

جناب آقای دکتر محسن تدین

ریاست محترم هیات مدیره انجمن بتن ایران

با سلام و احترام

عنایت دارید که از ابتدای سال ۹۰ در شهر همدان بحث کنترل کیفی ساخت و ساز در بخشهای بتن، جوش و ژئوتکنیک از سوی سازمان نظام مهندسی استان بصورت الزامی درآمده و در راستای اجرای این امر نیز شرکتهای خدمات آزمایشگاهی متعددی مشغول خدمت رسانی و فعالیت هستند. لکن در برخی امور اجرایی، شبهات و ابهامات زیادی مشاهده میگردد که برخی از آنها در ذیل ذکر شده با این امید که با رهنمونهای جنابعالی برطرف گردد.

در مورد نحوه نمونه گیری از بتن تازه (بصورت مکعبی ۱۵\*۱۵) اختلافات نظر زیادی در بین این شرکتهای پیمانکاران و ناظران در خصوص تعداد لایه ها و تعداد ضربات در هر لایه وجود داشته و اصولا به جهت برداشتهای استنباطهای شخصی از آیین نامه ها و استانداردهای مختلف (EN, BS)، استاندارد ایران و ... یک نوع سردرگمی عمومی در این مورد مشاهده میگردد.

در خصوص تعداد نمونه های لازم و سن شکستن نمونه ها (۷، ۲۸ یا ۱۱ و ۴۲ روزه) و همچنین آزمونهای با نام آزمون شاهد که در صورت نرسیدن مقاومت بتن در سن ۲۸ یا ۴۲ روزه، در سنین بالاتر (مثلا ۹۰ روزه) و در حضور ناظر و شرکت بتن ساز و مالک شکسته میشود و صورتجلسه تهیه شده، مبنای رد یا پذیرش بتن قرار میگیرد نیز وضع به منوال فوق و کاملا سلیقه ای است.

پیشاپیش از اینکه حقیر و سایر دوستان را در این موارد راهنمایی میفرمایید نهایت امتنان و تشکر را دارم.

مدیر عامل

امیر هوشنگ امیدی

جناب آقای مهندس امیر هوشنگ امیدی

باسلام و احترام، بازگشت به نامه شماره ۹۱۱۵۰ مورخ ۹۱/۴/۱۰ جنابعالی در مورد نمونه گیری از بتن و سن آزمایش مقاومت فشاری و آزمون شاهد که متاسفانه مبتلا به بسیاری از دست اندرکاران می باشد، نکات زیر به استحضار می رسد.

۱- در مورد نمونه گیری از بتن به منظور آزمایش های مقاومتی در قالب های مکعبی ۱۵ سانتی متری، اختلافهای موجود به دلیل عدم مراجعه به استانداردهای مربوطه می باشد. هم چنین علت احتمالی این اختلاف ها، تبعیت از استانداردهای بریتانیا (BS 1881-108:1983) در گذشته برای آزمون های مکعبی بوده است.

بسیاری از استانداردهای BS همچون تهیه قالب های مکعبی و نگهداری آنها و هم چنین آزمایش مقاومت فشاری با تهیه و تصویب استانداردهای اروپائی از رده خارج و باطل و اعلام گردیده است. استاندارد BS 1881-108 در سال ۲۰۰۴ میلادی باطل اعلام شده و استاندارد EN12390-2:2000 امروزه در اروپا برای این منظور جایگزین استاندارد بریتانیائی گردیده است.

۲- در استاندارد قدیمی بریتانیائی BS1881-108:1983 و در گذشته دورتر در BS1881:part3:1970، هر لایه ۵۰ میلی متر و برای تراکم با میله مخصوص، تعداد ضربات در هر لایه برای قالب مکعبی ۱۵۰ میلیمتری برابر حداقل ۳۵ ضربه و برای قالب مکعبی ۱۰۰ میلی متری حداقل ۲۵ ضربه بوده است. در این استاندارد قدیمی،

استثنائی نیز برای بتن هائی با کارائی خیلی زیاد قائل شده است و ثبت تعداد ضربه در هر لایه را ضروری دانسته است.

۳- استاندارد EN12390-2 از استاندارد ISO.1920-3 یا 2736/2 جدید اقتباس شده است. استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۰۵ نیز از این استاندارد بین المللی اقتباس گردیده است و دربرگیرنده نحوه تهیه قالب های مکعبی و استوانه ای می باشد.

در این استاندارد حداقل تعداد لایه بتن در قالب را، ۲ لایه اعلام کرده است که البته ضخامت هر لایه آن نباید از ۱۰۰ میلی متر بیشتر باشد. برای تراکم دستی این بتن، حداقل تعداد ضربات برای هر لایه ۲۵ ضربه اعلام شده است که باید از میله چهار گوش مخصوص استفاده کرد و برای خروج بهتر هوای غیر عمدی بتن، پس از تراکم معمولی، ضربه زدن به دیواره قالب ها با چکش لاستیکی را توصیه کرده است.

بهرحال همانطور که مشخص است امروزه خروج هوای غیر عمدی مدنظر قرار دارد و حداقل ضربات و تعداد لایه ها اعلام گردیده و ضربات مازاد بر آن نیز منع نگردیده است.

۴- درمورد تعیین مقاومت فشاری آزمونه های مکعبی نیز استاندارد BS1881-116:1983 در سال ۲۰۰۳ میلادی باطل اعلام گردیده است و استاندارد EN12390-3:2001 جایگزین آن شده است که قالب های استوانه ای را نیز در برمی گیرد. این استاندارد نیز از ISO1920-4 یا 4012 فعلی اقتباس شده است و استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۰۶ نیز برای این منظور با اقتباس از ISO تهیه گردیده است.

۵- عمل آوری آزمونه های مکعبی در EN12390-2 و استاندارد ۳۲۰۵ ایران مطرح شده است. برای این منظور نگهداری آزمونه ها (اعم از مکعبی یا استوانه ای) به مدت حداقل ۱۶ ساعت و حداکثر ۳ روز بدون از تبخیر، لرزش و شوک باید در دمای  $20 \pm 5$  درجه سانتی گراد و در اقلیم گرم در دمای  $25 \pm 5$  درجه سانتی گراد نگهداری می شود و سپس بتن ها از قالب خارج و تا نزدیکی زمان آزمایش در مخزن آب یا اتاق مرطوب به دمای  $20 \pm 2$  درجه سانتی گراد نگهداری می گردد. اتاق مرطوب باید دارای رطوبت نسبی کمتر از ۹۵ درصد نباشد.

۶- هنگام حمل آزمونه ها به آزمایشگاه و قراردادن در مخزن آب یا اتاق مرطوب نباید ضربه و شوک به آن وارد آید و هم چنین باید در برابر از دست دادن رطوبت محافظت شود. قراردادن آزمونه ها درمائه مرطوب یا خاک آره مرطوب یا پارچه خیس و یا در کیسه های پلاستیکی دارای آب ضرورت دارد. استفاده ازموادی چون یونولیت و غیره برای ضربه گیری نیز امری مطلوب است. لازم به ذکر است که معمولاً در هنگام حمل آزمونه ها، احتمال آسیب رسیدن به نمونه بتن سخت شده بسیار زیاد است و ایجاد ترک های ریز در بتن می تواند به کاهش شدید مقاومت ها منجر گردد.

۷- متأسفانه دیده می شود که اعتقاد تهیه کنندگان نمونه آنست که آزمونه ها باید در محیط کارگاه و در شرایط واقعی کارگاهی در روز اول یا ۳و۲ روز اول نگهداری شود. بنابراین پوششی در سطح بتن برای جلوگیری از تبخیر تدارک نمی شود. همچنین در دمای محیط کارگاه (روز و شب) اعم از سرما و گرما به نگهداری از این بتن می پردازند در حالیکه همانطور که در بند ۵ دیده شد محدودیت دمائی وجود دارد که در بسیاری از ساعات شبانه روز در تابستان و در زمستان و حتی بهار و پائیز در این محدوده دما قرار نداریم. بنابراین لازم است ضمن استفاده از ورقه نایلونی و پوشش بتن ها از همان ابتدای قالب گیری، از تبخیر جلوگیری شود و ضمناً لازم است بتن ها در معرض آفتاب و باد نباشد و بهتر آنست که در یک اتاق یا اتاقک با دمای مناسب نگهداری گردد و گرنه به دلیل اشکال در تهیه و نگهداری آزمونه ها، نتیجه مزبور از اعتبار برخوردار نمی باشد.

۸- در آزمایش مقاومت فشاری طبق استاندارد EN12390-3 و استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۰۶ تفاوتیهائی نسبت به BS1881-116 مشاهده می شود که از جمله آنها سرعت بارگذاری، نحوه قراردادن آزمونه در دستگاه و دقت گزارش نتیجه می باشد.

سرعت بارگذاری بین ۰/۲ تا ۱ مگاپاسکال برثانیه (۱۲ تا ۶۰ مگاپاسکال در دقیقه) برای آزمون‌های مکعبی و استوانه ای است. براین اساس با توجه به سطح بارگذاری باید سرعت اعمال بار (نیرو) بدست آید. این بار باید با نرخ ثابت با رواداری کمتر از ۱۰ درصد بدون اعمال شوک قرار اعمال گردد.

در این استاندارد خرابی هائی نشان داده شده است که رضایت بخش یا غیر رضایت بخش می باشد و لازم است نوع شکست و خرابی آزمون‌ها ثبت گردد. هم چنین نتایج باید برحسب نیوتن برمیلی متر مربع (مگاپاسکال) و با تقریب ۰/۵ مگاپاسکال گزارش شود. بنابراین مشاهده می شود گزارش نتیجه با دقت ۱ کیلوگرم برسانتی مترمربع یا نوشتن نتایج بصورت اعشاری بر حسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع صحیح نمی باشد.

۹- طبق مقررات ملی ایران و با توجه به تعریف مقاومت مشخصه و بویژه رده مقاومتی بتن ، سن شکستن بتن در حالت عادی ۲۸ روزه می باشد. بویژه وقتی در مورد رده بتن برای مثال C25 بحث می شود مقاومت ۲۸ روزه برابر حداقل ۲۵ مگاپاسکال مطرح است. بدیهی است نمی توان گفت رده بتن C25 می باشد اما سن شکستن بتن ۴۲ روزه یا ۹۰ روز یا هر سن دیگر است.

اگر قرار باشد سن مقاومت مشخصه بجز ۲۸ روز باشد نمی توان از واژه رده یا C25 استفاده کرد بلکه باید گفت که مقاومت مشخصه  $f_c$  در سن  $t$  برابر ۲۵ مگاپاسکال می باشد. ( $f_c = 25 \text{ Mpa}$ )

۱۰- بکارگیری سیمانهای مختلف بویژه با سرعت هیدراته شدن کند نمی تواند مستمسکی مناسب برای تغییر سن ۲۸ روزه یا سن مقرر باشد. بنابراین آزمایشگاه یا ناظر پروژه نمی توانند بدون اجازه طراح پروژه ، سن شکستن بتن را تغییر دهند.

بدیهی است طراح پروژه می تواند با توجه به نوع سیمان مصرفی و زمان اعمال بار مشخصه و یا هر دلیل دیگری، سن مقاومت مشخصه را تغییر دهد.

۱۱- در مقررات ملی ایران (مبحث نهم) مقوله ای تحت عنوان آزمون‌ها شاهد وجود ندارد. هم چنین در هیچ استاندارد یا آئین نامه معتبری چنین عنوانی به چشم نمی خورد. در صورتیکه سن مقاومت مشخصه ۲۸ روز یا هر سن دیگر باشد و مقاومت حاصله در این سن نتواند انطباق بر رده یا مقاومت مشخصه را تامین کند، بتن های مزبور کم مقاومت تلقی می گردد و لازم است به مبحث بررسی بتن کم مقاومت مراجعه نمود.

۱۲- در مبحث بررسی بتن کم مقاومت، جایگاهی برای شکستن آزمون‌های تحت عنوان شاهد در سنین بالاتر از سن مقاومت مشخصه وجود ندارد. بنابراین چگونگی مبنا قراردادن نتایج این آزمون‌ها نیز مطرح نشده است و هر گونه استنباطی مبنای علمی ندارد.

ممکن است گفته شود در آخرین بند بررسی بتن کم مقاومت به اقدامات مقتضی دیگری اشاره شده است بهر حال این اقدامات مقتضی باید تعریف گردد و نحوه کار روشن شود.

۱۳- در آئین نامه هائی همچون ACI318 و آئین نامه اروپا، آئین نامه بتن ایران و غیره نیز چنین واژه‌ای مانند شاهد وجود ندارد و در مبحث بررسی بتن کم مقاومت نیز چارچوب هائی وجود دارد که در مقررات ملی نیز آمده است.

۱۴- در مقررات ملی ایران (مبحث نهم) جدولی وجود دارد که رابطه مقاومت سنین کمتر یا بالاتر از ۲۸ روز برای سیمانهای پرتلند مختلف داده شده است که برای سن بالاتر از ۲۸ روزه، سن ۹۰ روزه داده شده است. این جدول که مبنای آن نامعلوم است هیچ مستندات علمی ندارد و صرفاً بعنوان یک مثال در کتابها ذکر شده است ضمن اینکه مشخص نیست سیمانهای کارخانه های ایران از این روند افزایش مقاومت ها برخوردار باشد بویژه اینکه برای همه سیمانهای پرتلند، مقاومت ۹۰ روزه آنها ۱/۲ (بصورت نسبی) داده شده است که بسیار عجیب می نماید و ابدأ وجود خارجی ندارد.

ظاهراً" اگر مقاومت ۹۰ روزه با این ترتیب بدست آید مشخص نیست چگونه مقاومت ۲۸ روزه بدست می‌آید و جمله موجود در بالای جدول که "می‌توان با اجازه مهندس ناظر، مقاومت های فشاری مشخصه مورد انتظار را با استفاده از جدول بدست آورد" نیز مبهم است زیرا مقاومت فشاری مشخصه باید داده شود و معنای مقاومت فشاری مشخصه مورد انتظار روشن نیست و فاقد مفهوم است زیرا مقاومت فشاری مشخصه در ابتدای کار داده می‌شود و چیزی نیست که بتوان انتظار آن را داشت. چیزی که انتظار می‌رود داشته باشیم مقاومت فشاری بتن یا آزمون‌های بتنی است که طبق این جدول ظاهراً می‌توان آنرا به سن دیگری تبدیل کرد.

۱۵- اگر لازم است مالک، ناظر و شرکت بتن ساز در هنگام شکستن آزمون‌های بتنی حاضر باشند، لازم است اینکار در سن ۲۸ روزه انجام شود. ضمناً" به استحضار می‌رساند که در استاندارد ۶۰۴۴ بتن آماده فقط سن ۲۸ روز معتبر تلقی شده است و بحثی در مورد رده بتن در سنین دیگر مطرح نگردیده است. بنابراین، شرکتهای بتن آماده در این مورد مستمسک و مستندات قانونی ندارند مگر اینکه توافق خاصی را با خریدار بتن داشته باشند.

۱۶- در استاندارد ایران سیمانهای پرتلند، II، III، IV و V وجود ندارد بلکه سیمانهای پرتلند نوع ۲و۱ و ۳و۴ و ۵ دیده می‌شود که نشانه بی دقتی تدوین کنندگان مقررات ملی ایران و بی توجهی آنها به استانداردهای سیمان در ایران و روند کسب مقاومت سیمان در این استانداردها می‌باشد. جالب است که در فصل ۳ مقررات ملی ایران و در جدول ۳-۳-۹ مشخصات مکانیکی الزامی سیمانهای پرتلند ذکر شده است که به شرح زیر می‌باشد (مقاومت ها در استاندارد ۳۸۹ برحسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع بوده است که ظاهراً تبدیل شده اند).

#### حداقل مقاومت های ملات سیمان استاندارد سیمانهای پرتلند

ویژگی	نوع ۱			نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	نوع ۵
	۱-۳۲۵	۱-۴۲۵	۱-۵۲۵				
مقاومت ۱ روزه	-	-	-	-	۱۲/۵	-	-
مقاومت ۲ روزه	-	۱۰/۰	۲۰/۰				
مقاومت ۳ روزه	۱۲/۰			۱۰/۰	۲۴/۰	-	۸/۵
مقاومت ۷ روزه	۲۰/۰	-	-	۱۷/۵	-	۷/۰	۱۵/۰
مقاومت ۲۸ روزه	۳۲/۵	۴۲/۵	۵۲/۵	۳۱/۵	-	۱۸/۰	۲۷/۰

#### جدول نسبت مقاومت به مقاومت ۲۸ روزه همان سیمان

ویژگی	نوع ۱			نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	نوع ۵
	۱-۳۲۵	۱-۴۲۵	۱-۵۲۵				
مقاومت ۱ روزه به ۲۸ روزه	-	-	-	-	-	-	-
مقاومت ۲ روزه به ۲۸ روزه		۰/۲۳۵	۰/۳۸				
مقاومت ۳ روزه به ۲۸ روزه	۰/۳۷			۰/۳۲			۰/۳۲
مقاومت ۷ روزه به ۲۸ روزه	۰/۶۲	-	-	۰/۵۶	-	۰/۳۹	۰/۵۶

جدول نسبت مقاومت سیمانها به مقاومت ۲۸ روزه سیمان پرتلند نوع ۳۲۵-۱

نوع ۵	نوع ۴	نوع ۳	نوع ۲	نوع ۱		
				۱-۵۲۵	۱-۴۲۵	۱-۳۲۵
		۰/۳۸۵				مقاومت ۱ روزه
				۰/۶۲	۰/۳۱	مقاومت ۲ روزه
۰/۲۶		۰/۷۴	۰/۳۱		۰/۳۷	مقاومت ۳ روزه
۰/۴۶	۰/۲۲		۰/۵۴		۰/۶۲	مقاومت ۷ روزه
۰/۸۳	۰/۵۵		۰/۹۷	۱/۶۲	۱/۳۱	مقاومت ۲۸ روزه

بنابراین مشاهده می شود ضرائب و نسبت های حداقل مقاومت های سیمانها در استاندارد ایران به مقاومت ۲۸ روزه سیمان پرتلند نوع ۳۲۵-۱ در بسیاری از موارد (مقاومت ۱ روزه، ۳ روزه، ۷ روزه و ۲۸ روزه) در صورت وجود، تفاوت های فاحشی را با جدول ۹-۶-۸ مقررات ملی (مبحث نهم) دارد.

هم چنین واقعیت های موجود بویژه در مورد سیمان پرتلند نوع ۵۰۲ در ایران نشان میدهد که در بسیاری از موارد، مقاومت ۲۸ روزه آنها از مقاومت حداقل ۲۸ روزه سیمان پرتلند نوع ۳۲۵-۱ بیشتر است. بنابراین اعداد مندرج در مقررات ملی منطبق با هیچ تجربه و شواهدی در ایران نمی باشد و برگرفته از یک مثال نوعی است که منبع آن و کشور صاحب سیمان آن نیز مبهم است و شباهتی با سیمانهای ما ندارد.

۱۷- فرض شود که در سن دیگری مانند ۹۰ روزه به مقاومت مشخصه ۲۸ روزه برسیم. در این حالت روش خاصی در آئین نامه ها برای انطباق بتن با رده مورد نظر وجود ندارد اما ممکن است طراح پروژه، مقاومت بتن را از نظر سازه ای بپذیرد.

پذیرش سازه ای بتن در تمام بندهای مربوط به بررسی بتن کم مقاومت وجود دارد و علی القاعده تنها روش پذیرش نمی باشد ضمن اینکه در آئین نامه ها و مقررات ملی نحوه پذیرش سازه ای با توجه به مقاومت سنین بالاتر تشریح نشده است.

## با احترام

محسن تدین

رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران

جناب آقای دکتر تدین

با عرض سلام

احتراماً به عرض می رسد در موقع تولید بتن در مراکز بتن از ماسه شسته، همراه با مصالح نخودی و بادامی برابر درصد اختلاط از پیش تعیین شده استفاده می شود و با توجه به اینکه اینجانب با اینگونه مراکز سالیانی سروکار دارم ماسه شسته از دانه بندی خاصی تهیه می شود و ماسه تولید شده با کوبیت با هیچ یک از مقررات ماسه شسته شده برابری نمی کند. گاه و بی گاه به بتن های تولید شده در مراکز بتن شک دارم به اینکه در بتن تولید شده از ماسه شکسته تولید شده با کوبیت به دلیل تولید فراوان و بدون دردسر آن استفاده شده است و این موضوع منجر به بحث و گفتگو می گردد. که در گذشته اینجانب این سوال را از آقای دکتر فامیلی پرسیدم و ایشان فرمودند که درصدی از ماسه شکسته بالای الک شماره چهار برای تولید در بتن مناسب می باشد البته موضوع برای اینجانب روشن می باشد. استدعا دارم به منظور روشن شدن افراد شاغل در مراکز تولید بتن و کلیه کسانی که با بتن سروکار دارند نظرات استادانه و ارشادی خود را در مورد مصرف ماسه تولیدی با کوبیت در بتن اعلام فرمایید که آیا می توان از ماسه تولیدی با کوبیت در بتن استفاده کرد یا خیر؟

باتشکر - داود فامیلی

باسلام و احترام، بازگشت به نامه شماره ۱۸۹ مورخ ۹۱/۵/۲۱ جنابعالی در مورد مصرف ماسه شکسته در بتن و تاثیر آن بر کیفیت بتن حاصله و امکان یا عدم امکان مصرف آن، نکات زیر در پاسخ پرسش مزبور به استحضار می‌رسد.

۱- لازم به ذکر است که ماسه شکسته بازحمت زیاد حاصل می‌گردد و ماسه گردگوشه (به اصطلاح شسته) بدون دردسر تولید می‌شود و این برخلاف نظر جنابعالی می‌باشد. با این حال گاه برای تبدیل ذرات درشت تر به ریزتر، بناچار ماسه شکسته نیز تولید می‌شود. هم چنین در برخی کارگاههای تولید سنگدانه بدلیل کمبود ماسه اقدام به شکستن ذرات شن و تبدیل آن به ماسه می‌کنند و این امر هزینه های قابل توجهی را در بر دارد.

۲- با توجه به نکاتی که در پی می‌آید ماسه گردگوشه (شسته) به مراتب گران تر از ماسه های شکسته (تیزگوشه) است بنابراین فروشندگان سعی می‌کنند مقداری از ماسه شکسته تولیدی را به همراه ماسه گردگوشه به مصرف کننده بدهند ضمن آنکه قیمت ماسه گردگوشه را از وی دریافت می‌کنند که نوعی تقلب در کار محسوب می‌شود اما گاه سیستم تولید چنان است که ماسه گردگوشه و شکسته بناچار مخلوط می‌شوند که البته باید قیمت منطقی خود را داشته باشد.

۳- ماسه شکسته اعم از زیرالک نمره ۴ یا بالای الک نمره ۴ برکرائی بتن تازه اثر نامطلوبی را دارد و برای ایجاد اسلامپ یکسان، ماسه صد درصد شکسته نیاز به آب آزاد بتن را به میزان حدود ۱۰ درصد نسبت به ماسه صددرصد گردگوشه افزایش می‌دهد، زیرا سطح ویژه آن بیشتر می‌شود و حرکت ذرات بر روی هم نیز مشکل تر می‌گردد.

لازم به ذکر است که در سنگدانه ریز بتن، اندازه کمتر از الک نمره ۴ (۴/۷۵ میلی متر) می‌باشد اما معمولاً در ماسه ها مقداری ذرات درشت تر از ۴/۷۵ میلی متر یعنی سنگدانه های درشت وجود دارد. هم چنین ممکن است در شن ها مقداری سنگدانه ریز وجود داشته باشد. بنابراین بهتر است مفهوم ماسه و سنگدانه ریز و هم چنین شن و سنگدانه درشت از یکدیگر بازشناسی شود هر چند گاه در محاوره ها یا نوشته های موجود این مفاهیم با نوعی اغماض، یکسان تلقی شده اند.

۴- ماسه های شکسته بویژه ذراتی که کوچکتر از ۲/۴ میلی متر هستند در بتن های معمولی، تاثیرچندانی بر مقاومت فشاری بتن ها درمقایسه با ماسه های گردگوشه (کوچکتر از ۲/۴ میلی متر) ندارند.

۵- با توجه به آنچه در بند ۳ و ۴ ذکر شد برای داشتن مقاومت معین، وقتی ماسه صددرصد شکسته بجای ماسه صددرصد گردگوشه مصرف شود و نیاز به روانی مشخص و یکسانی وجود داشته باشد، مصرف سیمان بتن در حدود ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین در اکثر بتن های مصرفی در پروژه های معمول شهری، اضافه مصرف سیمان بین ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هر متر مکعب بتن خواهد شد.

۶- اگر طرح مخلوط بتن با ماسه صددرصد گردگوشه (شسته) داده شده باشد و بجای آن ماسه صددرصد شکسته مصرف شود و مقدار سیمان و روانی بتن نیز ثابت نگهداشته شود، نسبت آب به سیمان بالاتر خواهد رفت و مسلماً با کاهش مقاومت فشاری (در حدود ۱۰ درصد) روبرو خواهیم شد. در عمل هیچگاه بجای ماسه صددرصد گردگوشه، ماسه صددرصد شکسته مصرف نمی‌شود بلکه ممکن است ماسه گردگوشه موجود (که ممکن است صددرصد گردگوشه هم نباشد) به تدریج دارای مقدار بیشتری از ماسه شکسته شود و به تدریج مقاومت فشاری بتن ها (بطور متوسط) کاهش می‌یابد.

۷- قابلیت پمپاژ بتن حاوی ماسه گردگوشه نسبت به بتن حاوی ماسه شکسته با اسلامپ یکسان، به مراتب بهتر خواهد بود مشروط براینکه دانه بندی ماسه های گردگوشه و شکسته یکسان باشد. بنابراین باید گفت با داشتن اسلامپ یکسان، کارائی این دو نوع بتن یکسان نخواهد بود. حتی باید گفت تراکم پذیری و پرداخت سطح بتن حاوی ماسه شکسته بخوبی بتن حاوی ماسه گردگوشه نمی‌باشد (با اسلامپ یکسان).

۸- پرواضح است که ممنوعیتی برای مصرف ماسه شکسته از نظر آئین نامه ها وجود ندارد بلکه از نقطه نظر فنی و اقتصادی معمولاً مصرف کنندگان ماسه و تولیدکنندگان بتن ترجیح می دهند از ماسه گردگوشه (شسته) استفاده نمایند.

بدیهی است اگر قیمت ماسه شکسته آنقدر ارزان باشد که هزینه سیمان اضافی را بپوشاند ممکن است تولیدکننده بتن مایل به مصرف ماسه شکسته باشد اما در این حالت نیز مشکلاتی مانند آنچه در بند ۷ گفته شد وجود خواهد داشت.

۹- با مصرف روان کننده یا فوق روان کننده می توان برخی از مشکلات و عیوب ماسه شکسته را برطرف کرد اما این امر نیز مستلزم صرف هزینه است و ممکن است هزینه آن از هزینه مصرف سیمان بیشتر، بالاتر رود.

۱۰- گاه مشاهده می شود که برخی تولیدکنندگان و مصرف کنندگان بتن اعتقاد دارند که با مصرف ماسه شکسته، بتن پمپی بهتری را داشته اند. لازم به ذکر است که این امر صرفاً وقتی مشاهده می شود که ماسه شکسته ریزتر از ماسه گردگوشه باشد واز پودر سنگ و ذرات ریزتر از  $\frac{0}{3}$  میلی متر بیشتری نسبت به ماسه گردگوشه برخوردار باشد و بتواند مشکل تیزگوشه گی ماسه شکسته را جبران نماید.

۱۱- با مصرف ماسه شکسته و سیمان بیشتر، عملاً جداسدگی و آب انداختگی بتن کمتر خواهد بود اما ممکن است جمع شدگی آن بیشتر شود زیرا آب و سیمان بیشتری (خمیر سیمان ریادتری) را دارا می باشد. بهرحال این بتن دارای لزجت بیشتر و تحرک کمتری خواهد بود.

۱۲- آنچه که آقای دکتر فامیلی فرموده اند یعنی اینکه شکستگی ذرات درشت تر از الک نمره ۴ برای بتن مناسب است کاملاً صحیح می باشد زیرا اینها سنگدانه درشت محسوب می شوند و برای دستیابی به مقاومت و روانی یکسان می تواند مصرف سیمان را اندکی کاهش دهد. دلیل این امر تاثیر مثبت شکستگی و تیزگوشه گی این ذرات بر مقاومت بتن به ازاء نسبت آب به سیمان ثابت است، هر چند بهرحال نیاز به آب را برای ایجاد روانی معین افزایش می دهد، اما تاثیر آن بر مقاومت بیشتر خواهد بود و لذا می تواند برای دستیابی به مقاومت و روانی معین، مصرف سیمان را کم کند و یا به ازای مصرف سیمان معین و روانی یکسان، مقاومت ر افزایش دهد. در پایان امیدوارم توضیحات اینجانب مثمر ثمر واقع شده باشد.

## محسن تدین

### رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران

## جناب آقای دکتر تدین

باعرض سلام،

احتراماً حضرتعالی بهتر از این حقیر میدانید که در آخرین قسمت کوره کارخانه سیمان این مواد بصورت گلوله هایی در آمده که به کلینکر معرف می باشد و بایستی قانوناً در انبارها دپو شده و پس از خنک شدن با اضافه نمودن سه درصد سنگ گچ آسیاب شده جهت مصرف بصورت فله یا پاکتی به محل پروژه ها حمل گردد. گاهی اوقات در پروژه ها در موقع تعیین مقاومت فشاری با اعداد و ارقامی روبرو می شوم که با هیچ قاعده فنی قابل مقایسه نیستند. آیا می توان با مشاهده چنین وضعی انجام آزمایشها را از ۷ و ۲۸ روز به ۱۱ و ۴۲ و یا زمان دیگری تغییر داد و آیا اصولاً می توان شک کرد به اینکه کلینکر تولیدی در کارخانه هنوز داغ بوده و حرارت موجود در کلینکر باعث گردیده تا بیشترین آب موجود در سنگ گچ از بین رفته و سنگ گچ بصورت نیم هیدراته و یا انیدرید در آمده؟ و مجدداً در موقع ترکیب سیمان با آب بصورت سنگ گچ در آمده باشد بطور خلاصه آیا می توان از واژه گیرش کاذب در این مورد استفاده کرد اگر چه مورد دیگر گیرش کاذب مربوط به قلیایی های موجود در سیمان می باشد که در موقع نگهداری در انبارها کربناته می شود. در این مورد این حقیر را راهنمایی فرمایید.

## باتشکر

### داود فامیلی

## جناب آقای مهندس داودفامیلی

### عضو محترم انجمن بتن ایران

باسلام و احترام، در پاسخ به پرسش جنابعالی در نامه شماره ۱۸۹/۱ مورخ ۹۱/۵/۲۱، نکات زیر به استحضار میرسد هر چند پرسش جنابعالی نسبتاً مبهم می باشد و به نوعی حاوی چند موضوع غیر مرتبط بنظر می رسد.

۱- در تعیین مقاومت فشاری ملات ماسه سیمان استاندارد و سیمانهای پرتلند و آمیخته (بجز سیمان پرتلند ۴۲۵-۱ و ۵۲۵-۱ و نوع ۳) مقاومت های ۳، ۷ و ۲۸ روزه (بسته به مورد) مطرح است و در مشخصات استاندارد ۳۸۹ و ۴۲۲۰ و ۳۵۱۷ و ۳۴۳۲ ایران حداقل مقاومت فشاری ملات ماسه سیمان استاندارد در چنین سنینی مطرح شده است بنابراین انجام آزمایش در سنین دیگر فایده ای را در بر ندارد. برای سیمانهای پرتلند نوع ۴۲۵-۱ و ۵۲۵-۱ مقاومت های ۲ و ۲۸ روزه و برای سیمان پرتلند نوع ۳ مقاومت های ۱ و ۳ روزه اندازه گیری می شود. بهر حال هر آزمایش کننده بویژه در کارهای تحقیقاتی می تواند مقاومت فشاری سیمان را در هر سن دلخواهی تعیین نماید اما نباید انتظار داشته باشد این نتیجه برای انطباق با نوع سیمان خاصی کاربرد داشته باشد. اگر مقصود شما تغییر تعیین مقاومت فشاری بتن از ۲۸ به ۴۲ روز می باشد باید گفت آزمایش کننده باید در سنی که طراح پروژه برای مقاومت مشخصه مطرح کرده است یا آیین نامه مشخصات فنی عمومی و مقررات ملی مطرح نموده اند، مقاومت بتن را تعیین کند و تغییر خود سرانه ابداً پذیرفته نمی باشد.

۲- در بخش دیگری از پرسش جنابعالی که بدون فاصله با بخش اول مطرح شده است، ایجاد شک در مورد داغ بودن کلینکر آسیاب شده و تبعات آن می باشد ولی ارتباط آن با مقاومت مطرح نشده است در حالی که بنظر می رسد این سؤال در پی کاهش مقاومت ها یا افزایش آن طرح گردیده است.

بهر حال گیرش کاذب ممکن است به دلائلی که ذکر کرده اید بوجود آید اما ربطی به مقاومت فشاری آن ندارد.

۳- لازم به ذکر است در هنگام آسیاب کردن کلینکر سرد شده، دمای سیمان ممکن است تا حدود ۱۲۰ درجه سانتیگراد بالا رود و این دما می تواند به از دست رفتن بخشی از آب سنگ گچ (در حد یک مولکول آب) منجر شود اما نمی تواند چندان در این امر یعنی گیرش کاذب موثر باشد. بدیهی است اگر دما به حدود ۳۰۰ درجه سانتیگراد برسد ایندريد تولید می شود و گیرش کاذب را بوجود می آورد و رسیدن به دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتیگراد صرفاً با داغ بودن کلینکر امکان پذیر است که معمولاً در کارخانه های سیمان چندان موضوعیتی ندارد. ولی ممکن است کارخانه ای با عجله در تولید به چنین مشکلی دامن بزند.

در پایان امیدوارم به پرسش شما جواب داده باشم. در غیر این صورت خواهشمند است سؤال خود را بصورت واضح و در بندهای مشخص و جداگانه مطرح فرمائید تا درک بهتری از پرسش داشته باشم.

با احترام

محسن تدین

رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران

ریاست محترم انجمن بتن ایران

استادگرامی جناب آقای دکتر تدین

موضوع : عمل آوری قطعات بتنی

باسلام و احترام، همانگونه که استحضار دارید یکی از روش های تولید کف پوشهای بتنی، روش پرسی خشک می باشد. طبق آیین نامه های مورد پذیرش سازمان های مرتبط حداقل مقاومت خمشی کف پوش ۴ Mpa و میانگین آزمون ها ۵ Mpa تعیین شده است چنانچه تصمیم بر آن باشد که زمان عمل آوری قطعات به ۲۴ یا ۴۸



ساعت محدود گردد، درصد رطوبت محیط نگهداری و دمای آن به چه میزان در نظر گرفته شود که پس از طی این مدت مقاومت خمشی قطعات به حدود مذکور رسیده باشد.

پیشاپیش از بذل توجه و عنایت حضرتعالی سپاسگزارم.

امیر شیبانی

عضو انجمن بتن ایران

جناب آقای امیر شیبانی

عضو محترم انجمن بتن ایران

باسلام و احترام بازگشت به نامه شماره ۹۱-۰۱۹ مورخ ۹۱/۵/۲۵ جنابعالی در باره کاهش زمان عمل آوری قطعات کف پوش بتنی پیش ساخته پرسی خشک، بدینوسیله نظر جنابعالی را به نکات زیر جلب می نمایم.

۱- دستیابی به مقاومت بیشتر در مدت کوتاه تر با روش های زیر می تواند میسر شود.

الف: بکارگیری سیمانهای با روند هیدراسیون سریعتر مانند سیمان پرتلند ۴۲۵-۱ و ۵۲۵-۱

ب: استفاده از نسبت آب به سیمان کمتر

پ: بکارگیری مواد افزودنی زود سخت کننده

ت: افزایش دمای عمل آوری همراه با حفظ رطوبت یا رطوبت رسانی

ث: تراکم بهتر و بکارگیری سنگدانه های شکسته درشت تر از ۴ میلی متر (در صورت عدم رعایت قبلی این موارد)

۲- دستیابی به مقاومت خمشی  $5 \text{ MPa}$  برای کف پوش نیازمند داشتن حداقل مقاومت فشاری مکعبی  $30 \text{ MPa}$  و یا

استوانه ای  $25 \text{ MPa}$  است و رسیدن به این مقادیر در سن ۱ یا ۲ روزه، سخت نیست به ویژه اگر از سیمان پرتلند

۵۲۵-۱ استفاده گردد. در کف پوش های بتنی با داشتن نسبت آب به سیمان حدود ۰/۳ حتی ممکن

است در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتی گراد نیز در سن ۲ روز و یا در دمای حدود  $45^{\circ}\text{C}$  در سن یک روز به این

امردست یافت.

بهرحال در این موارد و سایر موارد، انجام آزمایش های قبل از تولید ضرورت دارد.

۳- ظاهراً کاهش نسبت آب به سیمان به مقدار قابل توجه در این نوع تولید ممکن نیست و باید این راه حل را نادیده

گرفت.

۴- استفاده از مواد افزودنی زودسخت کننده (زودگیرکننده) از نوع یا غیرآلی می تواند مفید باشد اما معمولاً ممکن

است بر مقاومت و دوام در سنین بالاتر اثر منفی داشته باشد و توصیه نمی شود.

۵- افزایش دمای عمل آوری همراه با حفظ رطوبت قطعات و یا رطوبت رسانی همواره یک راه حل اصلی در ساخت

قطعات پیش ساخته تلقی می شود.

وجود رطوبت نسبی بیش از ۸۰ درصد همواره ضروری است. برای این منظور با ایجاد فضای محدود شده در اطراف

قطعات به نحوی که تبخیر جزئی بتواند فضای کوچک اطراف را به رطوبتی در این حد برساند ضروری بنظر می رسد.

هم چنین ایجاد پوشش پلاستیکی (نایلونی) بر روی این قطعات از جمله راه حل هایی می شود. (در طی ۱ روز) می باشد.

۶- برای دستیابی به مقاومت های مورد نظر با نسبت آب به سیمان موجود و مصرف سیمانهای پرتلند ۱ یا ۲، نیاز به

ایجاد دمای بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد (در طی ۲ روز) و یا ایجاد دمای حدود ۶۵ درجه سانتیگراد (در طی ۱ روز)

می باشد.

برای ارتباط دما و مدت عمل آوری با توجه به شرایط سیمان مصرفی می توانید از رابطه آرنیوس استفاده نمایید. اما

بهتر است این موارد با آزمایش و تجربه بررسی و نهائی گردد.

۷- بنظر می رسد ارسال قطعات به بازار و کنترل آن در سن ۱ یا ۲ روزه از نظر عملی کار چندان صحیحی نباشد و

معمولاً در چنین کارخانه هایی سعی می شود قطعات تولیدی پس از یک هفته نگهداری در شرایط عمل آوری

مرطوب و در دمای معمولی یا چند روز نگهداری در شرایط دمائی تسریع شده و چند روز دیگر در شرایط معمولی به بازار عرضه شود و نیازمند کنترل سریع نباشد.  
در پایان مجدداً متذکر می شوم که انجام آزمایش در شرایط مختلف و مشخص کردن زمانهای عمل آوری با توجه به وضعیت حاکم بر تولید ضرورت دارد.

#### بااحترام

محسن تدین

رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران

جناب آقای مهندس مجذوب

عضو محترم انجمن بتن ایران

باسلام و احترام،

پیرو درخواست جنابعالی برای پاسخ دهی به سؤالات مطروحه در مورد افزودنیها، بدینوسیله پاسخ ۱۸ پرسش ارسالی تقدیم می گردد.

بهرحال امیدوارم که پاسخ های ارسالی مورد استفاده قرار گیرد.

#### بااحترام

محسن تدین

رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران

**سؤال ۱- آیا استفاده از افزودنی های بتن باعث کاهش مقاومت فشاری بتن می گردد؟**

**جواب-** برخی افزودنی های شیمیایی بتن در استاندارد ۲۹۳۰ ایران دارای مشخصات فنی استاندارد است. در این استاندارد اجازه داده شده است بصورت محدود برای برخی از افزودنیهای شیمیایی با کاهش مقاومت درمقایسه با مخلوط شاهد (کنترل) روبرو باشیم. در این رابطه نظر شما را به جدول زیر جلب می کنم. اما باید در نظر داشت اجازه برای کاهش مقاومت در مشخصات استاندارد، الزاماً به معنای پائین آمدن مقاومت بتن با محصولات موجود نخواهد بود.

حداقل مقاومت درمقایسه با مخلوط شاهد(درصد)

نام افزودنی	۱روزه ۲۰°C	۲روزه ۵°C	۷ روز	۲۸روز	ملاحظات
کاهنده آب روان کننده	--	--	۱۱۰	۱۱۰	روانی برابر
فوق کاهنده آب- فوق روان کننده	--	--	--	۱۴۰	روانی برابر
فوق کاهنده آب کندگیر			--	۱۰۰	روانی برابر
فوق کاهنده آب- فوق روان کننده			--	۹۰	نسبت آب به سیمان برابر
فوق کاهنده آب کندگیر			۱۰۰	۱۱۵	روانی برابر
فوق روان کننده کندگیر			--	۹۰	نسبت آب به سیمان برابر
کاهنده آب زودگیر			--	۱۰۰	روانی برابر
تندگیرکننده				۸۰	روانی برابر
کندگیرکننده			۸۰	۹۰	
زودسخت کننده	۱۲۰	۱۳۰	--	۹۰	
هوا ساز				۷۵	روانی برابر
نگهدارنده آب				۸۰	روانی برابر
کاهنده جذب آب				۸۵	روانی با نسبت آب به سیمان برابر

بنابراین در هشت مورد از ۱۳ مورد اجازه کاهش مقاومت وجود دارد.

بدیهی است در استفاده از روان کننده ای که برای کاهش نسبت آب به سیمان یا کاهش مصرف سیمان بکار می رود با افزایش مقاومت روبرو می شویم بویژه در طرحهای اختلاط آزمایشگاهی و کارگاهی، تاثیر این مواد چشمگیر است.

هم چنین می توان گفت که با مصرف دوده سیلیسی یا برخی مواد معدنی پودری به شرط اینکه با کاهش نسبت آب به سیمان روبرو نشویم می توان مقاومت های دراز مدت خوبی را بدست آورد و در مورد دوده سیلیسی مقاومت های کوتاه مدت ۷ و میان مدت ۲۸ روزه نیز با افزایش همراه است. ضمناً باید اذعان کرد که هدف از مصرف افزودنی ها همواره افزایش مقاومت نیست بلکه خواص دیگری مانند دوام و نفوذناپذیری و یا امکان پذیری اجرای یک سازه مطرح است که بدون این مواد، دستیابی به این خواسته ها میسر نمی گردد.

در استاندارد EN934، مشخصات افزودنی ها همان مشخصات استاندارد ۲۹۳۰ ایران است. استاندارد ASTM C494 هفت نوع افزودنی شیمیائی را مطرح کرده است که برای یک نوع آن کاهش مقاومت تا ۹۰ درصد را منظور نموده است (کندگیرکننده). هم چنین برای زودسخت کننده ها مقاومت ۶ ماهه و ۱ ساله را تا ۹۰ درصد مجاز دانسته است. در ASTM C1017 برای فوق روان کننده (با نسبت آب به سیمان برابر) از نوع خنثی و دیرگیر، کاهش مقاومت ۳ روزه تا یکساله را تا ۹۰ درصد مجاز دانسته است. هم چنین در ASTM C260 برای مواد حباب زا مقاومت ۳، ۷ و ۲۸ روزه می تواند ۹۰ درصد مخلوط شاهد باشد.

### سؤال ۲- آیا می توان از حباب زائی بتن برای نفوذناپذیر نمودن بتن استفاده نمود؟

**جواب ۲-** استفاده از مواد حبابزا بویژه اگر با حفظ روانی و کاهش مصرف آب همراه باشد به کاهش نسبت آب به سیمان نیز منجر می شود و همراه با کاهش نفوذپذیری ناشی از وجود حبابهای پراکنده ریز، می تواند بسیار مفید باشد اما نفوذ ناپذیری کامل حاصل نمی گردد. با مصرف حباب زا جذب آب و جذب آب موئینه معمولاً کمتر می شود. استفاده از نسبت آب به سیمان کم، با مصرف فوق روان کننده در کنار مصرف مواد بندکننده از نوع دافع آب یا انواع دیگر می تواند مفید واقع شود. بکارگیری حداکثر اندازه کوچکتر و با دانه بندی ریزتر و مواد پرکننده خنثی (پودرسنگ) یا مواد ریز معدنی فعال (پوزولانها و سرباره ها) می تواند به کاهش نفوذپذیری منجر گردد. اما در صورتیکه هدف از کاهش نفوذپذیری و جذب آب، بهبود دوام در برابر تری و خشکی یا یخبندان و آبشدگی پی در پی باشد هیچ ماده ای جایگزین ماده حبابزا نخواهد شد.

### سؤال ۳- آیا استفاده از ضدیخ بتن باعث افت مقاومت فشاری می گردد؟

**جواب ۳-** در ابتدا باید گفت در استانداردهای موجود، ماده ای بنام ضدیخ بتن وجود ندارد و اصطلاحی است که در ایران به مواد زودسخت کننده و یا زودگیرکننده (شتاب دهنده Accelerator) به غلط اطلاق شده است و متأسفانه تاکنون مبارزه با برگزیدن این واژه غلط و نابجا بجائی نرسیده است علت این مقابله، ایجاد گمراهی در هنگام مصرف این مواد بویژه در هوای سرد است.

طبق استاندارد ملی ۲۹۳۰ کاهش مقاومت ۲۸ روزه تا ۹۰ درصد مخلوط شاهد مجاز است. در استاندارد ASTM C494 مقاومت ۶ ماهه و ۱ ساله می تواند حداقل ۹۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط شاهد باشد. در ساخت برخی زودسخت کننده (ضدیخ ها) از موادی می توان بهره گرفت که حداقل تا سن ۲۸ روز شاهد کاهش مقاومت نباشیم. گاه مصرف کننده این مواد، بدون در نظر گرفتن آب موجود در آن باعث افزایش نسبت آب به سیمان می شود و این امر، یعنی کاهش مقاومت فشاری بتن، بویژه در سن ۲۸ روز و پس از آن، بطور جدی مشاهده می شود.

بدیهی است با مصرف این مواد و منظور نمودن آب موجود در آن در هنگام ساخت بتن، شاهد افزایش مقاومت در سنین ۱ تا ۷ روزه می باشیم. امروزه در برخی از کشورها ظاهراً مواد ضدیخ بتن نیز تولید و مصرف می شود که این مواد هنوز در ایران بکار نرفته است و موجود نیست.

**سؤال ۴- در زمان استفاده از ضدیخ بتن (شتاب دهنده واکنش هیدراسیون) آیا نیاز است تا تمهیدات دیگری مد نظر قرار گیرد؟**

**جواب ۴-** یکی از زیانهای استفاده از نام ضدیخ بجای زودگیرکننده یا شتاب دهنده و یا زودسخت کننده آنست که مصرف کننده به غلط تصور می کند که با مصرف این ماده، جلوی یخ زدن بتن گرفته می شود. با مصرف این گونه مواد ممکنست مانند هر ماده دیگر حداکثر ۲درجه سانتی گراد نقطه انجماد را پائین آورد اما معنای آن جلوگیری از یخ زدن و ضد یخ بودن نیست. این مواد باعث تسریع در هیدراسیون سیمان می شود و در دمای پائین، افزایش مقاومت بیشتری را شاهد خواهیم بود. افزایش سرعت هیدراسیون به افزایش سرعت گرمزائی نیز منجر می شود و می تواند کمک بهتری را به ما بنماید. بهرحال انجام هیدراسیون در حدی که از نظر مهندسی به ما کمک شایانی بنماید مستلزم داشتن دمای بتن یا دمای محیط بیش از ۵ درجه سانتی گراد است و گر نه تسریع هیدراسیون در دمای نزدیک به صفر معنایی ندارد. بنابراین لازم است دستورالعمل های آئین نامه های بتن ریزی در هوای سرد شامل ساخت بتن با دمای مناسب و ریختن و عمل آوری در دمای مناسب حتماً رعایت گردد.

**سؤال ۵- آیا ضدیخ بتن در فریزر یخ می زند؟**

**جواب ۵-** نقطه انجماد محلول ها به نوع ماده (جرم ملکولی) و غلظت آن بستگی دارد. مواد ضدیخ موجود در بازار ممکنست در دمای تا  $10^{\circ}\text{C}$  - یخ نزنند اما اگر غلظت آنها به حدی برسد که در بتن شاهد آن هستیم این ماده و بتن در دمای  $2^{\circ}\text{C}$  - تا  $3^{\circ}\text{C}$  - یخ خواهند زد. اصولاً مواد زودسخت کننده (به غلط ضدیخ) را نمی توان با گذاشتن در فریزر و کنترل دمای یخ زدن مورد آزمون قرار داد. امروزه موادی بنام واقعی ضدیخ تولید و مصرف می گردد که هیچیک از مواد مصرفی در ایران جزو این گروه نمی باشد.

**سؤال ۶- آیا می توان به جای ضدیخ بتن از فوق روان کننده زودگیر استفاده نمود؟**

**جواب ۶-** از مواد فوق روان کننده میتوان بعنوان فوق کاهنده آب استفاده کرد. برخی از آنها می توانند تا ۳۵ درصد کاهش آب و در نتیجه ۳۵درصد کاهش نسبت آب به سیمان را در پی داشته باشند. با کاهش نسبت آب به سیمان، مقاومت های اولیه از رشد خوبی برخوردار می شوند و در این مسیر واضح است که سرعت هیدراسیون و گرمزائی نیز بیشتر می شود. بدیهی است در این راه نباید بدنبال افزایش کارائی بتن با مواد فوق روان کننده بود و گر نه نتیجه چندان مطلوبی را در پی نخواهد داشت. این امر موجب افزایش مقاومت و دوام بتن در دراز مدت نیز می شود در حالی که با مصرف مواد زودسخت کننده (به غلط ضدیخ) نمی توان چنین انتظاراتی را دنبال نمود. یخ زدن بتن پس از مدت حفاظت و عمل آوری ابداً مشکلی را برای بتن هائی که بدین طریق ساخته می شوند بوجود نمی آورد.

**سؤال ۷- آیا می توان از میکروسیلیس به عنوان فیلر استفاده نمود؟**

**جواب ۷-** میکروسیلیس *Microsilica* یا دوده سیلیسی *Silica Fume* از جمع آوری غبار فرآیند تولید مواد فرسولسیسی که از دودکش کوره این کارخانه ها خارج می شود بدست می آید. ذرات کروی بسیار ریز این غبار دارای قطر معمولاً ۰/۵ تا ۰/۲۵ میکرون (بطور متوسط ۰/۱۵ میکرون یا ۱۵۰ نانومتر) می باشند. سیلیس آمورف موجود در این ذرات بیش از ۸۵ درصد وزن آنها را تشکیل می دهد که می تواند به راحتی با آهک هیدراته یعنی هیدروکسید کلسیم یا  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  در محیط مرطوب واکنش دهد و مواد چسباننده ای از نوع سیلیکات کلسیم هیدراته و شبیه C-S-H تولید کند. این ماده چسباننده به افزایش مقاومت و دوام بتن منجر می شود. میکروسیلیس با دوده سیلیسی یک پوزولان مصنوعی با فعالیت پوزولانی چشمگیر محسوب می شود و نباید با پودر یا آرد سیلیس میکرونیزه اشتباه

گردد. پودر یا گرد سیلیس یک پوزولان نیست، حتی اگر به شدت ریز و میکرونیزه شود. بنابراین واکنشی اتفاق نمی افتد و نقش یک فیلر یا پرکننده یا ماده پودری خنثی را بازی می کند. البته میکروسیلیس یا دوده سیلیسی در بتن تازه می تواند نقش مواد پرکننده را ایفاء کند ولی نقش بعدی آن با پودر سیلیس به شدت متفاوت است. چنانچه دوده سیلیسی یا میکروسیلیس مصرفی در بتن بیش از ۱۵ و در مواردی بیش از ۲۰ درصد وزن سیمان باشد ممکن است همه آن در بتن هرگز وارد واکنش و تولید ماده چسباننده نشود و نقش فیلر یا پرکننده را باز می کند. نیاز به آب دوده سیلیسی یا میکروسیلیس در بتن برای ایجاد کارائی لازم چند برابر پودر سیلیس است و به دلیل ریزی و سطح ویژه فوق العاده آن و کلوخه یا گلوله شدن، نیاز به مقدار قابل توجهی فوق روان کننده یا فوق کاهنده آب دارد.

#### سؤال ۸- چرا باید دوده سیلیسی را همراه با مواد افزودنی کاهنده آب بتن مصرف نمود؟

**جواب ۸-** دوده سیلیسی یا میکروسیلیس دارای سطح ویژه ۱۵۰/۰۰۰ تا ۳۰۰/۰۰۰ سانتی متر مربع در هر گرم می باشد که دلیل آن اندازه ذرات از حدود ۵/۰ تا ۰/۲۵ میکرون بنظر می رسد. با این سطح ویژه فوق العاده زیاد، نیاز به آب آن در مقایسه با سطح ویژه سیمان یعنی ۲۸۰۰ تا ۴۰۰۰ سانتی متر مربع یا با پودر و گرد سیلیس میکرونیزه یعنی ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ سانتی متر مربع در هر گرم افزایش چشمگیری خواهد داشت. بنابراین بدون مصرف مواد کاهنده آب یا روان کننده راه بجائی نمی بریم و کارائی بتن با کاهش شدیدی روبرو می شود. اما چنین پودر ریزی در هنگام اختلاط با آب به شدت کلوخه می شود و لازم است به شدت هم زده شود و در حالت معمول برای اختلاط در بتن، لازم است از مواد فوق روان کننده یا فوق کاهنده آب استفاده شود تا ذرات آن بتوانند بهتر از یکدیگر جدا و پراکنده شوند و بهتر واکنش دهند. تجربه ها نشان می دهد که روان کننده ها یا کاهنده های معمولی آب نمی توانند چندان مثر ثمر واقع شوند و نیاز به فوق روان کننده وجود دارد.

کلوخه میکروسیلیس علاوه بر کاهش مقاومت فشاری و دوام و افزایش نفوذپذیری می تواند به واکنش با قلیائی های سیمان و بتن منجر گردد و به تدریج ترک خوردگی ناشی از انبساط حاصل از این واکنش ها بوجود آید در حالیکه میکروسیلیس را می توان برای کاهش این نوع خرابی مصرف کرد به شرطی که بصورت کلوخه در نیاید.

#### سؤال ۹- آیا می توان از دوده سیلیسی به عنوان ماده واترپروف استفاده نمود؟

**جواب ۹-** دوده سیلیسی یا میکروسیلیس که در مجموعه ذرات بتن حضور پیدا می کند با ایجاد ماده چسباننده در اثر واکنش با هیدروکسید کلسیم، پرکننده نیز می باشد و تا حدودی از نفوذپذیری بتن به دلیل کاهش اندازه منافذ موئینه می کاهد. هم چنین کاهش نسبت آب به سیمان می تواند به نفوذ ناپذیری بتن کمک کند. بکارگیری دوده سیلیسی به کاهش نفوذ و انتشار یون کلرید در بتن یاری می رساند اما نقش ماده آب بندکننده با ماده واترپروف بویژه از نوع دافع آب متفاوت است. نقش مواد پودری میکرونیزه یا مواد پرکننده غیر محلول در آب از این نظر شبیه به دوده سیلیسی یا میکروسیلیس می باشد.

#### سؤال ۱۰- استفاده بیش از حد از مواد افزودنی کاهنده آب بتن چه عواقبی دارد؟

**جواب ۱۰-** مصرف بیش از حد مواد افزودنی کاهنده آب یا روان کننده و هم چنین مواد فوق روان کننده یا فوق کاهنده آب برای ایجاد روانی یا کاهش نسبت آب به سیمان یا کاهش مصرف سیمان می تواند به جداسازی شدید، آب انداختن فوق العاده زیاد و هم چنین تاخیر زیاد در زمان گیرش اولیه و نهائی بتن منجر گردد، به نحوی که گاه ۴۸ ساعت پس از ساخت، بتن به مرحله گیرش نهائی نمی رسد و بدیهی است کسب مقاومت فشاری به شدت به عقب می افتد. بهرحال در صورت وجود تبخیر زیاد از سطح بتن ممکنست ترک خوردگی در سطح بتن تشدید شود. گاه تغییر رنگ قابل ملاحظه ای در بتن مشاهده می گردد اما دیده می شود که گهگاه پس از گذشت مدت قابل ملاحظه ای از ساخت بتن، مقاومت های بالنسبه خوبی حاصل می گردد اما معمولاً مشکلات اجرائی به کاهش کیفیت بتن و نشست خمیری کمک می کند که به نوع خود به ایجاد ترک های ناشی از نشست خمیری در بتن منجر می شود.

## سؤال ۱۱- آیا استفاده از ابر روان کننده می تواند هزینه های طرح اختلاط را کاهش دهد؟

**جواب ۱۱-** ابر روان کننده واژه ای است که برای فوق روان کننده ای قوی و یا کاهنده های آب بسیار قوی بکار می رود و معمولاً پلی کربوکسیلاتها را در بر می گیرد. این مواد می تواند به کاهش ۳۵ درصد آب مورد نیاز بتن برای دستیابی به روانی معین منجر گردد و بدین ترتیب با چنین کاهش آبی، مقاومت بتن را بیش از ۵۰ درصد افزایش می دهد.

کاهش قیمت بتن (مواد اولیه) معمولاً وقتی می تواند اتفاق بیفتد که عیار سیمان مصرفی در بتن کاهش یابد. بنابراین چنین امری با بکارگیری مواد روان کننده، فوق روان کننده یا ابر روان کننده بعنوان کاهنده آب و در نتیجه آن کاهش عیار سیمان بتن می تواند محقق شود اما همواره کاهش عیار سیمان به کاهش قیمت یا هزینه تولید بتن منجر نمی گردد. قیمت سیمان مصرفی، قیمت روان کننده مصرفی و قدرت کاهندگی آب و سیمان با توجه به میزان روان کننده بکار رفته برای این مهم، از عوامل مهم در این رابطه می باشد. بنابراین همواره نمی توان چنین حکمی را صادر کرد.

بنظر می رسد در کشور ما با افزایش قیمت سیمان و کاهش تدریجی قیمت روان کننده ها از جمله ابر روان کننده ها، در طول سالهای گذشته گاه همه انواع روان کننده و گاه برخی از آنها امکان کاهش قیمت بتن با روانی ثابت و کاهش مصرف سیمان را فراهم آورده اند. به هر حال در برخی از برهه های زمانی ممکن است با افزایش قیمت روان کننده ها مواجه شویم و در این موضع تغییراتی ایجاد شود.

چنانچه قیمت حامل های انرژی در ایران به سطح موجود جهانی برسد و قیمت سوخت و برق و قیمت های وابسته به آن بدون هرگونه یارانه ای باشد، قطعاً همه انواع روان کننده از جمله ابر روان کننده ها، کاهش قیمت بتن از طریق کاهش عیار سیمان را به بار می آورند.

اگر روانی بتن ثابت در نظر گرفته نشود و نسبت آب به سیمان ثابت فرض شود، قطعاً قیمت بتن با مصرف انواع روان کننده افزایش خواهد یافت اما مشخص نیست که آیا قیمت اجرای بتن و سازه بتنی بالا می رود یا کاهش می یابد و این امر به نوع سازه و دستمزد افراد و هزینه بکارگیری وسایل تراکمی مربوط می شود. در کشورهای اروپائی و بسیاری از کشورهای پیشرفته مشخص شده است که افزایش شدید روانی و بکارگیری بتن خودتراکم به کاهش هزینه تمام شده سازه بتنی و بالا رفتن کیفیت آن منجر می شود. بنابراین در راه مصرف ابر روان کننده ها تردیدی را بخود راه نمی دهند.

امروزه با نسبت آب به سیمان کمتر و حتی با روانی برابر نیز ممکن است بدون کاهش مصرف سیمان با امکان پذیری دستیابی سریع به مقاومت های اولیه مورد نیاز، کاهش هزینه عمل آوری بویژه در هوای سرد و بازکردن سریع تر قالب ها، هزینه های اجرای سازه بتنی را کاهش داد.

لازم است در این رابطه تحقیقات بیشتری در ایران انجام شود و جایگاه این مواد در پروژه های مختلف از نظر کاهش قیمت بتن یا کاهش قیمت سازه بتنی بررسی گردد.

## سؤال ۱۲- تفاوت انواع مواد کاهنده آب در چیست؟

**جواب ۱۲-** انواع مواد کاهنده آب یا روان کننده میتواند مربوط به قدرت کاهندگی یا روان کنندگی آن با توجه به میزان مصرف آن باشد. هم چنین با توجه به خنثی بودن، زودگیر یا کندگیر بودن این مواد، تقسیم بندی های خاصی بوجود می آید.

امروزه قدرت حفظ روانی یکی از ویژگی های این نوع افزودنی ها به حساب می آید. تفاوت در میزان مصرف و قیمت نیز موضوعیت دارد و تعیین کننده است.

برخی اوقات، قدرت حفظ انسجام و جلوگیری از جدایش اجزاء بتن میتواند به تفاوت گذاری در این مواد منجر گردد. روان کننده های معمولی بویژه از نوع لیگنوسولفوناتها حداکثر می تواند به کاهش ۱۲ درصدی آب در بتن (با ثابت بودن روانی) منجر گردد. میزان مصرف این واد در بتن بسته به میزان کاهش آب ۵ تا ۱۲ درصد، بین ۰/۲ تا ۰/۸ درصد وزن سیمان خواهد بود در حالیکه میزان مواد جامد آن بین ۳۸ تا ۴۲ درصد مایع آن باشد.

مسلماً تغییر در غلظت افزودنیهای روان کننده یا کاهنده آب به تغییر خواص و میزان مصرف آن منجر می‌گردد.

فوق روان کننده هائی از نوع فرم آلدئید نفتالین سولفوناته فشرده با غلظت ۳۳ تا ۳۷ درصد ماده جامد با صرف ۰/۵ تا ۱/۲ درصد وزن سیمان، کاهش آب ۱۲ تا ۲۲ درصد را بدنبال دارد. بدیهی است مصرف کمتر، کاهندگی آب کمتری را خواهد داشت. فوق روان کننده هائی از نوع فرم آلدئید ملامین سولفوناته با غلظت حدود ۳۰ تا ۳۲ درصد ماده جامد و با مصرف ۰/۵ تا ۲/۵ درصد، کاهش آب حدود ۱۲ تا ۲۵ درصد را در پی دارد. مصرف کمتر مسلماً کاهندگی آب کمتری دارد.

ابر روان کننده هائی از نوع پلی کربوکسیلاتها با میزان ماده جامد ۴۰ تا ۴۲ درصد و مصرف ۰/۳ تا ۱/۵ درصد وزن سیمان کاهش آب حدود ۱۲ تا ۳۵ درصد را به بار می‌آورد. بدیهی است در این مورد نیز با مصرف کمتر این مواد قدرت کاهندگی آن کاهش می‌یابد.

لیگنوسولفوناتها ذاتاً کندگیر هستند و می‌توان انواعی از آن با حالت خنثی تا خیلی دیرگیر را داشت و حفظ روانی آن نیز خوبست. مواد نفتالینی چندان کندگیر نیستند و انواعی از آن با حالت خنثی و دیرگیر تولید می‌شود اما حفظ روانی جالبی ندارد.

مواد ملامینی نسبتاً زودگیر هستند و انواعی از آن با حالت خنثی یا زودگیر ساخته می‌شود اما حفظ روانی آن ابدأ مناسب نیست. مواد پلی کربوکسیلاتی تقریباً خنثی هستند و انواع آن از حالت زودگیر تا دیرگیر با قدرت حفظ روانی متفاوت تولید می‌شود.

در ASTM C494 ، کاهنده آب (روان کننده) معمولی خنثی (نوع A) حداقل قدرت کاهندگی آب ۵درصد، کاهنده آب دیرگیر (نوع D) با حداقل کاهندگی آب ۵درصد، کاهنده آب زودگیر (نوع E) با حداقل کاهندگی آب ۵درصد، فوق کاهنده آب (نوع F) با حداقل قدرت کاهندگی آب ۱۲درصد، فوق کاهنده آب دیرگیر (نوع G) با حداقل کاهندگی آب ۱۲ درصد وجود دارد. اما در این استاندارد و سایر استانداردها، فوق کاهنده آب یا فوق روان کننده زودگیر فعلاً جایگاهی ندارد.

در استاندارد ASTM C1017 ، این مواد از نظر قدرت روان کنندگی بررسی می‌شود و دو نوع روان کننده یا فوق روان کننده یا ابر روان کننده از نظر خنثی بودن یا دیرگیری با شماره های I و II مطرح می‌شود. در این استاندارد فرض شده است نسبت آب به سیمان مخلوط بتن ثابت می‌باشد و روان کنندگی آنها بررسی می‌گردد.

در این استانداردها به قدرت حفظ روانی، هوازائی و موارد مشابه پرداخته نشده است.

در استاندارد ۲۹۳۰ ایران و EN934، ۷ نوع روان کننده یا کاهنده آب یا فوق روان کننده و فوق کاهنده آب از نوع خنثی، دیرگیر و زودگیر مطرح شده است که در آن روان کننده (با نسبت آب به سیمان برابر) دیرگیر و زودگیر، فوق روان کننده زودگیر (با نسبت آب به سیمان ثابت) جایگاهی ندارد. در این استاندارد به میزان هوازائی و گاه حفظ اسلامپ پرداخته شده است و در همه موارد میزان کاهش آب یا افزایش روانی مطرح گردیده است.

**سؤال ۱۳- در چه مواردی از زودگیر بتن پودری و در چه مواردی از زودگیر بتن مایع استفاده می‌شود؟**

**جواب ۱۳-** بطور کلی استفاده از افزودنی های مایع بهتر از بکارگیری نوع پودری آن (از یک جنس) می‌باشد زیرا عمل اختلاط بخوبی انجام می‌شود و همگنی حاصل می‌گردد. بنابراین استفاده از زودگیر مایع نیز ارجح است. اگر قرار باشد ماده زودگیر درپاشیدن بتن بکار رود، و بکارگیری روش تر مطرح باشد، مواد زودگیر اعم از پودری یا مایع در ساخت بتن می‌تواند بکار رود. در روش خشک، می‌توان مواد پودری را با مواد اولیه بتن (سیمان و سنگدانه) مخلوط کرد. هم چنین می‌توان مواد زودگیر مایع را از طریق لوله آب به سر شیلنگی (افشانک) رسانید یا مواد پودری را در آب اختلاط حل نمود و بکار برد. در صورتی حل مواد زودگیر امکان پذیر است که این مواد قابل حل باشد و گرنه تهیه زودگیر محلول میسر نیست.

همه موارد فوق وقتی مطرح است که جنس مواد زودگیر پودری و مایع یکی باشد. در صورتیکه جنس آنها متفاوت باشد ممکن است تفاوت‌های دیگری مطرح گردد.

#### سؤال ۱۴- از چه آزمون‌هایی برای آزمایش بتن خود متراکم شونده SCC استفاده می شود؟

**جواب ۱۴-** بتن خودتراکم SCC یا بتن خود تراز SLC از نقطه نظرهای مختلفی مورد آزمایش قرار می‌گیرند. این آزمایشها عبارتند از: آزمایشهای بتن تازه و آزمایش های بتن سخت شده.

آزمایشهای بتن تازه عبارتند از: آزمایش های کارائی، درصد هوا، وزن مخصوص، گیرش، جداسدگی، جمع شدگی و آب انداختن و غیره. بنظر می رسد هدف پرسش آزمایش های بتن تازه برای این نوع بتن ها باشد زیرا در آزمایش های بتن سخت شده تفاوتی وجود ندارد.

آزمایش های درصدهوا، وزن مخصوص، گیرش و جمع شدگی و آب انداختن بصورت خاص برای این بتن‌ها ارائه نشده است. ولی آزمایش های کارائی و جداسدگی خاص برای این نوع بتن ویژه وجود دارد که تعداد آنها بسیار زیاد است.

آزمایش های کارائی موجود گاه ترکیبی هستند و می توان بصورت چشمی و یا به صورتهای کمی، جداسدگی و آب انداختن را نیز مشخص کرد. در این آزمایش ها گاه قابلیت پرکردن یا قابلیت عبور بتن و یا ترکیب آنها بررسی می شود.

آزمایش های کارائی عبارتند از: جریان اسلامپ، قیف V، جعبه L، جعبه U، جعبه پرکردن و روزنه و تعداد زیادی از آزمایش های دیگر همچنین در بکارگیری این آزمایش ها، گاه روال خاصی برای تعیین قابلیت جدائی و پایداری بتن با قابلیت عبور بدون جداسدگی طی می شود. به عنوان مثال: زمان رسیدن به قطر ۵۰ سانتی متر در آزمایش جریان اسلامپ، انجام آزمایش جریان اسلامپ با حلقه ژاپنی (Jring)، انجام آزمایش قیف پس از ۵ دقیقه، انجام آزمایش جعبه L با میلگرد، انجام آزمایش جعبه U با میلگرد، تعیین زمان عبور بتن از فواصل مختلف در آزمایش جعبه L.

در ارتباط با جداسدگی و پایداری بتن، دو آزمایش مشخص بنام های پایداری ستون و پایداری شبکه الک وجود دارد ضمن اینکه در آزمایش های کارائی بویژه جریان اسلامپ و جعبه L یا روزنه می توان شاهد جداسدگی احتمالی بود. هم چنین در آزمایش حلقه J می توان پی به چنین ویژگی هائی در هنگام عبور از قفس میلگرد برد. در این مورد امروزه چهار دستور استاندارد در ASTM تدوین شده است در حالیکه در استاندارد EN پنج دستور استاندارد وجود دارد.

#### سؤال ۱۵- تفاوت ماده افزودنی مکمل بتن و ژل میکروسیلیس در چیست؟

**جواب ۱۵-** در استانداردهای موجود دنیا ماده ای تحت نام مکمل بتن وجود ندارد. برخی شرکت های افزودنی بتن با سلیقه خود موادی را تحت این عنوان بدون محدودیت خاص تولید می کنند.

در افزودنیهای مکمل می توان از مواد مختلف پودری فعال پوزولانی یا سرباره ای، پودر سنگ، فوق روان کننده، مواد بندکننده، مواد دیرگیرکننده، مواد حافظ اسلامپ، مواد لزجت زا و ضد جداسدگی و آب انداختن و در نهایت مواد فعال کننده هیدراسیون استفاده نمود.

ژل میکروسیلیس نیز دارای استاندارد مشخصی در دنیا نمی باشد و اصولاً واژه ای است که در ایران ابداع شده است. در این ماده، میکروسیلیس، فوق روان کننده و آب وجود دارد. برخی از تولیدکنندگان مدعی افزودن موادی به این ژل هستند که آنرا بهبود می بخشد. بهرحال وقتی برای یک افزودنی چارچوب استاندارد وجود ندارد، تولید آن بهر شکل و با هر نوع خاصیت و ویژگی امکان پذیر است.

#### سؤال ۱۶- آیا می توان چند ماده افزودنی را به صورت هم زمان مصرف نمود؟

**جواب ۱۶-** بطور کلی مصرف چند ماده بصورت همزمان در یک بتن مانعی ندارد به شرط اینکه اثرات خنثی کننده یا نامطلوبی را بر هم نداشته باشند. این سؤال شبیه به آن است که پرسیده شود آیا می توان چند دارو را با هم در یک دوره درمان مصرف نمود و یا حتی در یک نوبت با هم میل نمود؟ جواب این دو پرسش، یکسان است. همانگونه که تولید کنندگان دارو و یا کتب دارویی در مورد مصرف چند دارو با هم



تذکراتی را به پزشکان و مصرف کنندگان می دهند، تولیدکنندگان افزودنی نیز در این مورد نکاتی را قید می کنند. بهر حال رعایت دستورالعمل ها و تذکرات سازنده افزودنی ضرورت دارد.

اگر مقصود از مصرف همزمان، اختلاط افزودنی ها با یکدیگر می باشد، لازم است احتیاطاً از این امر خودداری نمود مگر اینکه ضرورتی وجود داشته باشد و تولیدکننده افزودنی مجوز آن را صادر کند. مثلاً شرکت های افزودنی، بطور معمول روان کننده ها را با مواد دیرگیرکننده یا مواد دیگر مخلوط می کنند و عرضه می نمایند.

در مصرف همزمان مواد افزودنی و ریختن آنها در دیگ اختلاط نیز بهتر است به دستورالعمل سازنده توجه شود.

### سؤال ۱۷- برای انتخاب کاهنده آب مناسب باید چه مواردی مد نظر قرار داده شود؟

**جواب ۱۷-** در ابتدا توجه به قدرت کاهندگی آب و روان کنندگی ماده مزبور در کنار توجه به نوع و پایه اصلی آن از اهمیت برخوردار است. توجه به ضرورت مصرف این ماده در بتن بصورت کاهنده آب، کاهنده سیمان و یا افزاینده روانی یا ترکیبی از آنها مهم است. با توجه به این نکات ممکن است از مصرف برخی از مواد که توانایی لازم را ندارند منصرف شویم. محدودیت نسبت آب به سیمان از نظر تامین مقاومت و دوام، محدودیت حداقل و حداکثر عیار سیمان از نظر آئین نامه ای یا مشخصات فنی عمومی و خصوصی پروژه، روانی مورد نیاز، مسائل مرتبط با جداسدگی و آب انداختن، افت اسلامپ و فاصله زمانی ساخت تا ریختن با توجه به دمای محیط و دمای بتن مصرفی، مسائل مربوط به ابعاد مقطع و وجود شرایط بتن حجیم، نیاز به سرعت کسب مقاومت بتن در سنین اولیه از جمله مواردی است که در انتخاب ماده کاهنده آب و روان کننده موثر است.

از جمله موارد مهم در انتخاب هر ماده افزودنی منجمله مواد روان کننده و یا کاهنده آب، هزینه مصرف آن می باشد که به مقدار مصرف و قیمت واحد آن بستگی دارد.

### سؤال ۱۸- عامل اصلی مؤثر در دوام و پایایی چیست؟

**جواب ۱۸-** دوام و پایایی بتن گستره وسیعی از مفاهیم را در برمی گیرد. در بیشتر اوقات ایجاد پایایی با کاهش نفوذپذیری و جذب آب بتن ارتباط دارد. از بین بردن منافذ موئینه یا کاهش آن و یا کوچکتر کردن ابعاد منافذ معمولاً به دوام کمک می کند. برخی شکل‌های دوام مانند سایش پذیری ممکن است به عوامل دیگری منجمله کیفیت سنگدانه ها مرتبط باشد. بنابراین ذکر کلی چند عامل نمی تواند پاسخ مناسبی باشد.

برای مثال افزایش مقاومت الکتریکی بتن به کمک میکروسیلیس در بحث خوردگی میلگردها از اهمیت زیادی برخوردار است در حالی که ممکن است نفوذپذیری و جذب آب بتن در این حالت با بتن حاوی سایر مواد پوزولانی و سرباره ها و یا بتن دارای نسبت آب به سیمان کمتر تفاوت نداشته باشد.

علاوه بر کیفیت اجزاء بتن و نسبت های اختلاط آن، کیفیت حمل و ریختن، چگونگی تراکم و پرداخت و عمل آوری بتن، پوشش های سطحی بتن، شرایط محیطی و عوامل زیان آور موجود و رویارو با بتن از جمله عواملی است که بر دوام و پایایی بتن اثرگذار است. بنابراین تنها عامل برای پایایی آن، کیفیت خود بتن نیست. با استفاده از مواد افزودنی مناسب و مصرف بجا و صحیح آنها میتوان پایایی بتن را در شرایط مختلف بخوبی افزایش داد.

### با احترام

محسن تدین

رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران