

پرسش و پاسخ

سوالات طرح شده در دوره مصالح و اجرای بتن - تبریز بهمن ماه ۱۳۹۶

س ۱ - آیا روانی و کارایی بتن الزاماً متناظر و هم جهت با یکدیگر هستند؟ چرا گاه گفته می شود که روانی بیشتر اما کارایی کم می شود و برعکس؟

ج ۱ - روانی در اصل به نوعی ترجمه *Consistency* می باشد و اغلب با روش اسلامپ در کارهای ما بدست می آید و در واقع مقدار شلی و سفتی بتن می باشد.

کارایی ترجمه *Workability* است و مفاهیمی همچون شلی و سفتی، تراکم پذیری، پرداخت پذیری و قابلیت پمپ شدن بتن را در بر دارد. هم چنین گاه آب انداختن و استعداد جداسدگی را نیز جزو مفهوم کارایی قلمداد می کنند. بنابراین گاه کارایی و روانی هم جهت با یکدیگر کم و زیاد می شوند و گاه یکی از آنها بیشتر و دیگری کمتر می شود. فرض کنید با استفاده از یک ماسه که دارای ریز کافی می باشد بتنی را با نسبت ها و مقادیر مشخصی بسازیم و اسلامپ آن ۱۰ سانتی متر شود. سپس بتنی را با همان ماسه که ریزهای آن کمتر شده است دقیقاً با همان نسبت ها و مقادیر تولید کنیم. در این حالت ممکن است اسلامپ آن ۱۲ سانتی متر گردد اما بتن دوم قابلیت پمپ شدن و پرداخت پذیری کمتری نسبت به بتن اول دارد. آب انداختن بتن دوم و استعداد جداسدگی آن بیشتر از بتن اول خواهد بود. بنابراین گفته می شود که کارایی بتن دوم کمتر از بتن اول است در حالی که روانی (شلی) آن بیشتر از بتن اول می باشد.

امیدوارم با این مثال توانسته باشم این مفاهیم مهم را منتقل کرده باشم.

س ۲ - آیا در سنگدانه های شکسته، ضعف احتمالی ناشی از وجود ترک در آن، ممکنست به ضعف مقاومتی بتن منجر شود؟

ج ۲ - چنانچه از ماسه شکسته استفاده شود، وجود احتمالی چنین ترکهایی، بر مقاومت بتن تاثیری ندارد. در مورد شن شکسته، ممکنست چنین ترکهایی موجب کاهش مقاومت گردد مشروط بر اینکه درصد چنین دانه های ترکداری زیاد باشد. این موضوع در دنیا چندان مطرح نشده است. ویژگی های مقاومتی سنگدانه های درشت در آزمایش لوس آنجلس یا سایر آزمایش ها بررسی می شود و در صورتی که نگرانی خاصی ایجاد کند مصرف نخواهد شد. در کتب و منابع معتبر این نگرانی دیده نمی شود و استفاده از سنگدانه درشت شکسته با ثابت بودن نسبت آب به سیمان بین ۶ تا ۱۴ درصد مقاومت فشاری بتن را در مقایسه با مصرف شن گردگوشه (با همان مشخصات) بیشتر می کند.

در نسبت آب سیمان بیش از ۰/۶ ممکنست این تاثیر در حدود ۵ تا ۶ درصد و در نسبت‌های آب به سیمان کمتر از ۰/۴، این تاثیر ممکنست به ۱۲ تا ۱۴ درصد برسد.

تاثیر شکستگی شن بر مقاومت خمشی و کششی بتن می‌تواند به مراتب بیشتر از تاثیر آن بر مقاومت فشاری باشد و حتی از ۲۵ درصد نیز بیشتر گردد.

س ۳- معمولاً گفته می‌شود که چنانچه چگالی ذرات درشت دانه بیشتر شود، برای مقاومت بتن بهتر است. آیا این نقطه نظر در همه حالات صحیح است؟ درصد ذراتی با چگالی کمتر از ۲/۴ یا کمتر از ۲/۰ چگونه بدست می‌آیند؟ آیا ذراتی با چگالی کمتر از ۲/۴ یا ۲/۰ تاثیری بر کیفیت بتن ندارند؟

ج ۳- در مورد چگالی اشباع با سطح خشک ۲/۵ و بیشتر، عملاً افزایش چگالی ذرات درشت دانه تاثیر محسوسی بر مقاومت فشاری بتن ندارد. بهر حال کاهش شدید چگالی سنگدانه (مثلاً کمتر از ۲) باعث کاهش شدید ضریب ارتجاعی آن و کاهش مقاومت فشاری سنگدانه و در نتیجه کاهش مقاومت فشاری بتن می‌گردد مشروط بر اینکه از مقاومت و ضریب ارتجاعی خمیر سیمان یا ملات موجود در بتن کمتر شود. هم چنین احتمال می‌رود کاهش چگالی از ۲/۴ به پائین، به نوعی باعث افزایش جذب آب گردد و هم چنین دوام آن ممکن است کم شود. بنابراین ذراتی با چگالی ۲ تا ۲/۴ ذرات چرت و سست و ذراتی با چگالی کمتر از ۲ ذرات سبکدانه نام دارند و برای این ذرات در سنگدانه درشت، محدودیت‌های خاص در استاندارد سنگدانه وجود دارد. در استاندارد *ASTM C123* و استاندارد ۴۹۸۴ ایران، روش تعیین درصد وزنی این ذرات دیده می‌شود. با ساخت محلول‌هایی با چگالی حدود ۲ و ۲/۴ به کمک کلرید روی و ریختن سنگدانه‌ها درون این محلول‌ها، می‌توان درصد ذرات سبک تر از چگالی این محلول‌ها را بدست آورد.

س ۴- آیا می‌توان با حذف ذرات درشت تر از ۴/۷۵ میلی‌متر در آزمایشگاه، ماسه‌ای با مدول ریزی کمتر داشت؟ آیا در این حالت ذرات درشت تر از ۴/۷۵ میلی‌متر را می‌توان به عنوان درشت دانه در طرح مخلوط بتن منظور نمود؟

ج ۴- بله می‌توان اینکار را در آزمایشگاه انجام داد. شاید نیاز به الک کردن نباشد و با کمک نتیجه دانه بندی اینکار را بصورت فرضی نیز انجام داد. بهتر است اینکار بصورت فیزیکی نیز انجام گردد و چگالی و جذب آب آن را نیز بدست آورد و در طرح مخلوط بعنوان یک سنگدانه جداگانه منظور نمود. بدیهی است این سنگدانه، جزو سنگدانه‌های درشت تلقی می‌شود. مسلماً با حذف این درشت‌ها، دانه بندی ماسه تغییر می‌کند و مدول ریزی آن کاهش می‌یابد و ضوابط و محدودیت‌های مدول ریزی و دانه بندی ماسه طبق *ASTM C33* و روش طرح مخلوط *ACI* ممکنست برآورده گردد.

س ۵ - در صورت کاربرد پودر سنگ آهک یا پوزولانها و سربراره ها چگونه می توان از بالا رفتن دوام بتن در محیط های سولفاتی مطمئن شد؟ آیا آزمایش خاصی برای آن وجود دارد؟ آیا این آزمایش ها استاندارد شده هستند؟

ج ۵- اغلب پژوهشگران در مورد افزایش دوام بتن های حاوی پودر سنگهای آهکی در برابر سولفاتها تردید دارند بویژه اگر محیط مزبور خنک یا سرد باشد. گفته می شود که در محیط سولفاتی و سرد، تومازیت ایجاد می شود که مانند اترنیگیات موجب انبساط مخرب در بتن می گردد.

بهرحال در مورد پوزولانها و سربراره ها نظر دیگری وجود دارد و معمولاً به بهبود مقاومت در برابر حمله سولفاتی منجر می شود. امروزه اعتقاد براین است که اغلب سیمانهای آمیخته بویژه با درصدهای کمتر از ۱۵ درصد از پوزولانهای طبیعی یا خاکستری بادی و حاوی کمتر از ۲۵ درصد سربراره مناسب کوره آهنگدازی باید مورد آزمایش قرار گیرند. هم چنین در صورت استفاده از سیمان پرتلند و افزودن مواد پوزولانی یا سربراره ای باید درصد مناسب را بر اساس آزمایش های خاصی بدست آورد. در *ACI 201.2R* و در مبحث مربوط به حمله سولفاتی، مشخص شده است، که در چه مواردی لازم است از سیمان پرتلند نوع II یا نوع V استفاده نمود. در این موارد در کنار نام این سیمانها به واژه "یا معادل آن" اشاره شده است. سیمانهای معادل سیمانهای پرتلند نوع II یا V در متن اصلی این نوشته، ذکر گردیده است. برای سایر موارد به نتیجه آزمایش *ASTM C1012* ارجاع داده شده و نحوه معادل سازی مشخص گشته است. لازم به ذکر است که برای داشتن مقاومت یکسان در برابر حمله سولفاتی، ممکن است درصدهای خاصی از پوزولانهای مختلف یا سربراره های مختلف مورد نیاز باشد. برای مثال ممکن است مصرف ۷ درصد میکروسیلیس معادل ۲۵ درصد از یک پوزولان طبیعی یا ۳۵ درصد از یک سربراره باشد. حتی پوزولانهای طبیعی نیز یکسان نیستند کما اینکه سربراره ها نیز رفتار مشابهی ندارند.

با توجه به پاسخ فوق به وجود آزمایش های استاندارد و شماره آن اشاره شده است که بنظر می رسد قانع کننده باشد. لازم به ذکر است که تاکنون آزمایش استاندارد برای تعیین مقاومت بتن در برابر حمله سولفاتی منتشر نشده است.

س ۶ - آیا سربراره مناسب در ایران وجود دارد؟ آیا در پروژه های مختلف بکار می رود؟ چرا کاربرد آن رواج ندارد؟ علت نبودن انگیزه برای مصرف این مواد چیست؟

ج ۶- سربراره مناسبی که بعنوان سربراره کوره آهنگدازی می تواند بعنوان ماده شبه سیمانی و مکمل سیمان (چسباننده) در ایران بکار رود و حجم تولید آن نیز زیاد باشد، مربوط به ذوب آهن اصفهان است. این سربراره عمدتاً به کارخانه سیمان سپاهان فروخته

می شود. اصولاً علت احداث کارخانه سیمان آریا (سپاهان فعلی) نیز بکارگیری روزانه ۳۵۰۰ تن سرباره برای تولید حدود ۱۰۰۰۰ تن سیمان آمیخته سرباره ای بوده است.

سرباره مزبور در طی این سالها تغییرات مثبتی را داشته است. و سرد کردن سریعتر سرباره مذاب با حجم آب بسیار زیاد در دستور کار قرار گرفته است. با این حال آزمایش های مختلف بر روی سرباره نشان می دهد که اگر طبق استاندارد *ASTM C989* مورد بررسی قرارگیرد، رده ۸۰ یعنی کمترین رده را برآورد می کند. بنابراین از این منظر، نباید سرباره خیلی مناسبی تلقی شود اما حداقل مورد نظر را برآورده می کند.

در گذشته کارخانه سیمان سپاهان صرفاً سرباره را برای تولید سیمان پرتلند سرباره ای یا پرتلند سرباره ای ضد سولفات بکار برده است. امروزه این کارخانه، توانسته است سرباره را جداگانه آسیاب نماید و به خریدار تحویل دهد. لازم به ذکر است که برخی کارخانه های کوچک نیز در سالیان گذشته نیز اینکار را در حجم کم انجام داده اند، در حالی که کارخانه سیمان سپاهان، سرباره را با کلینکر و سنگ گچ، یکجا آسیاب می کرد و امکان تولید و تحویل سرباره آسیاب شده را نداشت.

سرباره مزبور بصورت سیمان های آمیخته (تا ۳۶ درصد وزن سیمان) و بصورت افزودنی در بتن های برخی پروژه های خاص بکار رفته است که از عملکرد آنها بصورت مستند اطلاعاتی در اختیار بنده قرار نگرفته است و صرفاً برخی پژوهش های آزمایشگاهی در مراکز پژوهشی بر روی این سرباره با سیمانهای آمیخته سرباره ای انجام شده است و نتایج نسبتاً رضایت بخشی را بدست داده است. سرباره مزبور در حاشیه خلیج فارس، در برخی بتن های حجیم و اخیراً در برخی پروژه های راه آهن و پروژه های آبی بکار رفته است. این سرباره برای مقابله با حمله سولفاتی یا حملات کلریدی و هم چنین کاهش گرمزایی و آهنگ گرمزایی و کاهش انبساط مخرب ناشی از واکنش سیلیسی - قلیایی سنگدانه ها و بطور کلی افزایش دوام بکار رفته است و می رود. بهرحال مصرف آن رواج ندارد اما انتظار می رود در آینده از رواج بیشتری برخوردار شود. یکی از دلایل مهم مصرف این نوع سرباره، تولید زیاد آن بعنوان یک محصول جانبی کارخانه های ذوب آهن (دارای کوره بلند) می باشد. دلیل دیگر مصرف زیاد آن در تولید سیمانهای آمیخته یا بعنوان افزودنی در کارگاهها، قیمت ارزان آن و کاستن از قیمت سیمان و بتن می باشد. هم چنین سوابق مناسب عملکردی مصرف سرباره در بسیاری از کشورها باعث ترغیب آنها به مصرف بیشتر اینگونه سرباره های مناسب شده است و می شود. دلیل دیگر مصرف سرباره، کاهش مصرف انرژی و آلودگی های مربوط به تولید کلینکر است. سوابق عملکردی مصرف سرباره در ایران چندان روشن نیست. از طرفی در گذشته صرفاً بصورت سیمان آمیخته سرباره ای بکار رفته است و قیمت آن نیز از سیمان پرتلند نوع ۲ ارزان تر نبوده است. ظاهراً در مصرف انرژی نیز صرفه جویی کمی حاصل می شود و اصولاً

کاهش مصرف انرژی در کشور ما جایگاهی نداشته است و اینک نیز متأسفانه جایگاهی ندارد. مسایل زیست محیطی مربوط به کاهش آلودگی نیز برای دست اندرکاران نیز چندان مهم تلقی نمی شده است و کماکان نیز نمی شود. پائین بودن کیفیت سرباره موجود و کاهش شدید مقاومت های اولیه نیز مزید بر علت و دلیل کاهش مصرف سرباره بوده است.

بنابراین در ایران انگیزه مصرف سرباره نسبتاً کمتر از سایر کشورها می باشد. جالب است بدانید که سرباره خالص آسیاب شده هم اینک در کارخانه سیمان سپاهان، دارای قیمتی نزدیک به سیمان پرتلند نوع ۲۰۱ می باشد که توجیه مصرف آن را کم می کند. امید است با تغییرات مثبتی که در عوامل عدم ایجاد انگیزه مصرف سرباره بوجود آمده و خواهد آمد شاهد مصرف بیشتر سرباره مناسب باشیم.

س ۷ - چرا سطح بتن در کف ها، جداول بتنی و کف پوش های بتنی، دیواره های حایل یا دیواره های زیر زمین، دیوار مخازن آب، پوشش بتنی تونلها و بسیاری از سطوح زیرین سقف های ساختمان یا عرشه پلها دچار سفیدک زنی (شوره زنی) می شود؟ چگونه می توان از ایجاد این پدیده جلوگیری نمود؟ چگونه می توان این سفیدک ها را پاک نمود؟

ج ۷- در ابتدا باید یک نکته را تذکر دهیم که بکارگیری واژه رایج شوره زنی بجای سفیدک زنی معمولاً غلط است و شوره زنی یک حالت خاص از سفیدک زنی می باشد. شوره در فارسی قدیم به نیترا تها بویژه نیترات پتاسیم گفته می شده است. جوهر شوره نیز همان اسید نیتریک محسوب می شود. بسیاری از سفیدک زنی ها مربوط به شوره یا نیترات نیست و ممکن است از جنس سولفات، کربنات، کلرید، بی کربنات، فسفات و غیره باشد.

دلیل ایجاد سفیدک بر سطوح بتنی (سطوح جانبی یا فوقانی یا تحتانی) یکسان نیست.

وجود املاح در بتن، حل آنها در آبها و آمدن این محلول به سطح بتن و در نهایت تبخیر آب و باقی ماندن ماده جامد یا متبلور بصورت سفیدک در سطح بتن، همه ماجرا می باشد. اما بدلیل تفاوت در املاح غالب و نحوه انتقال محلول به سطح بتن، سناریوهای مختلفی وجود دارد. گاه این روند به آسیب منجر می گردد و گاه دارای مشکل خاصی نیست.

مهم ترین ماده که در خمیر سیمان بتن همواره وجود دارد، آهک هیدراته (هیدروکسید کلسیم یا $Ca(OH)_2$) می باشد. این ماده در اثر هیدراته شدن C_2S و C_3S تولید می شود و محصول اصلی هیدراته شدن این ترکیبات (فازهای) اصلی سیمان $C-S-H$ می باشد. علاوه بر $C-S-H$ حاصله، هیدروکسید کلسیم نیز تولید می شود. هر ۱۰۰ گرم C_3S در حدود ۴۹ گرم CH (همان هیدروکسید کلسیم) را بدست می دهد در حالی که

هر ۱۰۰ گرم C_2S فقط ۲۲ گرم CH را بوجود می آورد. در واقع CH نیز یک هیدرات یعنی محصول هیدراته شدن است که نقش چسبانندگی ندارد مگر اینکه بدلیل وجود پوزولان، با این ماده در حضور رطوبت، ترکیب چسباننده و نامحلول را ایجاد کند. اگر همه فازهای سیلیکاتی یعنی C_3S و C_2S هیدراته شود حدود ۲۵ درصد خمیر سیمان هیدراته از CH تشکیل می شود. امروزه به دلیل افزایش C_3S در سیمانهای پرتلند (بیش از ۵۰ درصد تا ۶۵ درصد وزن سیمان) مقدار CH تولیدی نسبت به گذشته بیشتر است. این ماده به قلیایی تر شدن خمیر سیمان منجر می شود و PH خمیر سیمان تازه را از حدود ۹ به حدود ۱۳ تا ۱۳/۵ می رساند.

CH به آرامی در آب حل می شود و در صورت حرکت آب، می تواند محلول CH به سمت سطح بتن بیاید. اگر در سطح بتن تبخیر زیاد یا آب نشتی کم باشد، ماده جامد بر جای می ماند که سفیدرنگ است. وجود رطوبت و CO_2 به تدریج می تواند به ایجاد کربنات کلسیم از $Ca(OH)_2$ منجر شود که ماده غیر محلول و سختی است و به راحتی از سطح بتن پاک نمی شود مگر اینکه با دستگاه خاصی ساب زده شود. اتفاقاً این بلورهای کلسیتی موجب نفوذ ناپذیری سطح بتن می گردد. اما اگر نشت آب زیاد باشد، عملاً این ماده نفوذناپذیر تشکیل نمی گردد و آب بندی و نفوذ ناپذیری بوجود نمی آید.

خروج CH از جسم بتن و خمیر سیمان، نفوذپذیری بتن را بیشتر می کند. هم چنین PH بتن در این حالت کمتر می شود. این پدیده در مناطقی که خوردگی میلگردها محتمل است، امکان شروع سریعتر خوردگی از نوع کلریدی یا کربناته شدن در این حالت فراهم می آید.

املاح مختلفی مثل سولفات ها، کلریدها، فسفات ها، کربناتها، نیتراها و غیره در سیمان و سنگدانه و آب و نهایتاً در بتن وجود دارد. این مواد در صورتی که قابل حل در آب باشند، بصورت محلول در می آیند و به سطح بتن می آیند و پس از تبخیر آب، بر جا می مانند و سفیدگی تشکیل می دهند، که با آب پاک می شوند. در صورتی که مدتی باقی بمانند نیاز به آب پرفشار برای پاک کردن دارد. معمولاً خروج این مواد از بتن مشکلی را بوجود نمی آورد.

حرکت آب در بتن به شکل های مختلفی است. گاه در یک دیوار حایل یا زیر زمین، آب ساکن در پشت دیوار، تحت فشار نفوذ می کند. گاه نشت نم بصورت جذب آب و خروج نم از سمت دیگر دیوار اتفاق می افتد. در مخازن آب، مسلماً فشار آب باعث حرکت آب در دیوار می گردد. در پوشش تونلها نیز همین وضعیت بوجود می آید. ضمناً آب نیز می تواند حاوی املاح باشد. در عرشه پلها، نشت آب از بالا به پائین وجود دارد. در کف های متکی بر زمین و کف پوش های بتنی معمولاً نم موئینه به سمت بالا حرکت می کند و املاح CH را بالا می آورد. هم چنین در آب و نم زمین نیز املاحی وجود دارد که

می‌تواند بالا بیاید. در جداول بتنی نیز معمولاً بدلیل قرارگیری بخشی از آن در زمین، آب حاوی املاح زمین و هم چنین املاح و CH موجود در بتن به سمت بالا می‌آید. هم چنین در صورت قرارگیری جدول در کنار باغچه، آب‌ها به درون جدول نشت می‌کنند و از سمت دیگر بیرون می‌آید و املاح حمل شده در سطح بتن باقی می‌ماند.

املاحی که در سطح بتن برجای می‌مانند با تبخیر آب متبلور می‌شوند. برخی از این املاح، افزایش حجم را نسبت به حالت اولیه در بر دارند، این افزایش حجم در خمیر سیمان سطحی، انبساط مخربی را بوجود می‌آورد که می‌تواند به تخریب تدریجی خمیر سیمان سطحی و کچل شدگی سطح بتن در دیواره یا سطح فوقانی کف یا جداره جدول و یا سطح بالایی جدول یا هر عضو دیگری که از زمین بیرون آمده است (مانند ستون، یا دیوار، تیر برق و غیره) منجر شود.

گاه املاح نم موئینه مانند سولفات‌ها و کلریدها به تخریب بتن و خوردگی میلگردها منجر می‌شود.

بهرحال جلوی ایجاد این پدیده‌ها را نمی‌توان گرفت مگر اینکه سطح بتن با یک ماده پوششی نفوذ ناپذیر پوشیده شود.

کاهش شدید W/C یا بکارگیری برخی مواد آب‌گریز (در مورد نشت نم) و هم چنین مواد حبایزا می‌تواند تا حدودی از ایجاد این سفیدک‌ها جلوگیری نماید.

اغلب در عمل آوری عرشه پلها یا سقف ساختمانها، از روش حوضچه سازی و آب بستن روی بتن استفاده می‌گردد. نفوذپذیری در برابر آب در بتن‌های تازه ریخته شده و جوان بسیار زیاد است و آب به شدت نشت و املاح CH را به زیر عرشه یا سقف می‌برد و پس از تبخیر آب، املاح و هیدروکسید کلسیم در سطح بتن آشکار می‌شود و پس از مدتی هیدروکسید کلسیم می‌تواند به بلور کربنات کلسیم تبدیل شود که پاک کردن آن سخت خواهد بود و نیاز به ماسه پاشی یا آب پرفشار و یا اسید شویی وجود دارد. بدیهی است در غالب موارد نیاز به پاک کردن سفیدک یا کربنات کلسیم سطحی که بصورت بلور کلسیت به بتن چسبیده است وجود ندارد.

امید است پاسخ فوق بتواند قانع کننده و جامع به حساب آید.

س ۸ - آیا برای ساخت بتن با بتن آماده می‌توان از آب چاه یا رودخانه استفاده نمود؟

ج ۸ - معمولاً گفته می‌شود که آب قابل شرب را می‌توان در بتن مصرف کرد. این بدان معنا نیست که سایر آبهای غیر آشامیدنی قابل مصرف در ساخت و عمل آوری بتن نیستند.

چنانچه آب چاه و رودخانه ضوابط آب ساخت عمل آوری بتن را برآورده کند می‌تواند به راحتی مورد استفاده قرار گیرد. داشتن pH مناسب در محدوده ۵/۵ تا ۸/۵ (این

محدوده در مراجع مختلف می تواند کمی تغییر کند)، عدم تاثیر قابل ملاحظه بر زمان گیرش خمیر سیمان حاوی آب مقطر (کاهش زمان گیرش به میزان ۱ ساعت و افزایش زمان گیرش به میزان کمتر از ۱/۵ ساعت)، عدم کاهش مقاومت بتن یا ملات ۷ روزه به میزان بیش از ۱۰ درصد نسبت به آب مقطر از جمله ضوابط مهم است که رعایت آن لازم می باشد. لازم به ذکر است که برخی از این اعداد در منابع مختلف مانند *ASTMC1602* یا آئین نامه بتن ایران، مبحث نهم مقررات ملی و هم چنین *EN1008* ممکنست تغییرات جزئی داشته باشد. بهر حال ضوابط شیمیایی خاصی نیز در مورد املاح یا مواد معلق موجود در آب باید رعایت گردد. کل املاح، سولفات ها، کلریدها و اکسیدها و اکسیدهای قلیایی باید با توجه به نوع مصرف و شرایط محیطی بتن نیز محدود گردد. لازم به ذکر است که آب چاه و رودخانه ممکن است در طول سال یا فصول مختلف دستخوش تغییراتی شود و بهتر است بویژه برای آب رودخانه، در هر فصل (در سال اول) انجام گردد. در سالهای بعد می توان در فصلی که بدترین نتیجه را داشته است این کنترل ها را به انجام رسانید.

رودخانه ها گاه محل ریختن فاضلاب های شهری و صنعتی هستند که می تواند بالقوه خطرناک باشد و بهتر است این آبها پس از بررسی کامل مورد استفاده قرار گیرد. استاندارد ۱۴۷۴۸ ایران نیز به بحث کیفیت آب بتن پرداخته است و تفاوت هایی با آنچه ذکر شد دارد.

س ۹- دمای آب حوضچه (مخزن) آب نگهداری و عمل آوری بتن در آزمایشگاه چه تاثیری می تواند بر مقاومت های اولیه (۳ و ۷ روز) و مقاومت های میان مدت (۲۸ تا ۹۰ روز) داشته باشد؟

ج ۹- در استاندارد *ASTM C511*، دمای آب مخزن نگهداری (عمل آوری) بتن در آزمایشگاه 23 ± 2 درجه سلسیوس می باشد. استاندارد ۳۲۰۵ و ۱۷۰۴۰ ایران نیز این دما را قید کرده اند.

در استانداردهای اروپایی *EN12390* و *ISO1920-3* و استاندارد ۱۶۰۸-۲ ایران، دمای آب عمل آوری در آزمایشگاه ۲۰ تا ۲۵ درجه می باشد که تفاوت چندانی با دمای مذکور در فوق ندارد. در این استاندارد، چنانچه منطقه مورد نظر گرم باشد اجازه داده شده است تا دمای آب عمل آوری ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس باشد. لازم به ذکر است در روزه های اولیه پس از قالب گیری بتن (تا ۲ روز در *ASTM* و تا سه روز در *EN* و *ISO*) محدوده دمای عمل آوری با دمای عمل آوری بعدی در آزمایشگاه متفاوت است. در *ASTM C31* در روز اول محدوده دما بین ۱۶ تا ۲۷ درجه می باشد. در *EN* و *ISO* برای سه روز اول محدوده دما بین 20 ± 5 و در هوای گرم ۲۵ درجه سلسیوس است. بنابراین باید دقت داشت این محدوده دما پس از قالب گیری آزمونه های بتن رعایت

گردد و سپس با انتقال به مخزن آب و با محفظه رطوبتی، محدوده دمای متفاوتی که محدودتر است باید رعایت شود.

متاسفانه در اغلب نمونه گیری ها، در روزهای اول، بازده دمای استاندارد رعایت نمی شود و تصور آن است که باید آزمون ها را در دمای کارگاه و شرایط حاکم بر آن نگهداری کرد. بالا رفتن دمای بتن در روزهای اولیه می تواند مقاومت های فشاری بتن را بالا ببرد اما تاثیر چندانی بر مقاومت ۲۸ روزه و بویژه ۹۰ روزه ندارد. بهر حال چنانچه دمای عمل آوری در طول عمل آوری ۲۸ روزه زیاد باشد، مقاومت بتن تا این سنین بالا می رود.

س ۱۰- در نمونه برداری بتن برای تعیین مقاومت بتن در قالب های مکعبی ۱۵ سانتی متری، نحوه تراکم و تعداد ضربه ها در هر لایه در *ACI* و سایر آئین نامه ها چگونه و چقدر است؟

جواب ۱۰- در *ACI* و در آئین نامه ها به چگونگی تراکم آزمون ها و تعداد ضربه اعمالی پرداخته نمی شود بلکه استانداردهای تهیه آزمون های (مقاومتی) بتن، این موارد را مشخص می کنند. هم چنین در *ACI* و *ASTM* به تهیه قالب های استوانه ای می پردازند و آزمون های مکعبی جایگاهی در امریکا ندارد.

استانداردهای *EN* و *ISO* به تهیه آزمون های مکعبی و استوانه ای در استانداردهای *EN12390-2* و *ISO1920-3* می پردازند استاندارد ایرانی ۲-۱۶۰۸ نیز در مورد تهیه آزمون مکعبی و استوانه ای برای تعیین مقاومت می باشد.

در استاندارد های فوق الذکر اروپائی و *ISO*، بتن باید در دو لایه متراکم شود. وسیله تراکم یک میله مربعی به ابعاد ۴۰ میلی متر است که رامر بتن نام دارد در حالی که در استاندارد *ASTM C31* از یک میله گرد به قطر ۱۶ میلی متر برای تراکم آزمون های استوانه ای استفاده می شود. در ایران گاه آزمون های مکعبی نیز با این میله متراکم می گردد که نادرست نمی باشد زیرا در ۲-۱۶۰۸ اجازه اینکار برخلاف استاندارد اروپا داده شده است.

تعداد ضربه های اعمالی در استاندارد اروپایی و *ISO* و ۲-۱۶۰۸ ایران حداقل ۲۵ ضربه بصورت پخش شده و یکنواخت بر روی سطح قالب ۱۵ سانتی متری می باشد و افزایش آن نیز مانعی ندارد. هم چنین می توان به جداره بیرونی ضربه زد در مورد بتن خودتراکم، نباید از اعمال ضربه با رامر استفاده کرد اما ضربه کردن به جداره بیرونی قالب با چکش لاستیکی برای خروج هوای مجاور قالب مانعی ندارد. ضربه زدن با رامر برای تراکم بتن خودتراکم ممکنست به جاداشدگی و ته نشینی ذرات درشت سنگدانه منجر شود. لازم به ذکر است که برای بتن های معمولی، امکان تراکم با ویراتور خرطومی و میز لزران نیز وجود دارد.

س ۱۱ - در آزمایش غیر مخرب چکش اشمیت بتن ، نتایج حاصله چقدر به نتایج واقعی نزدیک است؟ آیا می توان به این نتایج اعتماد نمود؟

ج ۱۱- مقصود شما از نتایج روشن نیست. اگر مقصود شما از نتیجه، مقاومت فشاری است باید گفت، اصولاً هدف از انجام آزمایش چکش اشمیت، تعیین سختی سطحی بتن و یکنواختی آن می باشد. در *ASTM C 805* به هیچ وجه به تعیین مقاومت فشاری بتن از طریق چکش اشمیت، کوچکترین اشاره ای ندارد. در *ACI 228.1R* که مربوط به تخمین مقاومت فشاری یا آزمایش های در جا می باشد، نحوه تخمین مقاومت فشاری را با ایجاد رابطه همبستگی بتن نتایج ریباند چکش اشمیت و مقاومت فشاری مغزه های یک بتن معین، ارائه داده است. اینکار با تعیین مقاومت حداقل ۶ مغزه و اعداد ریباند برای این مغزه ها یا مجاور محل مغزه گیری انجام می شود. شایان ذکر است که تخمین مقاومت با تعیین مقاومت کاملاً متفاوت است و کمتر به آن توجه می شود. بهر حال در بررسی بتن کم مقاومت ، در آبا و مقررات ملی اجازه اینکار داده نشده است . اما می توان برای مشخص کردن ناحیه مشکوک برای مغزه گیری از چکش اشمیت استفاده کرد. هیچگونه اعتمادی به نتایج چکش، بدین ترتیب وجود ندارد، بویژه وقتی که مقاومت فشاری از روی منحنی های موجود بر روی چکش استخراج گردد.

س ۱۲ - آیا محل نمونه گیری از بتن (ابتدای پمپ و انتهای لوله پمپ) ممکن است بر نتیجه مقاومت نمونه اخذ شده اثر گذار باشد؟

ج ۱۲ - بله، این دو نوع نمونه گیری ، نتایج مختلفی از نظر روانی ، درصد هوا، چگالی و حتی مقاومت فشاری می تواند بوجود آورد بویژه اگر از بتن حبابدار استفاده گردد و طول لوله پمپ نیز زیاد باشد. روانی و درصد هوا پس از پمپ کردن می تواند کاهش یابد. در مورد مقاومت فشاری وضعیت مشخصی از نظر کاهش یا افزایش را سراغ ندارم. اصولاً در استانداردهای موجود به نمونه گیری از لوله پمپ بتن اشاره ای نشده است و در این باره هیچ روش مشخصی دیده نمی شود.

س ۱۳- نحوه تشخیص تاریخ انقضای فوق روان کننده چیست؟ عوارض مصرف ماده تاریخ گذشته را توضیح دهید.

ج ۱۳- هر ماده باید تاریخ تولید داشته باشد و بدیهی است تاریخ یا مدت انقضا نیز باید مشخص شود. معمولاً مواد پودری ممکنست تاریخ انقضاء طولانی داشته باشد. مواد مایع پلیمری آسیب پذیر هستند و به دمای زیاد و تابش مستقیم آفتاب حساس ترند.

تغییرات کیفی ناشی از فاصله مصرف تا تولید ممکنست برای مواد فوق روان کننده مانند همه مواد دیگر بوجود آید و اثر منفی داشته باشد.

تغییرات ظاهری در رنگ و بو نشانه فساد آن است. بهر حال بهتر است عملکرد ماده در بتن کنترل گردد و اگر تغییر محسوسی مشاهده شود از مصرف آن پرهیز شود. مسلماً

در صورتی که در ایجاد روانی یا کاهش آب کاستی خاصی دیده شود نشانه نامطلوبی است. افزایش درصد هوا یا تغییرات شدید در گیرش بتن نیز اصولاً پسندیده و قابل قبول نیست.

س ۱۴- آیا در صورتی که میکروسیلیس بنا به دلایلی در معرض رطوبت قرار گیرد یا با آب مخلوط شود، فاسد نمی شود؟ اگر میکروسیلیس ها بدلیل رطوبت کلوخه شوند می توان آنها را بکار برد؟ لازم به ذکر است که تجربه به ما نشان می دهد که در هنگام ساخت دوغاب با این میکروسیلیس های کلوخه، براحتی کلوخه ها در آب از بین می روند.

ج ۱۴- میکروسیلیس یک ماده پوزولانی مصنوعی است که در حضور آب با هیدروکسید کلسیم و حتی هیدروکسید های سدیم و پتاسیم، ماده چسبنده سیلیکات کلسیم یا سدیم یا پتاسیم می دهد. وجود رطوبت به هیچوجه باعث فساد میکروسیلیس نمی شود مگر اینکه هیدروکسیدهای قلیایی در آب به مقدار زیاد وجود داشته باشد. وجود قلیایی ها در میکروسیلیس نیز می تواند موثر واقع شود. گاه دیده می شود که برخی ژل ها یا دوغاب های میکروسیلیس دچار یک سفتی تدریجی در طول زمان می شوند که ناشی از حضور همین اکسیدهای قلیایی در آب یا روان کننده و فوق روان کننده می باشد. بکارگیری میکروسیلیس کلوخه شده در بتن در اثر رطوبت مانعی ندارد، مشروط بر اینکه امکان انتقال از سیلو بکمک مارپیچ حلزونی (اسکرو) وجود داشته باشد و در آن گیر نکنند.

بدیهی است کلوخه میکروسیلیس مرطوب براحتی در آب باز می شود و از بین می رود و از این بابت مشکلی بوجود نمی آورد.

بهر حال در استاندارد *ASTM C1240* و استاندارد ۱۳۲۷۸ ایران، رطوبت مجاز میکروسیلیس برای فروش ۳ درصد مشخص شده است.

س ۱۵- در مورد ترک خوردگی بتن بویژه در استخرها، چه راه حلی را پیشنهاد می کنید؟

ج ۱۵- در پرسش فوق یک ابهام اساسی وجود دارد. آیا مقصود آنست که چه راه حلی برای جلوگیری از ترک خوردگی در بتن مخازن آب یا استخر وجود دارد؟ یا مقصود راه حل رفع و ترمیم ترک های ایجاد شده در این سازه ها می باشد؟

راه حل جلوگیری از ترک خوردگی غالباً درپاسخ های مختلف اینجانب مطرح شده است. کاهش W/C ، کاهش عیار سیمان، عدم انداختن، حفاظت و عمل آوری سریع تر بتن از جمله راه حل های مختلفی از جهات گوناگون می باشد. کلیه دستورالعملهای

مرتبط با ترمیم ترک ها در سازه هایی مانند مخازن آب و استخرها قابل انجام است و بسته به نوع ترک بکار گرفته می شود.

س ۱۶- لطفاً با توجه به مطالبی که در این جلسات مطرح شد، در مورد آب آزاد، آب کل و آب مصرفی در طرح مخلوط و کارگاه توضیحات مبسوطی را ارائه نمایید، تا ابهامات موجود در این رابطه برطرف شود.

ج ۱۶- در ساخت مخلوط های آزمایشی در آزمایشگاه و هم چنین ساخت بتن در کارگاه، همواره نیازمند اطلاعات پایه ای در باره بتن هستیم. یکی از مهمترین اطلاعات ضروری، آگاهی از واژه های ذکر شده یعنی آب آزاد (*Free water*)، آب کل (*Total water*) و آب مصرفی یا ساخت بتن (*Mixing water* یا *Consuming*) می باشد. آب آزاد که گاه با آب موثر نیز یکی دانسته می شود، آبی است که در خمیر سیمان بتن و خارج از سنگدانه های اشباع با سطح خشک آن وجود دارد و به روانی خمیر منجر می شود و موجب تشکیل ساختار اولیه خمیر سیمان می گردد. بنابراین در تعریف نسبت آب به سیمان یا آب به مواد سیمانی صرفاً مقصود از آب، همان آب آزاد است که صورت کسر ما را تشکیل می دهد.

آب کل دارای تعریفی است که با اسم خود بخوبی همخوانی دارد. همه آبهایی که در یک بتن تازه مخلوط شده اعم از آب درون سنگدانه یا بیرون سنگدانه (در خمیر سیمان) وجود دارد را آب کل می نامند. می توان چنین نوشت $W_t = W_f + W_{Assd}$ یعنی آب کل برابر با آب آزاد بعلاوه آب موجود در سنگدانه اشباع با سطح خشک. بنابراین همواره آب کل بیشتر از آب آزاد می باشد مگر اینکه ظرفیت جذب آب سنگدانه ها برابر صفر باشد که معمولاً چنین نیست.

آب مصرفی یا آب ساخت بتن، همان آبی است که به مخلوط کن اضافه می شود و اختلاط انجام می گردد.

بسته به اینکه در سنگدانه های مصرفی چه مقدار آب وجود دارد، آب مصرفی یا آب اختلاط ممکن است تغییر کند. مسلماً همواره آب مصرفی از آب کل کمتر است مگر اینکه سنگدانه ها کاملاً در آن خشک شده باشند و رطوبت موجود آنها صفر محسوب گردد. بنابراین می توان نوشت: $W_m = W_t - W_A$ یعنی آب مصرفی برابر است با آب کل منهای آب موجود در سنگدانه ها کاملاً مرطوب موجود در کارگاه و یا آزمایشگاه. هم چنین با قرار دادن آب کل در این رابطه داریم: $W_m = W_f + W_{ASSD} - W_A$ به همین دلیل نمی توان گفت که آب مصرفی برای ساخت و اختلاط بتن، کمتر یا بیشتر یا مساوی آب آزاد است. چنانچه آب موجود در سنگدانه های مرطوب کارگاهی در مجموع کمتر از آب سنگدانه های *SSD (Saturated-Surface Dry)* باشد، آب مصرفی، بیش از آب آزاد خواهد بود. اگر آب سنگدانه های مصرفی بیشتر از آب سنگدانه های *SSD* باشد، طبیعتاً آب مصرفی کمتر از آب آزاد خواهد بود.

متاسفانه وقتی در برخی از کارگاهها یا آزمایشگاهها از نسبت آب به سیمان بتن سراغ می‌گیریم، عددی را بعنوان W/C مطرح می‌کنند که موجب تعجب می‌شود. زمانی که می‌پرسیم چرا و از کجا می‌دانید که W/C بتن شما چقدر است؟ می‌گویند اپراتور بچینگ یا تکنسین آزمایشگاه برای ساخت بتن مثلاً ۱۴۰ لیتر آب در هر متر مکعب بتن با عیار سیمان ۴۰۰ کیلو بکار می‌برد. بنابراین نسبت آب به سیمان، ۰/۳۵ می‌باشد!! بدیهی است این افراد که اغلب آنها مهندس عمران می‌باشند تصور می‌کنند که آبی که به بتن زده می‌شود را باید بر عیار سیمان تقسیم کنند تا W/C بدست آید. زمانی که سوال می‌شود در موقعی که سنگدانه‌ها مرطوب تر شود آیا همین مقدار آب اضافه می‌شود؟ گاه سردرگم می‌شوند. برخی جواب می‌دهند بله و برخی دیگر می‌گویند مسلماً نه. به گروه دوم می‌گوئیم که آیا W/C بتن شما در این حالت تغییر می‌کند؟ در این حالت گروه دوم نیز دچار مشکل می‌گردند. گروه اول که جواب آنها بله بود بلافاصله در می‌یابند که اشتباه گفته‌اند زیرا احساس می‌کنند که W/C بتن آنها تغییر می‌کند. همه این مشکلات در ندانستن مفاهیم آب آزاد، آب کل و آب مصرفی است. بهر حال در آزمایشگاه و در کارگاه باید درصد رطوبت سنگدانه‌ها را در وزن خشک متناظر آنها ضرب نمود تا آب موجود در هریک بدست آید. مجموع این آبها باید از آب کل کسر شود تا آب مصرفی برای ساخت بتن بدست آید. بدیهی است مقدار سنگدانه مرطوب نیز با سنگدانه کاملاً خشک و یا اشباع با سطح خشک یکسان نخواهد بود و باید با توجه به آب موجود در سنگدانه کاملاً خشک، به همان اندازه به وزن سنگدانه کاملاً خشک اضافه گردد تا دچار کمبود ماسه نشویم. وزن سنگدانه مرطوب در کارگاه یا آزمایشگاه ممکنست کمتر یا بیشتر از سنگدانه SSD باشد و در حالتی استثنایی می‌تواند برابر با آن در نظر گرفته شود. این عملیات موجب می‌شود تا W/C و مقادیر طرح مخلوط بصورت صحیح بکار رود. رعایت این موارد نیاز به ابزار خاص در کارگاه دارد. امروزه حسگرهای رطوبتی برای تعیین رطوبت بکار می‌رود و اصلاحات مربوطه نیز بر این اساس بطور خودکار انجام می‌شود. هم چنین حسگرهای رطوبتی در دیگ اختلاط بکار گرفته می‌شود تا رطوبت کل موجود در بتن اندازه‌گیری شود و آب مصرفی اختلاط به میزان مناسب و دقیق به تدریج اضافه گردد.

محسن تدین

جناب آقای دکتر تدین

با توجه به ابهام بعضی از شرکت های تولیدکننده جداولی بتنی عضو انجمن از تفسیر مفاد استاندارد ملی ۱۲۷۲۸ ، لطفاً در خصوص سؤالات زیر این انجمن را راهنمایی و ارائه نظر بفرمائید.

(این سؤالات برای ارزیابی جدول پخ دار بتنی به طول ۴۵ و ارتفاع ۶۰ و ضخامت ۱۵ سانتی متر است که با توجه به ابعاد آن امکان آزمون مقاومت خمشی در آن وجود دارد.)

۱ - آیا برای تعیین مقاومت خمشی جدول فوق می توان بدون انجام آزمون مقاومت خمشی با استناد به اندازه گیری مقاومت فشاری از طریق آزمون مغزه گیری از جدول ساخته شده ، مقاومت خمشی جدول را تعیین نمود و یا ضرورتاً باید مقاومت خمشی اندازه گیری گردد؟

۲ - آیا در صورتی که رده مقاومت خمشی این جدول یکی از رده های T, S و یا U باشد می توان نتیجه گرفت که باید مقاومت فشاری جدول که از طریق آزمون مغزه گیری تعیین گردیده است به ترتیب دارای رده های مقاومتی $C30$ ، $C35$ و $C40$ باشد و آیا این نتیجه گیری صحیح است؟

۳ - آیا جدول ر - ۳ ویژگیهای مورد نیاز بتن مصرفی مندرج در پیوست (اطلاعاتی) استاندارد ملی ۱۲۷۲۸ صرفاً برای انطباق جداول خاص که به دلیل ابعاد جدول امکان آزمون مقاومت خمشی در آن وجود ندارد تهیه گردیده است؟

۴ - آیا منظور از رده های $C30$ ، $C35$ و $C40$ در جدول ر-۳ رده های مقاومتی فشاری بتنی که در کارخانه تولید گردیده می باشد یا این رده ها را از طریق آزمون مغزه گیری از جدول تولید شده نیز می توان به دست آورد؟
پیشاپیش از لطف و محبت جنابعالی کمال تشکر را داریم.

انجمن صنفی کارفرمایی بتن و قطعات بتنی خراسان رضوی

جناب آقای مهندس قاضی خانی

انجمن صنفی کارفرمایی بتن و قطعات بتنی خراسان رضوی

پاسخ به پرسش های مطروحه در این نامه، بدینوسیله موارد زیر به استحضار می رسد.

۱ - مسلماً نمی توان آزمایش مقاومت فشاری مغزه های حاصله از جدول بتنی را جایگزین مقاومت خمشی جدول در استاندارد ملی ۱۲۷۲۸ نمود. رابطه مشخص بین این دو مقاومت وجود ندارد.

۲ - با توجه به پاسخ فوق نمی توان چنین رابطه ای را بصورت ثابت و همیشگی اعلام نمود. بنابراین نتیجه گیری برای معادل سازی مقاومت خمشی جدول در رده های S ، T و U با مقاومت فشاری ذکر شده صحیح نیست.

ضمناً $C 30$ و $C 35$ و $C 40$ ، رده های مقاومتی هستند نه مقاومت بتن

۳ - خیر، جدول مزبور بعنوان راهنما برای ساخت بتن جداول جهت دستیابی سریعتر به مقاومت خمشی مورد نظر داده شده است و نمی تواند مبنای تبدیل مقاومت فشاری به خمشی یا برعکس باشد.

۴ - همانطور که در پاسخ فوق به استحضار رسید، رده های ذکر شده، مقاومت مشخصه فشاری بتن برای دستیابی به ویژگی خمشی جدول (بعنوان راهنمایی) داده شده است. بدیهی است در کارخانه باید با محاسبه مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط، مخلوط خاصی با توجه به سیمان و سنگدانه مصرفی طراحی شود. مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط بیشتر از مقاومت فشاری مشخصه مورد نیاز می باشد تا پس از ساخت بتن در کارخانه، با مقاومت فشاری مشخصه انطباق حاصل گردد و این الزماً به معنای دستیابی مقاومت خمشی مورد نظر برای جدول بتنی و صرفاً یک راهنمایی می باشد.

محسن تدین

جناب آقای دکتر محسن تدین

موضوع: درخواست اظهار نظر کارشناسی در مورد معیار پذیرش شاتکریت

با توجه به بروز پاره ای اختلاف نظر کارشناسی در مورد معیار پذیرش مقاومت شاتکریت در پروژه تونل انتقال آب کانی سیب، خواهشمند است دستور فرمایید نسبت به اعلام نظر کارشناسی انجمن محترم بتن ایران در مورد معیار پذیرش مقاومت فشاری نمونه های شاتکریت اخذ شده از پانل های آزمایشی (*test panel*) با شرایط عمل آوری در شرایط آزمایشگاهی اقدامات مقتضی صورت پذیرد. قبلاً از حسن جنابعالی کمال امتنان دارم.

مدیر مهندسی پروژه انتقال آب گلاس (کانی سیب)

عضو محترم انجمن بتن ایران

در ارتباط با درخواست اظهار نظر در مورد معیار پذیرش بتن پاششی، بدینوسیله پاسخ اینجانب از نظر می گذرد.

۱ - متأسفانه در آئین نامه بتن ایران و مقررات ملی (مبحث نهم) در ارتباط با پذیرش مقاومتی بتن پاششی و انطباق آن با رده مورد نظر، مبحث مستقلاً وجود ندارد. در تجدید نظر آبا این مطلب دیده شده است.

۲ - در *ACI506.2R-13* اشاره شده است که میانگین سه مغزه حاصل از پانل پاشیده شده باید حداقل ۸۵ درصد مقاومت مشخصه باشد و هیچیک از مغزه ها نباید از ۷۵ درصد مقاومت مشخصه کمتر باشد.

۳ - پانل ها باید طبق استاندارد *ASTM C1140* یا *INSO 18717-1* با بتن پاشی تهیه گردد. طبق استاندارد ایران و *ASTM* باید پوشش مناسبی روی پانل ایجاد گردد و در محل نگهداری شود. استاندارد ایران ۷ روز نگهداری در محل را ذکر کرده است و در *ASTM* نگهداری در شرایط استاندارد برای مقایسه با مقاومت مشخصه خواسته شده است.

۴ - چنانچه مغزه گیری از بتن پاشیده شده در سازه انجام شود نیز ضابطه پذیرش در منابع و مراجع موجود همان ضابطه مطروحه در بند ۲ می باشد و تفاوتی ندارد.

محسن تدین