forced Action (پره جدا از دیگ) برای بتن استفاده می شود تا عمل اختلاط با افزایش مدت آن بخوبی انجام شود. در برخی کشورها از نوعی میکروسیلیس همراه با فوق روان کننده بصورت کلوخه های ریز (گرانول) استفاده می گردد که براحتی در بتن و آب باز و پخش می گردد.

در ایران به دلیل آنکه بتوان میکروسیلیس را در بتونیر یا مخلوط کن های تراک میکسر و مشابه آن (پره متصل به دیگ) بکار برد، آن را به شکل دوغاب (ژل) میکروسیلیس در آوردند تا عمل اختلاط به سادگی و با صرف وقت کم انجام گردد.

۷- همانگونه که بارها عنوان شده است می توان چنین دوغاب یا ژلی را با آب، میکروسیلیس و فوق روان کننده در کارگاه ساخت و بکار برد. در این حالت با توجه به مقدار آب، میکروسیلیس و فوق روان کننده به مقدار تنظیم شده، می توان نسبت آب به مواد سیمانی را کاملاً در کنترل داشت.

۸- حق هر خریدار و مصرف کننده است که بداند درصد اجزای اصلی (بویژه آب و میکروسیلیس) در هر ماده دوغابی یا ژلی چقدر است، زیرا در طرح مخلوط خود باید مقدار آب آزاد و مواد سیمانی را بداند تا امکان محاسبه نسبت آب به سیمان (مواد سیمانی) فراهم گردد. یکی از اشکالات مهم در فروش و مصرف مواد مزبور عدم اطلاع از این اجزای اصلی است.

۹- ژل میکروسیلیس یا انواع نانوژل و مولتی ژل دارای مشخصات استاندارد شناخته شده و بین المللی نیستند و نباید به آنچه به عنوان استاندارد تشویقی شناخته می شود اعتماد نمود و بهتر است سازمان ملی استاندارد نیز از انتشار چنین استانداردهای گمراه کننده خودداری نماید، مگر اینکه گواهینامه فنی از مراکز ذیصلاح دریافت کنند.

۱۰- گاه در چنین موادی از پودر سنگ یا برخی انواع رس ها که حالت ژله ای بوجود می آورند استفاده شده است که علاوه بر اجحاف به خریدار، گاه ممکن است مشکلاتی را برای بتن در برداشته باشد. نانو سیلیس واقعی یا انواع نانو مواد معمولاً گران هستند و تولیدکنندگان در پی عدم مصرف یا کاهش آنها در افزودنی خود هستند اما در هر صورت ماده افزودنی خود را با قیمت زیاد عرضه می کنند. بنابراین توصیه بنده عدم مصرف انواع نانوژل و مولتی ژل است و ژل میکروسیلیس را نیز در صورت لزوم باید از منابع معتبر و با دانستن مقدار آب، میکروسیلیس و اطلاع از نوع فوق روان کننده آن تهیه نمایند و مطمئن شوند که بجای میکروسیلیس از ماده دیگری استفاده نشده باشد.

بهرحال ژل میکروسیلیس موجود در بازار برای دستیابی به دوام مناسب یا مقاومت سایشی کافی باید به میزان ۱۰ درصد وزن سیمان یا بیشتر از آن بکار رود.

در بتن مصرفی پروژه های این شرکت از سیمان تیپ ۲ به همراه ژل میکروسیلیس و فوق روان کننده استفاده شده که این موضوع موجب عدم دستیابی به مقاومت مورد نظر در سنین ۷ و ۲۸ روزه بتن گردیده لذا مستدعیست در خصوص موارد ذیل این شرکت را از نظرات فنی، آزمایشگاهی و تجربی آن انجمن بهره مند سازید.

۱- میزان تاثیر استفاده از سیمان تیپ ۲ به جای تیپ ۱ در مقاومت ۷ و ۲۸ روزه بتن مصرفی.

۲- میزان تاثیر استفاده از ژل میکروسیلیس در مقاومت ۷ و ۲۸ روزه بتن مصرفی.

۳- میزان تاثیر استفاده از فوق روان کننده در مقاومت ۷ و ۲۸ روزه بتن مصرفی.

۴- معرفی سنین مناسب جهت تست بارگذاری نمونه بتن با شرایط فوق الذکر (استفاده از سیمان تیپ ۲ به جای تیپ ۱، ژل میکروسیلیس و فوق روان کننده) در صورتیکه بهره برداری (بارگذاری) سازه های ساخته شده با بتن مذکور بیش از ۹۰ روز پس از اجرا انجام گردد.

ملک مراد قیاسوند

جناب آقای مهندس قیاسوند، عضو محترم انجمن بتن ایران

موارد زیر در پاسخ به استحضار می رسد.

۱- مهم ترین علت کاهش مقاومت، افزایش نسبت آب به سیمان می باشد. هرچند بنده دقیقاً در جریان طرح مخلوط بتن آن شرکت نیستم اما احساس می کنم افزایش نسبت آب به سیمان باعث بروز این مشکل شده است.

۲- تاثیر مصرف سیمان پرتلند نوع ۲ بجای نوع ۱ در مقاومت فشاری بتن چشمگیر نیست و چه بسا سیمانهای پرتلند نوع ۲ که مقاومت آنها بیش از نوع ۱ می باشد. بهر حال ممکن است در مقاطعی از زمان اشکالاتی در سیمان مصرفی وجود داشته باشد که باعث کاهش مقاومت گردد و ربطی به نوع سیمان مصرفی ندارد.

۳- ژل میکروسیلیس نقشی در کاهش مقاومت ندارد. در حال حاضر دو نوع ژل میکروسیلیس در ایران تولید می شود. نوع اول که معمولاً دارای ۴۵ تا ۵۰ درصد میکروسیلیس می باشد و بقیه آن آب و فوق روان کننده است. مقدار مصرف آن برای تاثیر گذاری بر مقاومت و دوام بیشتر از ۹ درصد وزن سیمان می باشد که میزان میکروسیلیس آن بیش از ۴ درصد خواهد شد.

نوع دوم که در واقع یک فوق روان کننده است که مقدار کمی میکروسیلیس به آن مخلوط کرده اند زده اند (۲ تا ۵ درصد وزن فوق روان کننده). این مورد را ابداً نمی توان ژل میکروسیلیس نامید و متأسفانه هر روزه بر مصرف آن افزوده می شود و افراد بی اطلاع، آن را بعنوان ژل میکروسیلیس معرفی و مصرف می نمایند. مقدار مصرف این ماده توسط تولیدکنندگان ۱ تا ۲ درصد وزن سیمان قید می شود که روشن است مقدار مصرف

میکروسیلیس آن به ۱ درصد وزن سیمان نمی رسد و هیچ تاثیر مثبتی بر مقاومت و دوام ندارد بلکه تاثیر منفی نیز گزارش شده است. این ماده بعنوان یک فوق روان کننده، قابل استفاده است و اثرات خود را بصورت مثبت برجا خواهد گذاشت. سابقه آن شرکت، مصرف اینگونه ماده به اصطلاح ژل میکروسیلیس را تداعی می کند. بنابراین بنظر می رسد در این حالت عملاً میکروسیلیسی مصرف نمی شود که بتواند تاثیر مثبت ایجاد نماید.

۴- فوق روان کننده می تواند تاثیر مثبتی را بر مقاومت بوجود آورد مشروط بر اینکه نسبت آب به سیمان را کاهش دهد. چنانچه فوق روان کننده در بتنی برای افزایش روانی بکار رود ممکن است افزایش مقاومت را شاهد نباشیم (در نسبت آب به سیمان برابر). بدیهی است چنانچه در بتن با روانی برابر از فوق روان کننده استفاده شود، مقاومت فشاری به دلیل کاهش نسبت آب به سیمان، افزایش خواهد یافت.

۵- برای انطباق بتن بر رده مورد نظر (که توسط شما مطرح نشده است)، سن مقاومت مشخصه ۲۸ روزه خواهد بود مگر اینکه طراح پروژه سن دیگری را برای مقاومت مشخصه در نظر بگیرد که در این صورت اصطلاح رده بتن برای آن بکار نخواهد رفت.

بنابراین اگر طراح پروژه، سن مقاومت مشخصه را ۹۰ روزه اعلام کرده است می توانید آزمون‌های بتن را در سن ۹۰ روزه مورد آزمایش قرار دهید و برای انطباق از آن استفاده شود وگرنه صرفاً همان سن ۲۸ روزه ملاک خواهد بود و چنانچه زمان بهره برداری (بارگذاری) سازه مهم نمی باشد، یا بارگذاری سازه های ساخته شده بیش از ۹۰ روز است، طراح پروژه می تواند سن مقاومت مشخصه را تغییر دهد اما اگر مایل به اینکار نیست، بتن شما، کم مقاومت تلقی می شود و طبق آبا یا مقررات ملی (مبحث نهم)، روش تحلیلی یا روش آزمایشگاهی (تهیه مغزه) می تواند برای قبول مقاومت بتن از نظر سازه ای (نه از نظر انطباق بر رده یا مقاومت مشخصه) بکار گرفته شود و در این حالت ممکن است مغزه شما دارای سنی بیشتر از ۲۸ روز و یا حتی بیشتر از ۹۰ روز باشد و در این حالت سن مغزه مهم نخواهد بود.

محسن تدین