

پرسش و پاسخ دوره آشنایی با مواد افزودنی روان کننده و طرح مخلوط بتن ۱۱ و ۱۲ آبان ماه ۹۸ - شیراز

پرسش ۱- آیا می توان زمان حمل بتن با تراک میکسر را به کمک روان کننده ها افزایش داد؟ آیا محدودیت حمل ۱/۵ ساعته می تواند تغییر نماید؟

پاسخ ۱- زمان حمل بتن با تراک میکسر محدود به ۱/۵ ساعت و بدون تغییر نیست. بطور معمول مدت ۱/۵ ساعته برای تراک میکسری که در طول حمل، چرخش با دور کند را دارا می باشد قید شده است. این زمان ممکن است برای هوای گرم یا در صورت مصرف سیمانهایی با زمان گیرش نسبتاً کوتاه یا افزودنی های زودگیر کننده کوتاه تر باشد و برعکس برای هوای خنک یا سرد و در صورت مصرف سیمانهایی با زمان گیرش نسبتاً زیاد یا با افت روانی کم یا مصرف مواد افزودنی دیرگیرکننده، مدت حمل می تواند افزایش یابد.

اصولاً کاربرد مواد افزودنی دیرگیرکننده در همین موارد است و اگر قرار بود این زمان بصورت لایتغیر و ثابت بکار رود، چگونه امکان مصرف این مواد وجود داشت. در استاندارد *ASTM C94* و استاندارد ۶۰۴۴ ایران برای بتن آماده اجازه داده شده است که چنانچه روانی بتن پس از مدت حمل قید شده، در محدوده مطلوب خریدار باشد، خریدار می تواند آن بتن را بپذیرد و مورد استفاده قرار دهد. در استاندارد ملی ۱۲۲۸۴-۲ ایران نیز تغییر در مدت حمل پیش بینی شده است.

پرسش ۲- آیا شستن ماسه ها با شدت و درجات مختلف می تواند به هر دلیل به بتن ضرری برساند؟

پاسخ ۲- شستشوی ماسه معمولاً با سه هدف انجام می شود.

الف - کاهش املاح زیان آور

ب : کاهش ذرات خیلی سبک (زغال سنگ ، چوب و غیره)

پ : کاهش ذرات رس و شیل

بدیهی است شدت زیاد شستن در مورد مواد نوع الف و ب نمی تواند ضرری را به بتن برساند و مانعی ندارد. واقعیت آن است که چنانچه صرفاً ذرات رس و شیل را با شستن زیاد کاهش دهیم نیز ضرری برای بتن نخواهد داشت اما مشکل اصلی آنست که اغلب برای حذف کامل رس و شیل، ذرات ریز ماسه و لای های ریزتر از ۷۵ میکرون که نقش مفید و مهمی را در بتن بازی می کنند نیز حذف می شود.

قابلیت پمپاژ بهتر بتن، کاهش آب انداختن و کاهش استعداد جداشدگی بویژه برای بتن هایی با کارایی زیاد در گرو وجود ذرات ریزتر از ۳۰۰ میکرون تا ۲۰ میکرون است و حذف بی مورد آنها می تواند مشکلاتی را برای این بتن ها بوجود آورد. بنابراین باید سعی نمود روش شستن ماسه ها چنان انتخاب شود و شدت شستن برای حذف رس و شیل در حدی باشد که ذرات ریز مفید از بین نرود و بتن خشن حاصل نگردد.

پرسش ۳- آیا روان کننده ها می تواند به پمپ کردن بتن کمک کند؟ در هر حال آیا به اشکال دیگر نمی توان به قابلیت پمپ شدن بتن ها کمک نمود؟

پاسخ ۳- بدیهی است یکی از مهم ترین کاربردهای ماده های روان کننده و فوق روان کننده، کمک به پمپ کردن بتن از طریق بالا بردن روانی آنهاست، اما از این نظر، نوع مواد روان کننده نیز مهم می باشد. همانگونه که گفته شد لیگنوسولفوناتها برای پمپ کردن بتن های حاوی ماسه های شکسته نقش مهمی را ایفا می کنند. مواد دیگری مانند پلی فسفاتها نیز از این جمله اند اما فعلاً در ایران موجود نیست و قیمت آن نیز در دنیا خیلی گران است. به همین دلیل به همراه پلی کربوکسیلاتها می توان از لیگنوسولفوناتها استفاده نمود. در بتن هایی با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۵ معمولاً نمی توان از لیگنوسولفوناتها به تنهایی استفاده نمود بلکه باید از یک فوق روان کننده نیز استفاده کرد تا ایجاد روانی کنند اما لیگنوسولفوناتها می توانند به تسهیل پمپ کردن همین بتن روان کمک نماید.

قابلیت پمپ شدن بتن می تواند از طرق زیر بهبود یابد، هر چند ممکن است برخی از آنها به کاهش روانی منجر شود.

الف: کاهش حداکثر اندازه سنگدانه

ب: ریز بافت کردن دانه بندی مخلوط سنگدانه

پ: وجود ذرات ریزتر از ۳۰۰ میکرون به مقدار کافی در ماسه

ت: گردگوشه بودن ماسه

ث: افزایش سیمان و مواد سیمانی تا حدود ۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

ج: بکار بردن خاکستر بادی (به دلیل گردگوشه گی و کروی بودن ذرات آن)

چ: بکار گیری مواد اصلاح کننده گرانروی (در حد کم و برای جلوگیری از آب انداختن و جداشدگی) بویژه برای بتن سبکدانه

ح - کاهش ذرات میانی سنگدانه مانند ذرات ۴/۷۵ تا ۹/۵ میلی متر

بهر حال در کنار این عوامل (در صورتی که امکان بکارگیری آنها وجود داشته باشد) می توان از مواد روان کننده و فوق روان کننده بویژه لیگنوسولفوناتها استفاده کرد و قابلیت پمپ شدن بتن را افزایش داد.

پرسش ۴- آیا هر ماسه منطبق بر استاندارد ۳۰۲ ایران یا *ASTM C33* یا هر استاندارد دیگر معتبر بین المللی می تواند در هر بتنی بکار رود؟ آیا ماسه منطبق بر استاندارد دارای بافت ریز است و شکل مشخصی دارد؟

پاسخ ۴- استاندارد ۳۰۲ ایران و *ASTM C33* یا استاندارد انگلیس و اروپا دارای یک یا چند محدوده استاندارد برای ماسه هستند. حتی اگر ماسه *ASTM C33* را در نظر بگیریم یک منحنی تحتانی درشت و یک منحنی فوقانی ریز را شامل می شود که البته دارای محدودیت مدول نرمی (ریزی) از ۲/۳ تا ۳/۱ نیز خواهد بود. در استاندارد انگلیس در ابتدا ۴ محدوده وجود داشته است و بعداً "به سه دسته طبق استاندارد اروپا تقسیم شده است که تحت نام *F* و *M* و *C* می باشد. بهر حال برای بتن های مختلف ممکن است ماسه مناسب آنها، منطبق بر این استانداردهای موجود نباشد یا همه بخش های محدوده استاندارد (برای مثال *ASTM C33*) مناسب نباشد.

در *ACI 304.2R* (بتن پمپی) به صراحت ذکر شده است که هر چند ماسه منطبق بر *ASTM C33* برای بتن پمپی بکار می رود اما تجربه نشان می دهد که ذرات ریز ماسه باید تا حدودی افزایش یابد. درصد گذشته از الک ۳۰۰ میکرون بهتر است بین ۱۵ تا ۳۰ درصد و گذشته از الک ۱۵۰ میکرون بین ۵ تا ۱۰ درصد باشد. لازم به ذکر است که برای الک ۳۰۰ میکرون محدوده ۵ تا ۳۰ درصد و برای الک ۱۵۰ میکرون محدوده صفر تا ۱۰ درصد در استاندارد *C33* آمده است. اما اذعان شده است که محدوده ۵ تا ۱۵ درصد برای الک ۳۰۰ میکرون و محدوده صفر تا ۵ درصد برای الک ۱۵۰ میکرون برای ماسه بتن پمپی مناسب نیست. هم چنین می توان به بتن خودتراکم اشاره کرد که محتاج ماسه های ریز می باشد. چنانچه بخواهیم بتن خودتراکم مناسبی را تولید کنیم نیازمند افزایش حد فوقانی درصدهای گذشته از الک ۳۰۰ و ۱۵۰ میکرون در محدوده استاندارد *C33* هستیم و شاید این حد فوقانی به ترتیب بهتر است به ۴۵ و ۲۰ درصد بجای ۳۰ و ۱۰ درصد تبدیل شود یا حداقل این مقادیر به ۴۰ و ۱۵ درصد برسد. حتی در مورد الک ۷۵ میکرون بهتر است سقف ۳ درصد (در حالت عادی) به ۵ درصد بالغ گردد و برای ماسه شکسته و برای بتن بدون سایش بتواند تا ۹ درصد یا بیشتر افزایش یابد.

بتن غلتکی از جمله بتن هایی است که نیاز به ماسه ای با ریز دانه زیاد دارد. درصد گذشته از الک ۳۰۰، ۱۵۰ و ۷۵ میکرون باید آنقدر زیاد باشد که دانه بندی مخلوط سنگدانه مطلوب حاصل گردد. جالب است بدانیم درصد گذشته از الک ۷۵ میکرون برای مخلوط سنگدانه بتن غلتکی بین ۲ تا ۸ درصد در نظر گرفته شده و پر واضح است که در ماسه مطلوب، باید درصد گذشته از الک ۷۵ میکرون بین ۵ تا ۱۶

درصد باشد. برای الک ۳۰۰ میکرون و ۱۵۰ میکرون محدوده مناسب در مخلوط به ترتیب (۹ تا ۲۴) و (۶ تا ۱۸) درصد خواهد بود. بنابراین در مورد ماسه این حدود برای الک ۳۰۰ میکرون (۱۵ تا ۴۵) و الک ۱۵۰ میکرون (۱۰ تا ۳۰) درصد می تواند باشد

گاه گفته می شود که ماسه منطبق بر استاندارد الزاماً دارای بافت ریزی است و شکل مشخصی دارد که درون ذرات ریز، مقداری دانه های درشت هم وجود دارد. این می تواند یک تعبیر عامیانه باشد که الزاماً بیان درستی محسوب نمی شود. یک نگاه ساده به استاندارد ماسه منطبق بر *ASTM C33* چنین امری را تأیید نمی کند. ضمناً این استاندارد، تنها استاندارد ماسه در دنیا نیست و سایر کشورها نیز در این زمینه تجربه کافی و استانداردهای خاصی دارند ولی همه آنها نمایشگر یک ماسه ریز نمی باشد.

هر چه به پیش می رویم نیاز به ماسه های ریز در بتن های خاص بیشتر می شود در حالی که در سالهای دهه ۵۰ تا ۷۰ میلادی که پایه استانداردهای ماسه در آن سالها ریخته شده اند رواج بتن پمپی به تازگی آغاز شده بود و بتن خودتراکم پا به عرصه وجود نگذاشته بود. بتن غلتکی نیز پس از این سالها شناخته و بکار برده شد و بتن ریزی زیر آب با روش لوله ترمی نیز کمتر بکار می رفت. بنابراین احساس می شود که باید استانداردهای مختلف برای ماسه های مختلف تهیه شود.

اگر مقصود از شکل مشخص در ماسه گردگوشه گی یا تیزگوشه گی آن یا پولکی و سوزنی بودن باشد، باید ذکر کرد که در استانداردها به این موارد اشاره نمی شود اما روشن است که ماسه های گردگوشه و فاقد ذرات پولکی و سوزنی کاملاً مناسب تر هستند. باید دانست که در استانداردهای معمول و مرتبط با بتن، برای ماسه نمی توان درصد شکستگی و پولکی و سوزنی بودن آن را اندازه گیری نمود.

پرسش ۵- حداکثر اندازه و دانه بندی مناسب برای اکثر بتن های امروزی (پمپی، تیرچه و بلوک، ترمی، خودتراکم، رویه های بتنی، پاشیدنی و غیره) چگونه است؟ آیا سنگدانه های تولیدی و مصرفی در ایران باید در این راستا دستخوش تغییر شوند؟

پاسخ ۵- ضوابط حداکثر اندازه مناسب و گاه دانه بندی مطلوب برای مصارف مختلف بتن، در حال حاضر در آئین نامه ها یا ضوابط و دستورالعمل های مختلف، مشخص شده است. برای مثال از نظر ضوابط هندسی، حداکثر اندازه سنگدانه باید کوچکتر از یک پنجم فاصله قالب ها و یک سوم ضخامت دال (قطعه ای که یکطرف آن قالب دارد) باشد و هم چنین محدودیت هایی در ارتباط با فاصله میلگردها و پوشش بتنی روی میلگرد وجود دارد. از نظر هندسی در تیرچه های سقف های

تیرچه و بلوک، حداکثر اندازه باید از یک پنجم فاصله دو قالب کناری (که امروزه بجای بلوکهای بتنی یا سفالی از جنس پلی استایرن منبسط شده است) یعنی ۱۰ سانتی متر کمتر باشد که نتیجه آن حداکثر اندازه سنگدانه کمتر از ۲۰ میلی متر خواهد بود. در دال این سقف ها، ضخامت معمول برابر ۵ سانتی متر است و حداکثر اندازه سنگدانه باید ۱۶ میلی متر یا کمتر باشد. بهرحال معمولاً این محدودیت ها در نظر گرفته نمی شود و همان بتن معمولی با حداکثر اندازه سنگدانه ۲۵ میلی متری مورد استفاده قرار می گیرد.

در مورد بتن پمپی، هر چند حداکثر اندازه سنگدانه باید از یک سوم قطر داخلی لوله پمپ کمتر باشد ولی برای بهتر پمپ شدن، بهتر است حداکثر اندازه سنگدانه به حدود ۲۰ میلی متر تقلیل یابد. در بتن ریزی با لوله ترمی در زیر آب هر چند حداکثر اندازه سنگدانه به ابعاد قالب و فاصله میلگردها بستگی دارد اما تعیین کننده نیست و عمدتاً تابع قطر لوله ترمی است که باید از یک هشتم قطر داخلی این لوله کمتر باشد. قطر لوله معمولاً بین ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر است و بدین ترتیب حداکثر اندازه سنگدانه بسته به قطر لوله باید کمتر از ۲۵ تا ۳۷/۵ میلی متر باشد اما برای کاهش استعداد جداشدگی در بتن روان ترمی بهتر است حداکثر اندازه سنگدانه چنین بتنی کمتر از ۲۵ و حتی کمتر از ۲۰ میلی متر باشد. در مورد بتن خودتراکم معمولاً توصیه می شود که حداکثر اندازه اسمی سنگدانه کمتر از ۲۰ میلی متر باشد. درباره رویه های بتنی اعم از غلتکی یا معمولی نیز توصیه به مصرف سنگدانه هایی با حداکثر اندازه کوچکتر از ۲۰ میلی متر می باشد. در مورد بتن پاشیدنی نیز علاوه بر رعایت ضوابط هندسی، معمولاً سعی می شود حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ها از ۲۰ میلی متر به مراتب کمتر باشد و اغلب، حداکثر اندازه اسمی ۱۲/۵ میلی متر یا ۹/۵ میلی متر بکار می رود.

در بتن های معمولی در ستون و دیوار ساختمانهای بتنی نیز امروزه به دلایل مختلف اعم از ضوابط هندسی و مشکلات جداشدگی ناشی از ریختن بتن و بالا رفتن روانی بتن ها برای پمپ کردن، بهتر است حداکثر اندازه اسمی سنگدانه های این بتن ها به ۲۰ میلی متر محدود شود.

بنظر می رسد همانگونه که در طی پنجاه سال اخیر به تدریج حداکثر اندازه اسمی سنگدانه های تولیدی و مصرفی، کاهش یافته و از حدود ۴۰ میلی متر به ۲۵ میلی متر رسیده است، توصیه می شود تا در گام اول این مقدار به ۲۰ میلی متر کاهش یابد تا بسیاری از مشکلات موجود حل شود.

پرسش ۶- دانه بندی مطلوب روش ملی طرح مخلوط بر چه پایه ای استوار است؟

آیا در سایر روشهای معروف و معتبر نیز از این دانه بندی استفاده شده است؟ در غیر اینصورت، اساس کار آنها چگونه بوده است؟

پاسخ ۶- محدوده های دانه بندی مطلوب در روش ملی طرح مخلوط بر پایه رابطه فولرتامپسون اصلاح

$$\%P = \left(\frac{d - d_o}{D - d_o} \right)^n \times 100\% \quad \text{شده بنا شده باشد.}$$

در این رابطه $P\%$ برابر درصد گذرنده تجمعی از الک d میلی متر و D حداکثر اندازه سنگدانه بر حسب میلی متر و d_o حداقل اندازه ذرات بر حسب میلی متر می باشد.

این رابطه به شکل زیر نیز نوشته می شود و تفاوتی با رابطه فوق ندارد.

$$\%P = \frac{100\%}{1 - (0.075)^n} \left[\left(\frac{d}{D} \right)^n - (0.075)^n \right]$$

در روش ملی طرح مخلوط مقدار d_o برابر 0.75 میلی متر منظور شده است در حالی که روش آلمانی این مقدار برابر 0.125 میلی متر در نظر گرفته شده است. برخی این مقدار را 0.63 یا 0.4 میلی متر فرض کرده اند که معمولاً برای الکهای خیلی ریز، تاثیر زیادی بر درصد گذرنده دارد. در خیلی از روشهای اروپایی مانند آلمان از این رابطه استفاده می شود. در امریکا اصولاً دانه بندی مطلوب مشخص در طرح مخلوط ACI وجود ندارد اما به نوعی در پشت صحنه از رابطه مشابیه بهره گیری شده است. در خیلی موارد در آمریکا از رابطه فولرتامپسون استفاده می شود و توان n برابر 0.45 بکار می رود .

$$\%P = \left(\frac{d}{D} \right)^{0.45} \times 100\%$$

نتیجه این رابطه نیز نزدیک به رابطه فولرتامپسون برای توان 0.45 است. در برخی روش ها دانه بندی مطلوب مخلوط سنگدانه و سیمان و مواد افزودنی پودری معدنی بصورت یکجا ارائه می شود (روش $Faury$). روش دیگر که در آمریکای شمالی در سالهای اخیر استفاده شده است روش $8-18$ می باشد که در فصلنامه های اخیر انجمن مطرح گردیده است.

بهرحال بنظر می رسد رابطه فولرتامپسون اصلاح شده که به رابطه آندرسن آندرسن نیز مشهور است پشتوانه قوی تر تجربی دارد و نتایج منطقی تری بدست می دهد. در محدوده های به توان 0.67 تا 0.1 می توان محدوده های مناسبی برای کارهای مختلف را در نظر گرفت که در روش آلمانی این توان از 0.67 تا 0.1 تغییر می کند. هر چه توان n بزرگتر باشد بافت دانه بندی درشت تری خواهیم داشت در حالیکه در توان های کوچک تر دانه بندی ریزتری را بدست می آوریم.

پرسش ۷- آیا مصرف مواد فوق روان کننده در بتن های خودتراکم، الزامی است؟ آیا می توان بدون کمک گرفتن از این مواد، بتن خودتراکم ساخت؟

پاسخ ۷- مصرف مواد فوق روان کننده قوی یا ابر روان کننده در بتن های خودتراکم الزامی است و نمی توان حتی با روان کننده های معمولی چنین بتنی را تولید کرد. چنانچه صرفاً بخواهیم بتن را با آب، روان کنیم، محدودیت وجود دارد و اصرار بر اینکار موجب جداسدگی و آب انداختن بتن می شود. در بین فوق روان کننده های قوی نیز امروزه عمدتاً از پلی کربوکسیلاتها استفاده می شود و حتی مواد پایه نفتالینی و ملامینی نیز در حال حاضر کاربرد چندانی ندارد. بهر حال با فوق روان کننده پایه نفتالینی و ملامینی، بتن های خودتراکم با جریان اسلامپ نسبتاً کمی بدست می آید که ممکن است از ۶۵ سانتی متر تجاوز نکند.

پرسش ۸- آیا مصرف مواد روان کننده یا فوق روان کننده می تواند در طویل المدت، زیان های خاصی را برای بتن در برداشته باشد؟

پاسخ ۸- همواره در جلسات مختلف و در پروژه های گوناگون این پرسش وجود دارد که زیان های کوتاه مدت یا بلند مدت مواد روان کننده یا فوق روان کننده در بتن ها چیست؟ بدیهی است که هر ماده افزودنی ممکن است آثار جنبی مثبت و منفی در کوتاه مدت و بلند مدت داشته باشد. امروزه سعی می شود در آرایه هر ماده افزودنی از موادی استفاده شود که کمترین آثار جنبی منفی را دارا باشند.

در طی بیش از ۸۰ سال که از کاربرد لیگنوسولفاتها می گذرد گزارش هایی در مورد زیان های کوتاه مدت یا بلند مدت منتشر نشده است. هم چنین برای فوق روان کننده های پایه نفتالینی و ملامینی در طی مدت ۶۰ تا ۷۰ سال چنین مشاهداتی در منابع مختلف نیامده است. پلی کربوکسیلاتها نیز در مدت حدود ۳۰ سال بکار رفته اند و زیان طویل المدتی نداشته است.

ممکن است برخی مواد در گذشته با پایه های شیمیایی دیگر وجود داشته و بکار رفته است، اما بدلیل زیانهای خاص از مصرف آنها صرفنظر گردیده است و طرح موضوع آنها بی فایده خواهد بود.

پرسش ۹- در جلسات مختلف مرتباً از دوام بحث می شود. آیا دوام بتن قابل کنترل است؟ چگونه؟

پاسخ ۹- بدیهی است که طرح موضوع دوام از سالها پیش وجود داشته است و سعی شده تا به تدریج در طول این سالها به این موضوع از طریق آزمایش های مختلف پرداخته شود. متعدد بودن شاخه های دوام، کار بررسی آن را مشکل کرده است. هم چنین در بحث دوام، گاه سالها طول می کشد تا بتن تحت تاثیر شرایط محیطی دچار مشکل شود. بنابراین طرح روش آزمایشی که بتواند چنین شرایطی را بوجود آورد بسیار سخت است. بهر حال در این آزمایشها باید با سخت کردن و تشدید شرایط حاکم، خرابی احتمالی را جلوتر بیندازیم یا با تکرار زیاد شرایط سخت در زمان کوتاه این بررسی را به انجام برسانیم. گاه بدون سخت کردن شرایط محیطی و یا تکرار زیاد شرایط سخت، نتیجه ای را بدست می آوریم و براساس آن به دوام بتن پی می بریم. برخی اوقات بطور مستقیم به موضوع دوام نمی پردازیم بلکه بررسی ما به موضوعاتی همچون نفوذپذیری، جذب، انتشار، عمق نفوذ آب،

هدایت الکتریکی یا مقاومت الکتریکی، مقاومت در برابر نفوذ یون کلرید و موارد مشابه محدود می گردد و به نوعی به بررسی دوام تعبیر می شود.

در مواردی همچون سایش، یخ زدن و آب شدن پی در پی، آتش سوزی معمولاً آزمایش هایی براساس این ساز و کارها در دستور کار قرار می گیرد هر چند ممکن است کاملاً شبیه به واقعیت نباشد. در این موارد آزمایش های استاندارد وجود دارد. در مورد حمله سولفاتی یا واکنش قلیایی سنگدانه، تبلور نمکها، اصولاً آزمایش استاندارد قابل قبول برای بتن مصرفی در پروژه وجود ندارد.

درباره نفوذ یون کلر در بتن هر چند آزمایش های استاندارد وجود دارد. درباره خوردگی میلگرد در بتن آزمایش های پتانسیل خوردگی و شدت خوردگی در بتن مورد نظر ارائه شده است. اما روش خاص کوتاه مدت برای اثر یک بتن خاص بر خوردگی میلگرد در یک شرایط واقعی وجود ندارد.

در آئین نامه جدید بتن ایران و مبحث نهم مقررات ملی در سال ۹۸ آزمایش های دوام و مرتبط با دوام ذکر شده است و معیارهایی نیز برای آنها توصیه شده است. بنابراین کنترل کیفیت بتن از نظر دوام تا حدی میسر شده است و در آینده نیز آزمایش هایی به آنها اضافه خواهد شد. بنابراین اگر ادعا شود که بصورت نسبی بتنی از نظر دوام، برتر از بتن دیگری است، این ادعا قابل بررسی است و صحت و سقم آن را می توان به اثبات رساند.

پرسش ۱۰- با توجه به اینکه کیفیت سیمانها و سنگدانه ها دستخوش تغییرات کیفی زیاد می شود، چگونه می توان طرح مخلوط کاربردی برای بتن در کارگاه ها ارائه کرد؟ چرا همه مسئولیت ها بعهده کارخانه های بتن آماده قرار داده شده است؟ چه باید کرد؟

پاسخ ۱۰- باید دانست که در همه جای دنیا کیفیت سیمان، سنگدانه و افزودنی ها، دچار تغییرات کیفی هستند. به همین علت سعی می شود تا این تغییرات به حداقل برسد. بهر حال گاه در ایران، این تغییرات ممکن است زیاد باشد. در طرح مخلوط بتن از یک سیمان و سنگدانه و افزودنی که مربوط به تولید یک روز خاص و یک ساعت خاص بوده است، استفاده می شود. به همین دلیل سعی می گردد تا برای رفع مشکل، حاشیه ایمنی برای مقاومت مشخصه بتن در نظر گرفته شود. برای این منظور چنانچه قبلاً در کارگاه یا کارخانه بتن آماده، عملیات ساخت و تولید بتن انجام می شده است و نتیجه مقاومت بتن ها نیز بدست آمده باشد می توان انحراف معیار مقاومت های حاصله را محاسبه نمود. سپس با توجه به روابطی که در آئین نامه بتن ایران و مبحث نهم مقررات ملی آمده است، می توان مقاومت متوسط (هدف) لازم برای تعیین نسبت های مخلوط یا طرح مخلوط را بدست آورد.

بهر حال بخشی از تغییرات مقاومتی بتن در هنگام ساخت بتن مربوط به دقت در توزین و تغییرات نسبت آب به سیمان است که مسئولیت آن بعهده تولید کننده بتن است. این ها همه کارهایی است که می توان برای یک تولید مطمئن بتن و دستیابی به مقاومت مشخصه در کارگاه انجام داد.

پرسش ۱۱- مسئولیت استفاده از افزودنی روان کننده در استاندارد جدید ۶۰۴۴ (سال ۹۸) بعهدہ کارخانہ بتن آماده گذاشته شده است در حالی که ممکن است خریدار، استفاده از افزودنی خاصی را از تولیدکننده انتظار داشته باشد. در این موارد چه باید کرد؟

پاسخ ۱۱- در همه حالات اعم از اینکه افزودنی مصرفی توسط تولیدکننده تامین شود یا خریدار، آن را در اختیار تولیدکننده قرار دهد، کارخانہ بتن آماده موظف است طرح مخلوط بتن را با این ماده، در آزمایشگاه بصورت آزمایشی بسازد و سعی نماید تا خواسته های مورد نیاز خریدار را تامین نماید. در صورتی که نتایج نامطلوب از نظر فنی و اقتصادی بدست آید تولید کننده باید خریدار را در جریان قرار دهد و سعی نماید تا با تغییر ماده افزودنی، به خواسته ها دست یابد.

در استاندارد ۶۰۴۴ سال ۹۸ سعی شده است همه مسئولیت ها بعهدہ فروشنده بتن آماده باشد. بهر حال این مسئولیت ها تا هنگام ریختن بتن در قالب بعهدہ تولیدکننده بتن است و در این حالت، نمونه برداری برای آزمایش های بتن تازه و انجام آزمایش های بتن سخت شده صورت می گیرد و نتایج حاصله در چارچوب مسئولیت های فروشنده بتن خواهد بود.

پرسش ۱۲- در شهر شیراز عمدتاً از شن و ماسه صددرصد شکسته استفاده می شود. مصرف این سنگدانه ها چه معایب و مزایایی را در بر دارد؟ چه توصیه هایی برای کاربرد آنها در بتن دارید؟

پاسخ ۱۲- امروزه با توجه به مسایل زیست محیطی در بسیاری از استانهای ایران و در بسیاری از کشورهای جهان، اجازه برداشت از بستر رودخانه ها و حواشی آن را معمولاً نمی دهند. در این موارد اغلب از سنگ ها یا مخلوطهای کوهی استفاده می شود و شن و ماسه های صددرصد شکسته یا با شکستگی زیاد تولید می گردد و دارای معایب و مزایای خاصی است. بهر حال در شیراز نیز از چنین سنگدانه هایی به اجبار استفاده می گردد.

سنگدانه درشت (شن) شکسته نیاز به آب را در طرح مخلوط بتن در حدود ۴ تا ۵ درصد افزایش می دهد (در مقایسه با شن کاملاً گردگوشه) اما مقاومت فشاری بتن را بین ۶ تا ۱۵ درصد (در نسبت های مختلف آب به سیمان) در یک نسبت آب به سیمان ثابت افزایش می دهد. با توجه به این موارد برای دستیابی به یک مقاومت و روانی ثابت می تواند مصرف سیمان را کاهش دهد. سنگدانه ریز (ماسه) شکسته نیاز به آب طرح مخلوط بتن را تا حدود ۱۰ درصد افزایش می دهد اما در یک نسبت آب به سیمان ثابت، عملاً تاثیر چندانی بر مقاومت فشاری ندارد و مصرف سیمان را نیز تا حدود ۱۰ درصد افزایش می دهد. حتی زمانی که اسلایم بتن حاوی ماسه شکسته را به معادل اسلایم بتن با ماسه کاملاً گردگوشه برسانیم معمولاً از

کارایی کمتری برخوردار خواهد بود و پمپ پذیری آن نیز کمتر است. در همه دنیا سعی می شود با مصرف روان کننده ها و استفاده از ریزدانه های کافی در ماسه این مشکل را برطرف کنند و استفاده از لیگنوسولفاتها توصیه می شود.

پرسش ۱۳- در تعیین سهم هر یک از سنگدانه ها در مخلوط سنگدانه بتن، از دانه بندی هر یک از آنها که بصورت وزنی تهیه شده است استفاده شد در حالی که در محاسبه سهم حجم مطلق آنها، سهم بدست آمده قبلی بصورت حجمی منظور گردید، چه توجیهی برای آن وجود دارد؟ و چرا اینکار انجام می شود؟

پاسخ ۱۳- چنانچه فرض شود که چگالی ذرات شن یا ماسه ثابت (یکسان) و یا بسیار نزدیک بهم باشد، دانه بندی وزنی را نیز می توان بصورت حجمی در نظر گرفت. بنابراین فرض اینکه این سهم ها را نیز حجمی در نظر بگیریم کاملاً منطقی است. لازم به ذکر است که دانه بندی های مطلوب نیز در واقع حجمی است و حجم دانه ها در بتن مهم است نه وزن آنها. با این ترفند در واقع طرح مخلوط بتن های نیمه سبکدانه (ماسه معمولی و شن سبک) بسیار ساده می شود و با کمترین مشکل می توان به مقصود رسید.

پرسش ۱۴- با توجه به اینکه اشاره شد که در روش ملی با دقت بیشتری، رابطه بین W/C و مقاومت فشاری و سایر عوامل ارائه شده است. هم چنین رابطه اسلامپ بتن و مقدار آب لازم و سایر عوامل داده شده است، با این حال نیاز به ساخت مخلوط آزمایشی وجود دارد و ممکن است نتیجه مطلوب با طرح مخلوط اولیه حاصل نگردد: چرا این مشکل وجود دارد و دقت ادعا شده چه ضرورت و فایده ای را دارد؟

پاسخ ۱۴- در همه روش های طرح مخلوط در دنیا چنین روابطی با دقت های مختلف برای سیمانهای مختلف و سنگدانه هایی با شکلها و دانه بندی های متفاوت ارائه می شود. هم چنین ممکن است از منحنی های دانه بندی مطلوب و یا روش های دیگر برای یافتن مقادیر شن و ماسه استفاده شود. بهر حال در دنیا روش طرح مخلوطی که براساس یک سری مدل های دقیق استوار باشد وجود ندارد زیرا پارامترهای متغیر در سیمان و سنگدانه متعدد هستند و نمی توان این پارامترها را به دقت اندازه گیری نمود و در این مدل ها وارد نمود. در روش ملی طرح مخلوط سعی شده است تا روابطی دقیق تر و براساس تعداد پارامترهای متغیر بیشتر ارائه شود و در نتیجه نزدیکی بیشتری با نتایج حاصل از مخلوط آزمایشی خواهد داشت و نیاز به آزمون و خطای کمتری وجود دارد.