

جناب آقای دکتر تدین

ریاست محترم هیات مدیره انجمن بتن ایران

با سلام، در یکی از بخش های آزادراه، برای ساخت بتن پوشش تونل، پرسش هایی برای بخش کنترل کیفی بوجود آمد که بدینوسیله در ذیل مطرح می گردد. خواهشمند است در صورت امکان با ارسال جوابیه ما را در ساخت هر چه بهتر بتن های این پروژه یاری فرمائید.

۱- در بتن های پروژه محدودیت خاصی از نظر دوام و نفوذ ناپذیری منظور نشده است و صرفاً دستیابی به مقاومت مشخصه مکعبی ۲۸ روزه ۲۵ مگاپاسکال در مشخصات ارایه گردیده است؟ آیا کیفیت خوب برای این بتن ها تامین می گردد؟

۲- در طرح مخلوط بتن ها، استفاده از ۳۱۰ کیلو سیمان با نسبت آب به سیمان ۰/۵۲ در نظر گرفته شده است آیا بنظر شما با توجه به اینکه در تونل ها از ورقه پلیمری برای آب بندی استفاده می شود این طرح کفایت می کند؟ و آیا نیازی به روان کننده برای دستیابی به اسلامپ مورد نظر برای پمپ شدن وجود ندارد؟

۳- گاه در فصول گرم مانند تابستان و بویژه در زمانی که سیمان به کارگاه وارد می شود و دمای آن زیاد است دمای بتن زیاد می شود و حتی در مواردی به حدود 40°C می رسد. آیا این دما باعث بروز مشکل خاصی می شود؟ بنظر شما چگونه باید عمل شود؟

۴- گاه به دلیل خرابی بچینگ و عدم امکان اختلاط مناسب، اجزای بتن بدون اختلاط وارد تراک میکسر می شود و به محل ریختن انتقال می یابد و تخلیه می شود در حالی که دیگ تراک میکسر با سرعت کند می چرخد؟ آیا این چرخش دیگ برای اختلاط بتن کفایت می کند؟

۵- در این پروژه در ابتدا از روان کننده استفاده نشده است و مقاومت های کم تر از مقاومت مشخصه در کارگاه بدست آمده است. بنظر شما آیا با توجه به طرح مخلوط موجود با نسبت آب به سیمان ۰/۵۲ نباید انتظار داشت که مقاومت های بتن جواب بدهد؟

عضو حقوقی انجمن بتن ایران

عضو محترم حقوقی انجمن بتن ایران

باسلام و احترام، بازگشت به پرسش های جنابعالی در مورد بتن پوشش تونل های یکی از بخش های آزادراه بدینوسیله پاسخ زیر تقدیم می گردد. امید است بتوان با رعایت نکات مختلف در ساخت و ریختن بتن در این تونلها و سازه های فنی دیگر، کیفیت و دوام لازم را تامین نمود و زحمات زیادی که برای احداث این مسیر مهم و حیاتی کشور کشیده می شود را به سادگی از بین نبرد.

۱- مسیر موردنظر در یک منطقه سرد احداث می شود که در زمستان دارای یخ بندان و آبشدگی پی در پی می باشد. هم چنین معمولاً پوشش تونلها باید از نفوذ ناپذیری خوبی برخوردار باشند. بنابراین صرفاً دستیابی به مقاومت مشخصه مکعبی ۲۸ روزه ای برای 25^{Mpa} یا رده C20 ابداعاً کفایت نمی کند. اینجانب در مشخصات فنی مشاور و پیمانکار اولیه رده C25 را مشاهده کرده ام اما ظاهراً بعدها رده C25 به مکعبی 25^{Mpa} معنا شده است!

هر چند در تونلها معمولاً یخ بندان دیده نمی شود اما در سرو ته تونل و در طول ۲۰ تا ۵۰ متر اول یخ بندان وجود خواهد داشت. هم چنین با توجه به استفاده از نمک طعام برای یخ زدایی از رویه راه، بتن اینبیه فنی و بخش هایی از پوشش تونلها در معرض پاشش آب و یخ حاوی نمک طعام خواهد بود.

بنابراین غالباً لازم است که در ارتباط با دوام بتن پوشش تونلها نیز به رعایت نکات خاصی توجه نمود. ظاهراً مشاور اولیه مصرف مواد حباب زا و حتی رعایت حداکثر نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ و حداقل خاصی از سیمان را در برخی سازه ها منظور نموده است که بعداً از آن عدول شده است.

۲- مسلماً با توجه به منظور نکردن عامل مهمی چون دوام، طراح مخلوط بتن صرفاً به مقاومت و دستیابی به آن اندیشیده است. بدیهی است با در نظر گرفتن مقاومت مشخصه مکعبی 25^{Mpa} (استوانه ای ۲۰) و حتی با در نظر گرفتن یک حاشیه امنیت مقاومتی، نسبت آب به سیمان مورد نیاز در همان حدود ۰/۵۲ (با اندکی کم و زیاد، برای یک سیمان پرتلند نوع ۱-۳۲۵ یا پرتلند نوع ۲) خواهد شد. با توجه به روانی مورد نظر برای پمپ کردن بتن و آب مورد نیاز (با توجه به حداکثر اندازه سنگدانه و شکل سنگدانه و ...) و نسبت آب به سیمان فوق، مقدار سیمان علی القاعده بیش از ۳۱۰ کیلو بدست می آید و احتمالاً نیاز به روان کننده وجود خواهد داشت. معمولاً برای بتن ریزی در پوشش دیواره و سقف تونلها با توجه به شرایط قالب و قالب بندی، نیاز به اسلامپ زیاد مثلاً ۱۵ تا ۲۲ سانتی متر و حتی بتن خود تراکم و یا آسان تراکم احساس می گردد و این بتن باید با پمپ از طریق دریچه های نصب شده در جداره قالب به درون قالب (پوشش بتنی) ریخته شود. بنابراین همواره بهتر است از روان کننده یا فوق روان کننده استفاده گردد و تا حد امکان عیار سیمان یا مواد سیمانی کاهش یابد به حدی که در پمپ شدن بتن اختلال نکند.

بهرحال با توجه به نتایج مقاومتی حین اجرا، می توان فهمید که آیا بتن ها واقعاً با رعایت مصرف سیمان 310^{kg} با همان نسبت آب به سیمان ۰/۵۲ ریخته می شود یا خیر؟ به نظر اینجانب در بتن های پروژه با توجه به اینکه روان کننده مصرف نمی شده است، نسبت آب به سیمان به حدود ۰/۵۷ رسیده است و مقاومت ها باید حول و حوش 25^{Mpa} (گاه کمتر و گاه بیشتر) بدست آید که کم شدن نتایج مقاومتی (طبق پرسش شماره ۵ جنابعالی) کاملاً منطقی است. بهر حال حاشیه امنیت خاصی برای مقاومت وجود ندارد.

بهرحال باید توجه داشت که کاهش مقاومت ها نتیجه قهری و طبیعی افزایش نسبت آب به سیمان می باشد. در این پروژه و در عمل امکان ندارد بدون روان کننده به نسبت آب به سیمان ۰/۵۲ دست یافت مگر اینکه عیار سیمان و مقدار آب نیز بالاتر رود.

جالب است که در چنین کارگاههایی وقتی از مسئولین و سازندگان بتن سوال می شود که نسبت آب به سیمان شما چقدر است، جواب می دهند همان نسبت آب به سیمان مندرج در طرح مخلوط است که مسلماً جواب غلط و گمراه کننده ای می باشد.

ممکن است سوال شود چرا طراح مخلوط با این نسبت آب به سیمان و این عیار و سیمان به روانی مورد نظر دست یافته است؟ جواب آنست که اولاً معلوم نیست که طرح مخلوط ارائه شده صحیح باشد. ثانیاً گاه با توجه به نوع سیمان مصرفی و سنگدانه هایی که در طرح مخلوط مصرف شده است ممکن است نتیجه مورد نظر حاصل شده باشد اما در عمل با تغییر سیمان مصرفی و یا سنگدانه های مورد استفاده، شرایط عوض شده باشد.

وجود ورقه های پلی اتیلنی یا پلیمری هر چند به کاهش عبور آب می انجامد اما همواره سعی می شود از بتن نفوذ ناپذیر استفاده گردد و ممکنست به هردلیل مشکلی برای این آب بندی ورقه ها یا درزهای جوشی آنها بوجود آید که امری رایج در ایران می باشد.

۳- یکی از بزرگترین مشکلاتی که در پروژه های عمرانی وجود دارد بالا رفتن دمای بتن در روزهای گرم می باشد گاه حتی در روزهای خنک با وجود سیمان های داغ ورودی به کارگاه ممکن است دمای بتن ساخته شده از حد مجاز بالاتر رود.

حداکثر دمای مجاز بتن ریزی فعلاً 32°C می باشد و بدیهی است که در هنگام ساخت بتن لازم است دمای بتن از این مقدار نیز کمتر باشد. مثلاً با توجه به دمای هوا و تابش آفتاب و فاصله حمل و زمان معطلی در تراک میکسر، ممکن است دمای لازم برای ساخت بتن ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتی گراد باشد.

گاه در هوای گرم، سیمان کارگاه نیز بعلت گرم شدن در سیلوها یا داغ بودن سیمان تازه وارد شده به کارگاه دمای بیش از 60°C دارد که در این حالت حتماً دمای بتن اولیه بیش از ۳۰ درجه یا ۳۵ درجه سانتی گراد می شود. مشکل سیمان داغ حتی در هوای خنک نیز جدی است با اینکه ممکن است دمای تعادل بتن کمتر از حد مجاز باشد. افت اسلامپ زیاد و گیرش سریعتر و ایجاد مشکلات تراکمی از جمله مشکلات عادی و رایج مصرف سیمان داغ است. در برخی آئین نامه ها حداکثر دمای مجاز سیمان مصرفی ۷۵ یا حتی 80°C است اما باید گفت که مشکلات ساخت بتن از دمای ۶۰ درجه به بالا گریبانگیر خواهد بود بویژه اینکه دوام بتن اهمیت داشته باشد. علاوه بر مشکلات اجرایی بتن با دمای زیاد، کاهش سقف مقاومتی و کاهش دوام و افزایش نفوذپذیری از نتایج آن است که غالباً از چشم پنهان می ماند. برای کاهش دمای سیمان داغ ورودی لازم است تعداد و حجم سیلوهای سیمان را افزایش داد و قبل از تمام شدن همه سیمانهای درون سیلوها، سیمان جدید را وارد کارگاه نمود تا فرصت چند روزه ای برای کاهش دما قبل از مصرف داشته باشد.

در هوای گرم و همراه با تابش آفتاب نیز بهتر است رنگ سیلوها سفید یا زرد کم رنگ باشد تا جذب انرژی از تابش آفتاب به حداقل برسد. در غیر اینصورت باید عواقب سیمان داغ را شاهد بود و برای کاهش دمای بتن، آب خنک و یا یخ را مورد استفاده قرار داد که هزینه قابل توجهی را به کارگاه تحمیل می کند.

۴- یکی از اولین خواسته های فنی از یک بتن، همگن بودن آنست که این امر با اختلاط کافی و صحیح میسر فراهم می گردد.

در صورتی که دیگ بچینگ قادر به اختلاط بتن نباشد و صرفاً بصورت یک مسیر عبور مصالح استفاده گردد، عمل اختلاط باید در تراک میکسر انجام شود به شرط اینکه اسلامپ بتن از ۴ یا ۵ سانتی متر بیشتر و بتن غیر چسبنده باشد. برای اختلاط بتن در تراک میکسر علاوه بر شروط فوق باید حجم بتن مخلوط شده در تراک میکسر از ۶۳ درصد حجم اسمی دیگ میکسر بیشتر نباشد، در حالی که اگر قرار باشد صرفاً از تراک میکسر برای حمل بتن مخلوط شده استفاده شود می توان از ۸۰ درصد حجم اسمی دیگ آن و یا حتی بیشتر از آن استفاده نمود. هم چنین لازم است دیگ تراک میکسر با سرعت دور تند، حداقل ۷۰ و گاه تا ۱۰۰ دور بچرخد تا بتن مزبور با داشتن و فراهم بودن شرایط فوق بخوبی مخلوط شود.

سرعت تند تراک میکسرهای در ایران ۱۳ تا ۲۰ دور در دقیقه است و سرعت کند آنها معمولاً ۲ تا ۵ دور در دقیقه می باشد. چنانچه اختلاط کامل در دور تند بطور معمول ۵ تا ۱۰ دقیقه بطول انجامد و قرار شود به همین مدت یا بیشتر اما با دور کند آن را بهم زد به هیچ وجه بتن مزبور به صورت همگن و مخلوط شده در نخواهد آمد. مشکل دیگری که برای بتن کامل مخلوط نشده وجود دارد مشکل کنترل اسلامپ آن می باشد که برای نظارت گرفتاری زیادی ببار می آورد.

۵- پرسش پنجم شما در پاسخ پرسش دوم جواب داده شده است.

محسن تدین

جناب آقای دکتر تدین

ریاست محترم هیات مدیره انجمن بتن ایران

با سلام و احترام، با توجه به اینکه مهندسین مشاور محترم یک پروژه تصفیه خانه آب جدید در حال اجرا، مسایل زیر را مورد پرسش و تامل قرار داده است خواهشمند است ما را راهنمایی فرمائید.

۱- با توجه به وجود کلر در سیستم تصفیه خانه، استفاده از سیمان های تیپ I به هیچ عنوان توصیه نمی گردد. با توجه به اینکه برای مقابله با نفوذ یون کلرید شرط مصرف سیمان تیپ II و $C3A < 8\%$ وجود دارد عملاً کاربرد سیمان تیپ I بی معنا خواهد بود.

۲- با توجه به مشکوک بودن به واکنش قلیایی سیلیسی در مورد سنگدانه ها، استفاده از میکروسیلیس توصیه می شود و لازم است در مورد عملکرد میکروسیلیس مدارکی ارائه گردد.

۳- با توجه به لزوم مصرف میکروسیلیس و بکارگیری ژل میکروسیلیس در پروژه، لازم است کمیت و کیفیت اجزای آن بویژه میکروسیلیس مورد بررسی و آزمایش قرار گیرد، در غیر اینصورت میکروسیلیس بصورت جداگانه تهیه و ژل مربوطه در کارگاه تولید گردد.

۴- علیرغم استفاده از میکروسیلیس، لازم است از ماده حباب زا برای جلوگیری از آب انداختن و جداسازی استفاده گردد

۵- با توجه به اینکه بتن نفوذناپذیر در این پروژه مورد نیاز است، ضرورت دارد تا آزمایش کنترل نفوذناپذیری بتن طبق EN12390-8 انجام گیرد.

۶- توصیه می شود که حداکثر مقدار سیمان در هر متر مکعب بتن به ۴۰۰ کیلوگرم محدود شود.

۷- توصیه می شود حداقل و حداکثر مقدار میکروسیلیس در بتن به ترتیب ۷ و ۱۰ درصد مقدار سیمان مصرفی باشد و مقدار بهینه آن از طریق آزمایشگاهی و با در نظر گرفتن مقاومت فشاری و نفوذپذیری بتن بدست آید.

۸- در بتن های موجود، استفاده از فوق روان کننده دیرگیر مجاز نمی باشد زیرا موجب آب انداختن بتن می شود

۹- در صورت استفاده از بتونیر برای ساخت بتن در کارگاه، مدت و روش اختلاط باید مانند *ASTMC192* باشد.

۱۰- در تراکم بتن، به محض شروع آب انداختگی باید لرزش متوقف شود.

۱۱- با توجه به اینکه در طی عمل پرداخت سطح بتن ممکنست ترکهای سطحی بسته شود در حالی که در عمق ممکنست این ترکها وجود داشته باشند لذا از پرداخت اضافی پس از گیرش اولیه خودداری شود.

۱۲- بنظر می رسد در صورت وجود آب انداختگی بتن، انتظار برای تبخیر آن صحیح نمی باشد بویژه اینکه دوام بتن در این پروژه مهم است و استعداد زیاد جمع شدگی نیز در آن وجود دارد.

۱۳- برای عمل آوری با بخار، دمای بتن در سه ساعت اولیه نباید از ۳۰^o تجاوز کند.

۱۴- روغن قالب باید از نوع پایه آبی باشد.

۱۵- در صورتی که نتوان حداقل پوشش بتنی روی میلگردها را تامین کرد لازم است که آن میلگردها با پوشش اپوکسی آغشته و محافظت گردند.

مدیر پروژه تصفیه خانه آب...

عضو محترم حقوقی انجمن بتن ایران

مدیر محترم پروژه تصفیه خانه آب ...

باسلام و احترام، با توجه به ارسال پرسش ها و ابهامات موجود در مشخصات فنی و ضوابط اجرایی موجود در آن پروژه و نقطه نظرات مهندسین مشاور محترم مربوطه بدینوسیله در زیر پاسخ های لازم برای مشخص کردن مطالب درج شده و رفع ابهام لازم ارائه می گردد.

۱- کلرزی در تصفیه خانه آب یا فاضلاب مانند وجود یون کلرید در آب یا خاک نیست و گاه شرایط حادثتری را بویژه در مناطقی که با آب در تماس نیست (زیر سقف و بالای دیوار خارج از آب) بوجود می آورد. بهر حال بنظر می رسد این گاز کلر در نهایت در بتن به کلرید تبدیل می شود و اثر خود را آشکار می نماید.

برای مقابله با نفوذ کلرید گفته می شود که سیمان پرتلند نوع ۵ برای بتن مسلح بکار نرود زیرا C_3A سیمان پرتلند نوع ۵ طبق استاندارد ایران کمتر از ۵ درصد است. هر چه C_3A سیمان بیشتر باشد، از نفوذ یون کلرید در بتن به نحو موثرتری جلوگیری می کند. در منابع معتبر مانند *ACI* و *CIRIA* گفته می شود که C_3A در سیمان مصرفی در این شرایط بیشتر از ۶ درصد باشد. در آئین نامه پیشنهادی پایایی در محیط خلیج فارس C_3A سیمان بین ۶ تا ۱۰ درصد داده شده است تا در مقابل سولفاتها نیز پایا باشد هر چند در *ACI* مقدار A C_3 در آبهای شور دریا برای مقابله با سولفات حتی تا ۱۲ درصد نیز عنوان شده است.

در استاندارد سیمان های پرتلند ایران، مقدار C_3A سیمان پرتلند نوع ۲ به ۸ درصد محدود شده است ولی حداقل آن قید نگردیده است. بنابراین گفتن اینکه سیمان پرتلند نوع ۲ در این شرایط مصرف گردد حرف چندان درستی نیست بلکه مصرف هر سیمانی که C_3A بیشتر از ۶ درصد داشته باشد صحیح است و اگر آب شور دریا موجود باشد سقف C_3A می تواند به ۱۰ تا ۱۲ درصد برسد. از آنجا که در مورد سیمان پرتلند نوع ۱ هیچ محدودیتی برای C_3A وجود ندارد می توان گفت که از سیمان پرتلند نوع ۱ هم می توان استفاده کرد مشروط بر اینکه C_3A آن بیشتر از ۶ درصد باشد و در شرایط آب شور حاوی سولفات، سقف آن نیز به ۱۰ یا ۱۲ درصد محدود شود.

پس روشن است که مصرف سیمان پرتلند نوع ۱ با رعایت شرایط ذکر شده بی معنا نخواهد بود و توجیه پذیر است.

۲- یکی از راه حل های جلوگیری از خرابی ناشی از انبساط و انقباض قلیایی سیلیسی، استفاده از میکروسیلیس در بتن مصرفی است. *ACI221.IR* حداقل مصرف میکروسیلیس را برای کنترل این امر معادل ۵ درصد مواد سیمانی دانسته است. بدیهی است پتانسیل واکنش زایی سنگدانه ها به یک اندازه و یکسان نیست. بنابراین ممکن است مقدار معینی از میکروسیلیس نتواند واکنش زایی مورد نظر و انبساط ناشی از آن را کنترل نماید. از آنجا که ظاهراً در پروژه شما، نتیجه آزمایش *ASTM C1260* سنگدانه را مشکوک نشان می دهد و نتیجه *ASTM C1293* آن را غیر واکنش زا نشان می دهد بنظر می رسد نیازی به میکروسیلیس وجود ندارد و اگر بخواهیم احتیاطاً میکروسیلیس مصرف کنیم مقدار ۵ درصد کافی خواهد بود.

بهر حال در مواردی که سنگدانه ها مشکوک یا واکنش زا باشد امروزه سعی می کنیم با مصرف مثلاً ۵، ۷ و ۹ درصد میکروسیلیس، آزمایش *ASTM C1567* یا *ASTM C1567* ایران را انجام دهیم و در صورتی که جواب هر کدام در سن ۱۴ روز کمتر از ۰/۱ درصد باشد یا در سن ۲۸ یا ۳۵ روزه کمتر از ۰/۲ درصد باشد همان کمترین درصد میکروسیلیس که جواب داده است را انتخاب می کنیم که یک آزمایش عملکردی مناسبی محسوب می شود. مقصود از مدارک لازم برای ارائه عملکرد میکروسیلیس می تواند این موارد باشد.

۳- قاعدتاً اگر بتوان در کارگاه، دوغاب میکروسیلیس تهیه نمود همواره ارجح است به شرط اینکه از کیفیت میکروسیلیس مصرفی به نحوی اطمینان داشته باشیم.

گاه نمی توان در کارگاه، این دوغاب مطمئن و مناسب را تهیه کرد، لذا مجبور به استفاده از دوغاب (ژل) میکروسیلیس تجاری موجود در بازار خواهیم بود. متأسفانه یک دستورالعمل خاص برای اطمینان یافتن از کیفیت ژل میکروسیلیس وجود ندارد. صرفاً می توان با خشک کردن ژل، مقدار درصد مواد جامد را اندازه گیری کرد. مقدار جامد شامل هر نوع پودر و ماده خشک فوق روان کننده موجود در آن می باشد و نمی توان آزمایش های کنترلی میکروسیلیس را طبق *ASTM C1240* بر روی این ماده خشک (باقیمانده تبخیر) انجام داد و یا حداقل دستورالعمل خاصی برای آن وجود ندارد.

۴- معمولاً با بکارگیری میکروسیلیس جلوی آب انداختن و جداسازی به مقدار قابل توجهی گرفته می شود و نیازی به مواد حبابزا وجود نخواهد داشت. اصولاً وجود میکروسیلیس در کارگاه در ایجاد هوا توسط مواد حبابزا اختلال می کند و مصرف مواد حبابزا ممکن است چند برابر گردد. هم چنین در اغلب اوقات به هر دو این مواد برای رفع مشکلات موجود بطور همزمان نیاز نیست.

۵- اصولاً آزمایش *EN12390-8* به نام نفوذپذیری نیست بلکه نام آن تعیین عمق نفوذ آب تحت فشار می باشد. این آزمایش دارای مشکلات خاصی مانند ارائه نتایج پرت و گاه بسیار متفاوت در نمونه های مختلف می باشد و اعتبار آن زیاد نیست در اصطلاح باید گفت که نتایج آن از ضریب تغییرات زیاد یا انحراف معیار زیاد برخوردار است.

از طرفی با توجه به اینکه در بتن های مورد نیاز از مواد حبابزا استفاده می شود نتیجه آزمایش مزبور ممکن است همراه کننده باشد، زیرا فشار ۵ اتمسفر ممکن است به از بین رفتن حبابهای هوای عمدی منجر گردد و آن را نفوذپذیرتر از واقع نشان دهد.

۶- معمولاً به ازای هر نسبت آب به سیمان معین، هر چند عیار سیمان در بتن با حداکثر اندازه سنگدانه ۲۰ میلی متر بالاتر از حداقل 350 kg/m^3 باشد مقاومت و دوام کم و نفوذپذیری زیاد می شود. بنابراین محدود کردن سیمان می تواند در بالا بردن کیفیت کمک کند و از جمع شدگی و خطر ترک خوردگی بکاهد. در مشخصات فنی عمومی مخازن آب بتنی زمینی (نشریه ۱۲۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی)، مقدار حداکثر سیمان به 400 kg/m^3 محدود شده است. البته در این نشریه برای حداقل سیمان نیز محدودیت ارائه شده است. با توجه به این امر و با توجه به روانی زیاد بتن در این پروژه ممکن است نتوان با وجود مواد حبابزا و نسبت آب به سیمان مورد نظر برای تامین مقاومت و دوام، این سقف را رعایت کرد اما در صورت امکان بهتر است این محدودیت اعمال گردد.

۷- حداقل مصرف میکروسیلیس برای ایجاد دوام و نفوذپذیری بهتر است ۵ درصد باشد و توصیه می شود حداکثر مصرف (جایگزینی) میکروسیلیس به ۸ درصد مواد سیمانی محدود شود. لازم به ذکر است که مقاومت فشاری و نفوذناپذیری می تواند با تغییرات نسبت آب به سیمان نیز تامین گردد و الزاماً نیازی به افزایش مقدار میکروسیلیس وجود ندارد.

مقدار زیاد میکروسیلیس خطر خشک شدگی سریع سطح و ترک خوردگی را افزایش می دهد و گاه مقاومت های دراز مدت را نیز کاهش می دهد بنابراین امروزه سعی می شود در مصرف میکروسیلیس تا حدود زیادی خست بخرج داده شود ضمن اینکه در هزینه مصرف میکروسیلیس اضافی و فوق روان کننده مورد نیاز نیز صرفه جویی می شود.

۸- استفاده از فوق روان کننده دیرگیر در چنین بتن هایی مجاز است و دلیلی برای غیر مجاز بودن وجود ندارد و موجب آب انداختن نمی شود. بدیهی است در صورتی که فوق روان کننده دیرگیر یا معمولی بیش از حد مصرف شود به آب انداختن بتن منجر می گردد

۹- در استاندارد *ASTM C192* روش تهیه نمونه بتن و قالب گیری آن در آزمایشگاه آمده است. اما در هیچ منبعی قید نشده است که در کارگاه باید مخلوط بتن مانند آزمایشگاه ساخته شود. در آئین نامه بتن و سایر موارد حداقل مدت اختلاط بتن پس از ریختن آخرین جزء آن ۱/۵ دقیقه و گاه کمتر عنوان شده است. بنابراین این ضابطه بی مورد است.

۱۰- در هنگام تراکم بتن با ویبراتور خرطومی یا میز لرزان، ابتدا هوای محبوس در بتن *Entrapped Air* خارج می شود و سپس با ادامه لرزش به تدریج درشت دانه ها به پائین می رود و شیره بتن رو می زند. اصولاً این امر نشان می دهد که عمل تراکم می تواند پایان یافته تلقی شود.

مقصود نویسنده از آب انداختن، روزدن شیره بوده است که متأسفانه اغلب اوقات این دو واژه با یکدیگر اشتباه گرفته می شود. روزدن شیره در هنگام تراکم لرزشی حاصل می گردد که مخلوط آب، سیمان یا مواد سیمانی و پودرسنگ و ماسه های خیلی ریز است و معمولاً در بتن های معمولی به رنگ خاکستری می باشد، در حالی که آب انداختن در فاصله زمانی حدود یک ربع پس از خاتمه تراکم دیده می شود که شامل یک آب زلال می باشد..

ادامه لرزش ها به مدت زیاد پس از روزدن شیره، موجب جداسدگی و حتی خروج حباب هوای عمده *Entrained Air* (در صورت استفاده از مواد حبابزا) و یا ترکیدن آنها می گردد که ابدأ مطلوب و مفید نیست بلکه مضر تلقی می گردد.

۱۱- اصولاً هر نوع عملی مانند تراکم و پرداخت، پس از گیرش اولیه ممنوع می باشد و اما سفت شدگی بتن الزاماً به معنای گیرش اولیه نیست. برای مثال اگر از ابتدا بتنی با روانی کم یا سفت ساخته شود، معنای آن گیرش اولیه نخواهد بود. در پرداخت سطح بتن، اگر از ضربه استفاده شود باعث پشدن زیر میلگردها از بتن شده و مانع ایجاد ترک در بالای سر میلگردها می گردد.

در صورتی که قرار باشد در اثر تبخیر، بتن دچار ترک خوردگی شود این امر زمانی اتفاق می افتد که نمی توان با عمل پرداخت سطح، موجب بسته شدن ترک ها گردید و در هیچ حالتی بسته شدن ترک در سطح و وجود ترک در عمق متصور نمی باشد.

۱۲- همواره در همه دستورالعمل‌های پرداخت سطح بتن در صورت وجود آب انداختگی، توصیه می‌شود که آب روزه قبل از پرداخت باید توسط تبخیر از بین برود و یا در صورت وجود عجله (بویژه در هنگامی که هوا سرد می‌باشد و یا در هوای گرم و شرجی)، آب اضافی با اسفنج (ابر) یا گونی چتایی از سطح زدوده گردد. اتفاقاً در جایی که دوام بتن مهم است چنین دستوری باید با دقت اجرا گردد و این امر ربطی به استعداد جمع شدگی بتن ندارد.

۱۳- در عمل آوری با بخار یا هر نوع عمل آوری حرارتی، ممکن است پدیده *DEF* یا تاخیر در تشکیل اترینگایت (اترینگایت تاخیری) ایجاد گردد. این امر زمانی محتمل است که قبل از گیرش اولیه، دمای بتن به شدت افزایش یابد. این حد را نباید 30°C انگاشت. البته باید سعی نمود تا بتن با دمای حداکثر 30°C یا 32°C را در قالب ریخت. چنین بتنی به دلیل گرمای ناشی از هیدراته شدن با افزایش دمای طبیعی روبرو می‌شود و خود بخود به دمای بالاتری می‌رسد. در برخی منابع گفته می‌شود که دمای بتن قبل از گیرش از حدود 40°C بالاتر نرود. ممکن است نتوان مرز دقیقی را برای این امر مشخص نمود.

از طرفی مشخص نیست که زمان ۳ ساعت از کجا آمده است؟ متأسفانه در برخی منابع زمان ۲ تا ۵ ساعت بجای زمان گیرش اولیه ذکر شده است که صحیح نیست بلکه باید همان زمان گیرش اولیه قید شود. بدیهی است ممکن است زمان گیرش اولیه بتنی ۱ ساعت و یا ۳ ساعت و یا ۵ ساعت باشد. این زمان به نوع و جنس سیمان، دمای بتن و محیط و حتی نسبت‌های اختلاط یا وجود افزودنی‌ها زودگیر یا دیرگیر آن مربوط می‌شود و گفتن یک عدد مشخص ابدأ صحیح نیست.

۱۴- در قطعات پیش ساخته یا در جا که عمل آوری تسریع شده کاربرد دارد، معمولاً روغن قالب پایه آبی مشکل چسبندگی به قالب را بوجود می‌آورد و مصرف این نوع روغن قالب توصیه نمی‌شود مگر اینکه قبل از بالا رفتن دما، بتن از قالب یا قالب از بتن جدا گردد.

۱۵- در صورتی که قبل از بتن ریزی بدانیم که پوشش بتنی روی میلگردها تامین نمی‌شود چنانچه بخواهیم از اپوکسی برای آغشته کردن سطح میلگردها استفاده کنیم باید همه میلگردهای آن قطعه را پوشش دهیم و نباید اپوکسی را به میلگردهای با پوشش بتنی کم اعمال نمائیم.

در صورتی که از اپوکسی غنی شده از روی *ZincRichEpoxy* استفاده گردد می‌توان بطور موضعی نیز از این پوشش بر روی میلگرد استفاده نمود.

محسن تدین