

## پرسی ها و پاسخ های سمینار استاندارد مصالح ساختمانی

**پرسیش ۱-** در استان خراسان شمالی و در بخش هایی از شهرهای کوچک و روستاهای کوچک و بزرگ که امکان مصرف بتن آماده وجود ندارد، ساخت بتن با خلطه انجام می شود. آیا می توان از این کار جلوگیری کرد؟

چه تدبیری در مقررات ملی یا آئین نامه بتن ایران اندیشیده شده است؟

درشهرهای بزرگ نیز علاقه وافری به استفاده از این خلطه ها برای ساخت بتن وجود دارد زیرا معتقدند که بتن ارزانتری حاصل می گردد. بهرحال در شهرهای بزرگ، نظام مهندسی استان، استفاد از آن را ممنوع کرده است اما اعتراض هایی وجود دارد.

**پاسخ ۱-** این مشکل مربوط به همه استانها و سراسر کشور می باشد و منحصر به استان خراسان شمالی نیست. در کشورهای مختلف، اجازه می دهند که بتن سازی تا رده های خاصی با بتونیر (*Paving Mixer*) یا مخلوط کن های نسبتاً کوچک با ظرفیت واقعی اختلاط ۵۰ تا ۴۰۰ لیتر (ظرفیت اسمی ۱۰۰ تا ۷۵۰ لیتر) و با پیمانانه کردن حجمی مصالح مصرفی اعم از سیمان، سنگدانه ها و آب و احتمالاً افزودنی و الیاف انجام شود. حتی در برخی آئین نامه ها ضوابطی را برای اختلاط بتن های نسبتاً کم اهمیت با وسایل دستی (مثل بیل) ارائه می کنند.

در آئین نامه جدید بتن (در حال انتشار) و هم چنین مبحث نهم مقررات ملی جدید (در حال انتشار)، پیش بینی شده بود که بتوان بتن های تا رده C25 را با پیمانانه کردن حجمی ساخت. اعتراض برخی استانها، سبب شد که این اجازه صرفاً تا رده C20 داده شود. حتی برخی معتقدند که اصلاً نباید اجازه اینکار داده شود. بهرحال از متن پرسش بر می آید که گاه نیاز به این امر یعنی ساخت بتن با خلطه وجود دارد و نمی توان آن را بطور کلی ممنوع کرد و در سایر کشورها نیز چنین روالی حاکم است و ممنوعیت کامل وجود ندارد. مشکل اصلی، اختلاط بتن با این نوع مخلوط کن ها نیست بلکه نگرانی موجود در درجه اول مربوط به نداشتن طرح مخلوط مصوب و تأیید شده آزمایشگاهی برای مصالح مصرفی و رده مورد نظر است و در درجه دوم اینکه طرح مخلوط وزنی به یک طرح مخلوط حجمی تبدیل نشده است. در درجه سوم، اصولاً هیچ پیمانانه ای در این موارد بکار نمی رود تا بتن براساس یک طرح مخلوط معین حجمی ساخته شود. بنابراین نگرانی اصلی، عمل اختلاط نیست. گرفتاری های دیگری نیز مانند افزایش حجم ماسه در تبدیل وزن به حجم وجود دارد که در این نوشته نمی گنجد.

طبیعی است که ساخت چنین بتنی با افراد غیر متخصص و بکارگیری کارگران ساده یا نیمه ماهر، برای احجام کم، ارزان تر تمام میشود و طرفداران بیشماری دارد. با این حال اگر کنترل کیفی بتن توسط نمونه برداری و آزمایش مقاومتی، به نحو صحیحی انجام شود، اغلب آنها انطباق با رده را به نمایش نخواهند گذاشت. در هر حال کیفیت بتن ساخته شده به شدت تحت تاثیر مهارت افراد بتن ساز قرار دارد.

بدیهی است در مناطق دور افتاده که دسترسی به بتن آماده یا ایستگاه مرکزی در کارگاهها وجود ندارد باید راه حلی اندیشید.

سالها پیش در اواسط دهه ۸۰ در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، احتمالاً به سفارش بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، دستورالعمل اجرایی ساخت بتن در کارگاههای کوچک و با امکانات محدود نوشته شد تا بتوانند در روستاها یا شهرهای کوچک، بتن را بسازند و در اعضای بتنی بریزند. بعدها این نشریه، توسط سازمان برنامه و بودجه تحت عنوان دستورالعمل ساخت و اجرای بتن در کارگاه به شماره ۳۲۷ در سال ۱۳۸۷ منتشر گردید. در این نشریه، روش ساخت بتن بصورت حجمی با بتونیرها و حتی ساخت و اختلاط بتن بصورت دستی با بیل آموزش داده شده است.

بنظر می رسد بجای ممنوعیت این موارد بهتر است آموزش هایی را برای دست اندرکاران ساخت بتن در مناطق دور افتاده داشته باشیم و برای رده های خاصی، طرح مخلوط وزنی و حجمی را با مصالح مشخص تهیه کنیم و در اختیار آنها قرار دهیم تا کیفیت مورد نظر تامین گردد.

بهرحال ۳۰ سال پیش در بسیاری از شهرهای مرکز استان نیز بتن آماده وجود نداشت یا ندرتاً در دسترس بود. امروزه در شهرهای درجه دوم استانها نیز بتن آماده وجود دارد. امیدواریم شرایط به نحوی پیش رود که شهرهای کوچک نیز از بتن آماده بهره ببرند و بتوانند بسیاری از روستاهای کوچک و بزرگ را نیز پوشش دهند تا مشکل موجود برطرف گردد.

**پرسش ۲-** آیا می توان در بتن های سازه ای و مسلح از سیمانهای حاوی سرباره های کوره آهنگدازی (ذوب آهن) استفاده نمود؟ آیا در ایران این نوع سیمانها تولید می شود و بکار می رود؟

**پاسخ ۲-** در استاندارد ۳۵۱۷ ایران سه دسته سیمان حاوی سرباره وجود دارد که سیمان پرتلند سرباره ای، سیمان پرتلند سرباره ای ضد سولفات و سیمان سرباره ای نام دارند. سیمان پرتلند سرباره ای با کمتر از ۲۵ درصد سرباره، سیمان پرتلند سرباره ای ضد سولفات با بیش از ۲۵ تا ۷۰ درصد سرباره و سیمان سرباره ای با بیش از ۷۰ درصد سرباره می باشد. مصرف این سیمانها در بتن مسلح و اصولاً در بتن ها مانعی ندارد و در مواردی نیز توصیه می گردد.

سرباره مورد نظر باید از کوره بلند آهنگدازی بدست آید که با سرعت زیاد توسط آب زیاد خنک شده است، تا ارزش شبه سیمانی و مفید داشته باشد. استفاده از سرباره کوره فولاد سازی برای این مورد امکان پذیر نیست و ویژگی های لازم را دارا نمی باشد.

ذوب آهن اصفهان و برخی کارخانه های کوچک تر که دارای تولید آهن خام به روش کوره بلند هستند می توانند این نوع سرباره را تولید کنند و باید دارای سیستم *Quinching* یا همان سرد

کردن سریع و ناگهانی باشند. عدم سرد کردن ناگهانی موجب می شود تا سرباره حاصله کاربردی بعنوان مواد شبه سیمانی و جایگزین یا مکمل سیمان نداشته باشد.

در استاندارد شماره ۱-۱۷۵۱۸ ایران که براساس *ENI97-1* اروپا نوشته شده است تعدادی از انواع سیمانهای آمیخته حاوی سرباره دارد که در زیر به آنها اشاره می شود.

**الف :** سیمانهای پرتلند سرباره ای در گروه *CEM II* با اسامی *B-S* و *CEM II / A-S*

به ترتیب با ۶ تا ۲۰ درصد سرباره و ۲۱-۳۵ درصد سرباره کوره بلند و *B-M* و *CEM II / A-M* بعنوان سیمان پرتلند مرکب (احتمالاً)

**ب :** سیمانهای سرباره ای در گروه *CEM III* (پنج نوع) حاوی از ۳۶ درصد تا ۹۵ درصد سرباره

**پ :** سیمانهای مرکب در گروه *CEM V* با ۱۸-۳۰ و ۳۱-۴۹ درصد سرباره در کنار برخی پوزولانها *CEM V/A* یا *B*

بنابراین دیده می شود که حدود ۱۱ نوع سیمان حاوی سرباره با درصد های مختلف سرباره به همراه سایر مواد جایگزین (مکمل) سیمان یا بدون سایر مواد مکمل در این استاندارد وجود دارد که عملاً اغلب آنها طبق این استاندارد تا کنون در ایران تولید نشده اند.

سیمانهای آمیخته حاوی سرباره دارای ویژگی های زیر هستند:

**الف :** ارزانی نسبی با توجه به درصد جایگزین سرباره

**ب :** بهبود کارایی بتن و کاهش جداسدگی و آب انداختن

**پ :** کاهش گرمایی و آهنگ گرمایی

**ت :** کاهش مقاومت های کوتاه مدت و افزایش مقاومت های بلند مدت

**ث :** کاهش نفوذپذیری بتن در برابر آب و یون کلرید و سایر یون های مهاجم

**ج :** کاهش آهنگ خوردگی میلگردها

**چ :** افزایش مقاومت الکتریکی بتن

**ح :** مقاومت در برابر حمله سولفاتها

**خ :** کاهش انبساط مخرب ناشی از واکنش قلیایی - سلیسی

بهرحال لازم به ذکر است، سرباره های ایران از پائین ترین رده استاندارد برخوردار هستند (رده ۸۰) و در دنیا رده ۱۰۰ و ۱۲۰ نیز وجود دارد که ممکن است مقاومت های کوتاه مدت را نیز افزایش دهد.

بدین ترتیب باید دانست که در صورت مصرف سرباره مناسب در بتن یا به همراه سیمان پرتلند در تهیه سیمان آمیخته ، خواص مناسب زیادی عاید می گردد.

**پرسش ۳-** نمونه برداری نقطه ای از تراک میکسر معمولاً در سطح استان انجام می شود و آزمونها نیز از این نمونه برداری نقطه ای تهیه می گردد. هم چنین نمونه برداری در هنگام ریختن در

عضو بتنی بویژه پس از پمپ کردن بتن انجام نمی شود؟ بنظر شما آیا این امر دارای اشکال نیست؟ تکلیف چیست؟

**پاسخ ۳-** نمونه برداری از بتن تراک میکسر می تواند برای تعیین روانی بتن از یک نقطه انجام شود در حالی که برای تهیه آزمونهای مقاومتی و مشابه آن باید از اختلاط حداقل ۲ نقطه ای از ۷۰ درصد حجم میانی تراک میکسر انجام شود.

در صورتی که نمونه برداری چند نقطه ای انجام نشود، اعتبار نتایج به زیر سوال می رود و اعتمادی به آن وجود نخواهد داشت .

استاندارد ۱-۳۲۰۱ برای نمونه برداری از بتن تازه مؤید این امر است و استاندارد ۲-۳۲۰۳ برای انجام آزمایش اسلامپ و استاندارد های ۳۲۰۵ و ۱۶۰۸-۲ برای تهیه آزمونهای بتنی و عمل آوری آنها در کارگاه وقتی صحیح است که روش نمونه برداری آنها مورد تأیید و طبق استاندارد باشد.

در هیچیک از استانداردهای موجود روشی برای نمونه برداری از انتهای پمپ وجود ندارد و ظاهراً بتن باید در ظرفی تخلیه شود و مخلوط گردد و سپس نمونه از آن تهیه شود. بهرحال این موضوع در پرده ای از ابهام است.

**پرسش ۴ -** طبق مقررات ملی و آبا، باید ۶ نوبت نمونه برداری از یک سازه بتنی اخذ شود. معمولاً در سطح استان ۶ آزمون مقاومتی تهیه می شود که دو تا در سن ۷ روزه سه یا دو عدد در سن ۲۸ روز شکسته می شود و یک یا دو آزمون نیز در آزمایشگاه بعنوان آزمونهای شاهد نگهداری می گردد. آیا این نوع نمونه برداری و تعداد نوبت ها و آزمونها مورد تأیید است؟ مقصود از نمونه برداری یا نوبت نمونه برداری در آئین نامه بتن و مبحث نهم مقررات ملی چیست و چگونه باید عمل شود؟

**پاسخ ۴ -** در هر نوبت نمونه برداری باید حداقل ۲ آزمون و ترجیحاً حداقل سه آزمون برای تعیین مقاومت فشاری تهیه و در شرایط استاندارد نگهداری و عمل آوری شود. نمونه به یک یا چند آزمون تقسیم می شود و آزمون بخشی از یک نمونه است که مورد آزمایش قرار می گیرد. در مبحث نهم مقررات ملی و آئین نامه بتن ایران (آبا)، برای هر سازه و هر نوع و هر رده بتن، حداقل به ۶ نوبت نمونه برداری برای انطباق با رده نیاز است. بهر حال در هر نوبت کاری نیاز به حداقل یک نوبت نمونه برداری از هر سازه و هر نوع یا هر رده بتن وجود دارد. هم چنین باید برای هر حجم معینی از هر نوع بتن یا هر رده یا هر سطح معین یا هر طول معینی از تیر و کلاف و ستون باید حداقل یک نوبت نمونه برداری انجام داد. بنابراین ممکن است در هر سازه به دهها یا صدها نوبت نمونه برداری نیاز باشد و اگر چنان باشد که کمتر از ۶ نوبت نمونه برداری برای هر رده و هر نوع بتن حاصل شود باید تعداد نوبت ها را افزایش داد تا به ۶ نوبت برسد. در تمام مراجع معتبر دنیا به حداقل تعداد آزمونها در هر نوبت نمونه برداری اشاره شده است و حداکثر آن قید نگردیده است.

در هیچ استاندارد یا آئین نامه ای، آزمون‌ه ای به نام شاهد برای انجام آزمایش مقاومت فشاری پس از ۲۸ روز یا هر سن مقرر در تعریف مقاومت مشخصه وجود ندارد و یک بدعت در ایران است که نوع برخورد با آن و کاربردش مشخص نیست. بنابراین الزامی به تهیه و نگهداری آن وجود ندارد اما منعی نیز برای آن دیده نمی شود. بهر حال دستورالعمل خاصی برای منظور نمودن نتیجه حاصله از آنها برای انطباق با رده یا بررسی بتن کم مقاومت وجود ندارد. به این دلیل تهیه آنها فایده ای را در بر ندارد و توصیه نمی شود.

برای سنین زود هنگام تراز سن مقاومت مشخصه یا سن ۲۸ روز، الزامی به تهیه دو آزمون وجود ندارد و حتی یک آزمون نیز برای یک سن معین کافی است زیرا مبنای قضاوت قرار نمی گیرد. برای سن ۲۸ روز در همه استانداردها یا آئین نامه، حداقل ۲ آزمون را کافی می دانند اما در مبحث نهم مقررات ملی سال ۹۲ و تفسیر آبای موجود و آئین نامه بتن در حال انتشار، توصیه می شود از آزمون سوم نیز در صورت ضرورت استفاده گردد.

**پرسش ۵-** تکلیف اختلاط خشک یا نیمه خشک توسط تراک میکسر چیست؟ آیا مجاز است؟ و آیا به کیفیت مناسبی می توان دست یافت و بتن همگن و یکنواختی را تولید نمود؟

**پاسخ ۵-** اسامی ذکر شده توسط جنابعالی در استاندارد ها یا آئین نامه ها وجود ندارد بلکه در استاندارد ۶۰۴۴ ایران اسامی "*Central Mixed Con*" با معادل "بتن مخلوط شده در مخلوط کن ایستگاه مرکزی" و "*Truck Mixed Con*" با معادل "بتن مخلوط شده در کامیون مخلوط کن" و هم چنین "*Shrink Mixed Con*" با معادل بتن نیمه مخلوط دیده می شود.

این موارد از استاندارد *ASTM C94* اقتباس شده که در *ACI 304 R* نیز وجود دارد و در منابع اروپایی نیز کم و بیش با همین واژه ها دیده می شود.

برای بتنی که کاملاً در مخلوط کن ایستگاه مرکزی بتن، مخلوط نمی شود دو گزینه وجود دارد که برای بتن نیمه مخلوط، ضوابط خاصی موجود نیست و بهتر است از ضوابط بتن مخلوط شده در کامیون مخلوط کن بر حسب احتیاط استفاده شود زیرا بخشی از اختلاط در ایستگاه مرکزی بتن انجام می شود که سهم آن مشخص نمی باشد.

برای اختلاط بتن در تراک میکسر ضوابطی دیده می شود از جمله اینکه نباید بیش از دو سوم (در منبع اصلی ۶۳ درصد) از حجم اسمی تراک میکسر به بتن مخلوط شده اختصاص یابد. معمولاً این ضابطه در ایران رعایت نمی شود و عملاً اختلاط مناسب را از همان ابتدا زیر سوال می برد. در وهله دوم باید دیگ تراک میکسر حداقل ۷۰ تا ۱۰۰ دور با دور تند اختلاط بچرخد تا اختلاط مناسبی حاصل گردد.

در هر حال کیفیت اختلاط در تراک میکسر عیناً مشابه اختلاط توسط مخلوط کن ایستگاه مرکزی بتن نخواهد بود اما می تواند قابل قبول باشد مشروط بر اینکه ضوابط همگنی و یکنواختی بتن تامین گردیده باشد.

باید اذعان نمود که اختلاط کامل بتن در تراک میکسر برای بتن های شدیداً چسبنده، پر سیمان یا با نسبت های کم آب به مواد سیمانی، بتن های حاوی پودر خشک میکروسیلیس، بتن های نسبتاً سفت و بتن های خود تراکم با ابهامات و اشکالات جدی همراه است و توصیه می شود در این موارد از اختلاط کامل توسط تراک میکسر خودداری گردد.

وقتی از اختلاط کامل در تراک میکسر استفاده می شود می توان از بچینگ خشک (بدون دیگ اختلاط) یا بچینگ تر (با دیگ اختلاط) بدون مخلوط کردن در دیگ اختلاط آن استفاده نمود و در زمان ساخت بتن صرفه جویی کرد به شرط آنکه زمان اختلاط را بتوان در زمان حمل و معطلی گنجاند.

**پرسش ۶-** در نظام فنی اجرایی یکسان سازی شده که در سازمان برنامه و بودجه مطرح است، جایگاه آبا و مقررات ملی در کجا قرار دارد؟ توضیح دهید.

**پاسخ ۶-** در نظام فنی اجرایی کشور که در سازمان برنامه و بودجه تدوین می شود سعی می گردد تا ضوابط مشخص و هماهنگی تهیه شود. بهر حال باید دانست که استانداردها در بالاترین مرتبه و درجه قرار دارند و مقررات ملی از آنها بهره می گیرد. مقررات ملی در هر کشوری در مرتبه و درجه حقوقی بالاتری نسبت به آئین نامه ها و دستورالعمل های فنی و اجرایی قرار دارد.

جایگاه مقررات ملی ساختمانی در کشورهای مختلف شبیه به قانون اساسی است که در آن کلیاتی مطرح می گردد که باید برای هر قسمت آن، قانونی در مجلس تصویب گردد. این قوانین مشابه آئین نامه ها هستند.

برای هر قانون که در مجلس تصویب می شود گاه اشاره به آئین نامه و دستورالعمل و بخشنامه هایی می شود که دستگاههای اجرایی (ریاست جمهوری، سازمان برنامه و بودجه، وزارت خانه ها و سازمانهای مستقل اجرایی) باید برای اجرای قانون به تصویب برسانند و اعلام نمایند. این ها مشابه دستورالعمل های فنی - اجرایی هستند که جایگاه آنها در کشور ما خالی است.

فرض کنید در مقررات ملی گفته شود برای ساخت بتن نیاز به طرح مخلوط وجود دارد. در آئین نامه چارچوب طرح مخلوط و نحوه تهیه و تصویب آن مشخص می شود و به یک روش خاص یا روشهای موجود طرح مخلوط بتن ارجاع داده می شود که می توان بطور کامل به طرح مخلوط پرداخت. بطور مثال اشاره می شود که می توانید از روش *ACI 211.1* روش ملی طرح مخلوط بتن (تهیه شده در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) یا روش *BRE* انگلیس یا روش آلمانی طرح مخلوط و غیره استفاده کنید. البته در خیلی موارد چنین دستورالعمل هایی در ایران وجود ندارد.

برای مثال وقتی شما از *ACI 318* یا *ACI 301* استفاده می کنید ممکن است شما را به نوشته های دیگر *ACI* مانند *ACI 305* (بتن ریزی در هوای گرم) یا *ACI 306* (بتن ریزی در هوای سرد) یا *ACI 308* (عمل آوری) یا *ACI 309* (تراکم بتن) یا *ACI 347* (قالب بندی) و .... برای توضیحات بیشتر ارجاع دهد.

در دوره جدید که مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، مسئولیت تدوین مقررات ملی را از طرف وزارت راه و شهرسازی داشته است و هم‌چنین مسئولیت تدوین آبا را از طرف سازمان برنامه و بودجه بعهد گرفته است تا حدود زیادی سعی شده که به یکسان سازی این موارد جامه عمل بپوشاند. درآبا سعی شده جای خالی برخی دستوراتالعمل‌ها در خود آئین نامه یا تفسیر آن پر شود و توضیحات مازاد بر یک آئین نامه، آورده شود.

**پرسش ۷-** در سطح استان خراسان شمالی، نظام مهندسی ساختمان، حداقل رده C25 را اجبار کرده است. در این حالت، قیمت بتن آماده بیشتر می‌شود و سازندگان ساختمان به سراغ خراطه کاران می‌روند؟ تکلیف چیست؟

**پاسخ ۷-** جای خوشوقتی دارد که در استان خراسان شمالی، همه دستگاهها با اتفاق نظر، تصمیم گرفته اند تا حداقل رده بتن مصرفی در سازه های بتن مسلح را از C20 به C25 برسانند و به این ترتیب بر کیفیت مقاومتی و دوام بتن‌ها بیفزایند.

بهتر است الزام شود که در مشخصات فنی پروژه‌ها نیز این موضوع قید شود و از ساخت بتن‌های با رده پائین‌تر برای اعضای بتن مسلح خودداری گردد. اما بهرحال لازم است در موارد خاصی اجازه استفاده از رده C20 برای شهرهای کوچک و روستاها داده شود.

بدیهی است بتن رده C25 دارای قیمتی فراتر از C20 خواهد بود و باید برای کارخانه‌های بتن آماده با آنالیز صحیح و مناسب، قیمت جدیدی را برای این رده یا رده‌های بالاتر تهیه نمود. همچنین لازم است از فروش بتن براساس عیار سیمان بجای رده به شدت جلوگیری کرد کما اینکه در ۶۰۴۴ جدید روش الف و ج وجود ندارد و تقریباً باید بتن براساس رده مقاومتی، تولید و فروخته شود (مگر در موارد خاص).

اگر برای کار با خراطه (بشرط مجاز بودن) احتیاج به نمونه برداری صحیح و کاملاً غیر گزینشی باشد بهرحال باید به این مقاومت برسد و عملاً قیمت بتن تفاوت چندانی با بتن آماده نخواهد داشت و انگیزه زیادی برای استفاده از آن با توجه به زحمات زیاد ساخت در اغلب کارگاه‌های ساختمانی و با توجه به کمبودها و غیره باقی نخواهد ماند.

بهرحال توصیه می‌شود در شهرهای بزرگ که دارای کارخانه بتن آماده هستند، استفاده از خراطه ممنوع گردد مگر اینکه رساندن بتن آماده به پای کار (در برخی بافت‌های قدیمی شهرها) امکان پذیر نباشد که البته در این مورد رساندن شن ماسه و سیمان و بردن خراطه نیز با مشکلات زیادی همراه خواهد بود.

**پرسش ۸-** چرا سیمانهای پرتلند تیپ ۵ (ضد سولفات) را نباید در بتن مسلح مصرف کرد؟

**پاسخ ۸-** متن این پرسش، صحیح نیست بلکه سیمانهای پرتلند نوع ۵ را نباید در بتن مسلح در مناطق خورنده کلریدی یا در آب دریا یا آبهای شور زیرزمینی و مشابه آن (پارکینگ‌های طبقاتی و ...) استفاده نمود. ممکن است مقصود پرسش کننده نیز همین بوده است.

وجود  $C_3A$  بیشتر در سیمانهای پرتلند، موجب می شود تا ترکیبی با حضور یون کلرید بوجود آید که نمک فریدل نام دارد. با مقید شدن یون کلرید در حین عبور از بتن (خمیر سیمان) سخت شده توسط این نمک، عملاً یون کلرید آزاد کمتر می شود و یون کلرید کمتری می تواند خود را به سطح میلگرد برساند و غلظت کلرید را در این سطح به حد بحرانی برای از بین بردن لایه انفعالی (محافظ) میلگرد افزایش دهد.

در سیمان پرتلند نوع ۵، حداکثر ۵ درصد  $C_3A$  مجاز است و بدین ترتیب ابتدا سیمان مناسبی برای مناطق خورنده کلریدی نیست و هر چه  $C_3A$  بیشتر باشد مناسب تر است. این یافته ها در دهه ۸۰ میلادی بدست آمده است. ممکن است گفته شود در آب دریای شور یا آبهای زیرزمینی، مقدار قابل توجهی یون سولفات وجود دارد و با بکارگیری چنین سیمانهایی با  $C_3A$  بالاتر، مشکل خرابی بتن در اثر حمله سولفاتها بوجود خواهد آمد. باید گفت در نیمه دوم دهه ۸۰ میلادی، برای دانشمندان بتن روشن شد که هر چند در حضور یون کلرید زیاد، جمله سولفاتی انجام و اترینگایت تشکیل می شود اما انبساط آن به مراتب کمتر از حالتی است که یون کلرید بتن کم می باشد. بنابراین خطر خرابی ناشی از حمله سولفاتی کم رنگ تر است. بدین دلیل سعی شود از سیمانهایی با  $C_3A$  کمتر از ۱۰ یا ۱۲ درصد استفاده شود. هم چنین بدلیل حضور یون کلرید و خوردگی میلگردها باید سعی شود سیمانهایی با  $C_3A$  بیشتر از ۶ درصد بکار رود. بدین ترتیب هر دو خواسته، برآورده می شود. پرواضح است در بتن های غیر مسلح می توان حتی در آب شور دریا یا آبهای زیرزمینی شور کماکان از سیمان پرتلند نوع ۵ استفاده نمود هر چند در این مورد نیز استفاده از سیمان پرتلند نوع ۲ در آبهای مزبور امکان پذیر است.

**پرسش ۹-** در برخی کارخانه های بتن آماده، علیرغم وجود شن نخودی در طرح مخلوط ارائه شده، عملاً برای بتن پمپی از شن نخودی استفاده نمی کنند؟ آیا این امر قابل قبول است؟ تکلیف چیست؟

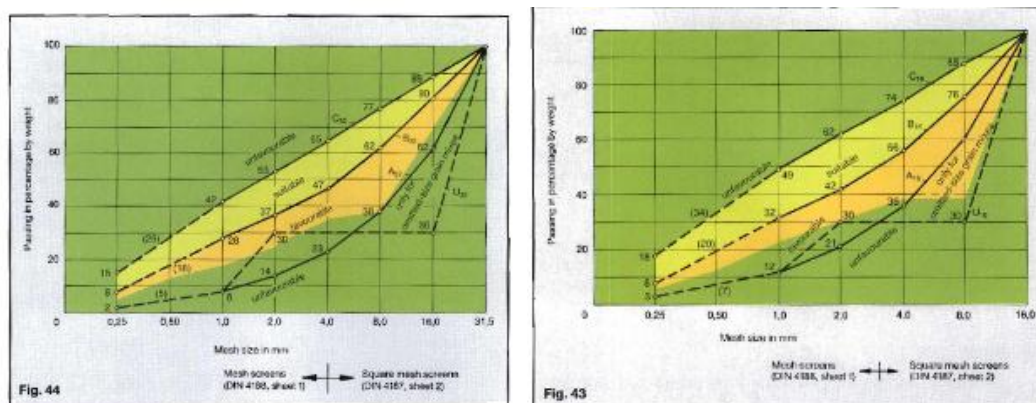
**پاسخ ۹-** اصولاً استفاده از طرح مخلوط تهیه شده در آزمایشگاه، در ساخت بتن در کارگاه ضروری است، وگرنه نوعی خلاف محسوب می شود.

در این پرسش اشاره شده است که کارخانه های تولید کننده بتن آماده معتقدند که نداشتن نخودی، کار پمپ کردن بتن را تسهیل می کند و فشار کمتری به پمپ وارد می شود. این حرف درست است و منشا آن نیز بنده هستم که حدود پانزده سال پیش در آموزشهای خود در کلاس ها و دوره های مختلف تاکید کرده ام، حذف یا کاهش ذرات  $9/5 - 4/75$  میلی متر می تواند عمل پمپ کردن بتن را آسان تر کند و صدای زوزه پمپ را تخفیف دهد. بهرحال باید طرح مخلوط بتن نیز براین اساس تهیه شود و در اختیار خریدار قرار گیرد.

در منابع امریکایی و انگلیسی کمتر بدین موضوع پرداخته شده است و همواره بر پیوستگی کامل دانه بندی مخلوط سنگدانه بتن دیده می شود. در حالی که در برخی منابع تخصصی مرتبط با پمپ بتن، توصیه به نوعی دانه بندی نسبتاً ناپیوسته یا حتی کاملاً ناپیوسته شده است. در



مهمترین منبع موجود که دستورالعمل یا راهنمای پمپ شرکت *Schwing* آلمان می باشد محدوده مناسب دانه بندی برای پمپ کردن بتن به شکل زیر ارائه شده است (برای حداکثر اندازه ۱۶ و ۳۲ میلی متر)



### شکل‌های دانه بندی شوئینگ

همانگونه که در شکل‌های مزبور دیده می شود همواره در محدوده اندازه های ۴ تا ۸ میلی متر اجازه ایجاد نقص در دانه بندی داده شده یا توصیه شده است. از آنجا که این الکها در ایران استفاده نمی شود ما آن را به  $4/75$  تا  $9/5$  تغییر داده ایم و مقصود نخودی در این جا چنین اندازه هایی است.

در کتاب ویژگی ها (خواص) بتن (ترجمه دکتر فامیلی) یا همان کتاب *Properties of Concrete* آقای نویل (Neville) نیز به این مطلب اشاره کمرنگی شده است و گفته شده که خطر جداشدگی در این حالت بیشتر می شود و حرف صحیحی است. لذا باید در اجرا به این نکته توجه کرد که بتن ریزی باید با دقت تمام و با پرهیز از روشهایی که موجب جداشدگی می شوند انجام شود. بهر حال حرکت بتن با وجود ذرات میانی کمتر، راحت تر می شود و پمپاژ ساده تر خواهد بود و طول پمپ کردن می تواند افزایش یابد.

**پرسش ۱۰-** همانطور که می دانیم ، مقاومت فشاری بتن برای آزمون‌های عمل آوری شده در شرایط استاندارد و تهیه شده طبق یک دستور خاص بدست می آید. بنابراین تکلیف مقاومت بتن درون سازه چیست؟ آیا بنظر شما این امر دارای اشکال نیست؟

**پاسخ ۱۰-** همانگونه که به درستی فرموده اید ، مقاومت فشاری بدست آمده از آزمون‌های تهیه و عمل آوری شده در شرایط استاندارد که براساس دستور خاصی نمونه برداری ، قالب گیری و نگهداری شده اند بیانگر کیفیت بتن سخت شده درون عضوهای یک سازه نیستند بلکه صرفاً کیفیت بتن قبل از ریخته شدن در قطعه یا عضو را به ما نشان می دهند تا انطباق با رده امکان پذیر شود و یا به بررسی بتن کم مقاومت پرداخته شود.

در همه آئین نامه ها، دستورهای حاوی باید و نباید برای ریختن بتن در قطعه، تراکم، پرداخت و عمل آوری و حتی قالب بندی و قالب برداری و غیره ارائه می شود تا در کنار تامین کیفیت بتن تازه و سخت شده عملاً کیفیت مناسبی برای بتن سخت شده درون عضو بدست آید. در واقع نتایج مقاومتی حاصله از نمونه های تهیه و عمل آوری شده در شرایط استاندارد، پتانسیل مقاومت بتن را به نمایش می گذارد نه مقاومت موجود بتن درون عضو را !!

همه دستورهایی که بدان اشاره شد در پی آنست که مقاومت واقعی بتن درون عضو را نیز به مقاومت پتانسیل آن نزدیک کند. اما همگی می دانند که در این عملیات بواسطه کاستی های خاص اجرایی، ممکن است نتوان به مقاومت پتانسیل دست یافت و در بیشتر آئین نامه های طراحی کاستی متوسط ۱۵ درصدی را طبیعی قلمداد می کنند. بنابراین وقتی به سراغ مغزه گیری می رویم میانگین مقاومت سه مغزه باید از ۸۵ درصد مقاومت مشخصه کمتر نباشد و ضمناً هیچیک از مقاومت های مغزه نباید ۷۵ درصد مقاومت مشخصه بتن کمتر باشد. البته مجوز این کاستی ها ممکن است تا حدودی مربوط به عمل مغزه گیری نیز باشد و یا تحت تاثیر جهت بتن ریزی و جهت مغزه گیری و یا موقعیت مغزه در عضو مربوطه قرار گیرد.

باید گفت حتی قراردادن آزمون های آگاهی نمی تواند دقیقاً کیفیت بتن درون قطعه را به نمایش گذارد زیرا تهیه این آزمون ها با شرایط بتن ریزی و تراکم قطعه متفاوت است، هر چند ممکن است عمل آوری آن یکسان باشد. هم چنین شرایط ابعادی عضو و آزمون آگاهی نیز می تواند بر مقاومت این بتن ها اثر گذار باشد. گاه از تهیه آزمون های در محل طبق استاندارد *ASTM C873* و معادل ایرانی آن به شماره ۸۹۸۵ نیز می توان استفاده کرد که در ایران عملاً مهجور می باشد، اما می تواند شرایط ریختن و تراکم را همراه با عمل آوری و حتی پرداخت سطح بتن به نمایش در آورد.

**پرسش ۱۱-** چرا برخی مقاومت های ۷ روزه به مقاومت ۲۸ روزه آنها نزدیک است؟ آیا این امر دارای اشکال است؟ برخی معتقدند که این یک ایراد مرتبط با سیمان است. هم چنین در مبحث نهم مقررات ملی سال ۹۲ نسبت هایی برای مقاومت ۷ به ۲۸ روزه وجود دارد که در عمل در بتن های موجود در سطح استان و هم چنین در اغلب سیمانهای مصرفی بویژه سیمان بجنورد (نوع ۲ یا ۵ و غیره) دیده نمی شود که به نوعی نقیصه این بتن ها و سیمان های مصرفی تلقی می شود. بنظر شما در این مورد چه باید کرد؟

**پاسخ ۱۱-** دلیل نزدیکی زیاد مقاومت های ۷ روزه بتن به مقاومت ۲۸ روزه آنها می تواند به واسطه عوامل زیر باشد:

**الف:** کیفیت سیمان اعم از ریزی و میزان  $C_3S$  و  $C_3A$  زیاد آن

ب: نسب آب به سیمان کم و بویژه در بتن های پرمقاومت و پردوام

پ: داشتن عیار سیمان زیاد

ت: وجود برخی مواد افزودنی زود سخت کننده یا مواد افزودنی فوق روان کننده مانند پلی کربوکسیلاتها

ث: دمای زیاد بتن در هنگام بتن ریزی بویژه در شرایط هوای گرم

ج: دمای زیاد عمل آوری بویژه در عمل آوری تسریع شده

چ: داغ بودن سیمان مصرفی

اصولاً نزدیکی مقاومت ۷ روزه به ۲۸ روزه در شرایط عمل آوری استاندارد یک اشکال جدی نیست و البته ممکن است مربوط به سیمان مصرفی باشد که بازهم مشکلی ندارد.

در استاندارد سیمانهای پرتلند و آمیخته به حداقل مقاومت های ۱، ۲، ۳ و ۷ و ۲۸ روزه (حسب مورد در استاندارد مربوطه یا حسب مورد نوع سیمان) اشاره شده است و صرفاً در مورد سیمان رده ۴۲۵ و ۳۲۵ به حداکثر مقاومت ۲۸ روزه پرداخته است. حتی در مورد مقاومت های سنین دیگر، حداکثری دیده نمی شود.

بنابراین نمی توان انتظار داشت که در سیمانهای تولیدی کشور، نسبت های قید شده در یک جدول خاص در مقررات ملی سال ۹۲ (مربوط به بتن) برای نسبت مقاومت های ملات استاندارد نیز برقرار باشد.

بارها در مورد جدول مزبور در مقررات ملی سال ۹۲ (در این پرسش و پاسخ ها) تحت شماره ۹-۱۰-۲۴ در بند ۹-۱۰-۱۱ بحث کرده ایم که اصولاً با نظر ناظر برای تبدیل مقاومت سنین مختلف قابل استفاده تلقی شده است و الزامی برای بکارگیری آن وجود ندارد. بنابراین نمی تواند مبنای مشکوک بودن بتن یا ایراد داشتن سیمان تلقی شود!!

ضمناً اصولاً این جدول برگرفته از یک تحقیق در دهه ۵۰ میلادی در امریکاست و برای سیمانهای پرتلند تولیدی امریکا با عیار ۳۳۵ کیلو و هم چنین نسبت آب به سیمان ۰/۴۹ بدست آمده است. در سالهای دهه ۹۰ میلادی *PCA* منحنی های دیگری را بطور متوسط با ذکر منحنی حداقل و حداکثر ارائه داده است که مربوط به سیمانهای تولیدی دهه ۹۰ امریکا می باشد و تفاوت فاحشی با تحقیقات دهه ۵۰ دارد. ضمناً جدول مزبور از یک سری منحنی استخراج شده که آنها نیز متوسط نسبت مقاومت ها در سنین مختلف بوده اند و صرفاً یک گزارش تلقی می شود و باید های خاصی از آن بدست نمی آید که بتوان آن را در مقررات ملی یک کشور درج نمود!!

امروزه سیمانها با  $C_{3}S$  به مراتب بالاتری ساخته می شود و طبیعتاً نسبت مقاومت ۷ به ۲۸ روزه ملات استاندارد آنها و در پی آن مقاومت بتن ساخته شده با آن نیز بیشتر از سابق می باشد.

سیمان بجنورد از سیمانهای خوش کیفیت کشور است و علی القاعده از این نظر ایرادی به آن وارد نیست و طرح این موضوعات نشانه دانش کم در مورد سیمان و بتن است.

**پرسش ۱۲-** آیا برای استفاده از آب شست و شوی دیگ تراک میکسر به عنوان آب اختلاط بتن در کارخانه بتن آماده راه حلی وجود دارد؟ توضیح دهید.

**پاسخ ۱۲-** در گذشته استفاده از آب و شن و ماسه بتن های برگشتی یا مربوط به شستشوی دیگ تراک میکسر اجازه داده نمی شد. حفظ محیط زیست و موضوع توسعه پایدار این رویه را در کشورهای مختلف و آئین نامه ها و استانداردها تغییر داده است و سعی می شود تا حد امکان از این ضایعات با فرآوری مناسب به نحو مطلوبی در کارخانه های بتن آماده استفاده گردد.

بهر حال در کشوری خشک مانند کشور ما باید سعی گردد از قطره قطره آب ها استفاده شود، اما نباید کیفیت بتن را به خطر بیندازد. بنابراین اجازه داده می شود که در ساخت بتن حتی صرفاً از این آب های بازیافتی تحت شرایطی استفاده گردد. اغلب سعی می شود تا آب بازیافتی به حدی بکار رود که در مجموع، آب ساخت بتن در محدوده قابل قبول باشد.

در مورد شن و ماسه نیز کارخانه بتن نباید در یک نوبت ساخت، صرفاً از شن و ماسه فرآوری شده (تفکیک شده یا تفکیک نشده) استفاده نماید. در این مورد حداکثر سهم جایگزینی شن و ماسه در مخلوط سنگدانه مشخص می شود. برای مثال در آئین نامه جدید بتن (در حال انتشار) بسته به اینکه شن و ماسه، تفکیک شده یا نشده باشد، سهم حداکثر آنها در مخلوط سنگدانه بتن ارائه و مشخص شده است.

**پرسش ۱۳-** آیا دانه بندی ماسه حتماً باید در محدوده مشخص شده در استاندارد باشد؟ برای شن چطور؟ در واحد تولیدی ما دانه بندی های شن و ماسه بطور جداگانه در محدوده نیست اما بتن های ما از نظر مقاومتی جواب می دهد (انطباق با رده دارد). بنظر شما تکلیف چیست؟

**پاسخ ۱۳-** در استاندارد ۳۰۲ و هم چنین *ASTM C33* گفته شده است که اگر ماسه ای با دانه بندی خارج از محدوده این استانداردها داشته باشیم که بطور معمول در منطقه خاص بکار رود یا منطبق بر استانداردها مشخصات فنی سایر مراجع باشد و بتوان بتنی با خواص مورد نظر را ساخت، مصرف آن مانعی ندارد.

در مورد شن خوشبختانه محدوده های متعددی وجود دارد که معمولاً می توان انطباق را داشت. بهر حال در صورت عدم انطباق شن و ماسه با دانه بندی استاندارد، نمی توان آنها را استاندارد تلقی کرد اما اجازه داده می شود تا با آنها و تعیین سهم مناسب و بدست آوردن مخلوط مطلوب، بتن مورد نظر را ساخت.

مسلماً همانطور که فرموده اید ساخت بتن مورد نظر امکان پذیر است، اما باید دانست صرفاً دستیابی به مقاومت، کافی نیست و بتن باید کارایی لازم را داشته باشد و دارای استعداد جداسدگی و آب انداختن زیاد نباشد. هم چنین بویژه در بتن های پمپی باید به خوبی قابل پمپ کردن در مسافت ها و ارتفاع های مورد نظر باشد.

**پرسش ۱۴-** اگر ماسه شسته طبیعی دارای بافت دانه بندی درشت باشد و بخواهیم در هر صورت از این ماسه که با حجم زیادی موجود است استفاده کنیم، چگونه باید دانه بندی آن را محدود تعریف شده در استاندارد قرار دهیم؟ آیا می توان از ماسه بادی و مقدار زیادی فیلر (پرکننده) برای این منظور استفاده کرد؟

**پاسخ ۱۴-** چنانچه هر ماسه ای اعم از شسته طبیعی یا شکسته دارای بافت دانه بندی درشت (اعم از اینکه در محدوده استاندارد باشد یا نباشد) بنظر رسد و نتواند اهداف ما در ساخت بتن با کارایی مناسب و قابلیت پمپ شدن را تامین کند، می توان با افزودن یک ماسه ریزتر یا ماسه بادی و یا مقدار کافی از یک فیلر (پرکننده) آن را درون محدوده استاندارد قرار داد و یا دانه بندی آن را بشکل مطلوب در آورد.

در *ACI304.2R* که برای بتن پمپی تدوین شده است در ارتباط با تعیین نسبت های مخلوط (طرح مخلوط) و در بخش ماسه، قید شده است که می توان به کمک ماسه ریز با فیلر، می توان آن را به شکل مطلوب در آورد تا مناسب بتن پمپی شود.

**پرسش ۱۵-** آیا وزن مخصوص بتن های رده *C70* یا بالاتر مانند رده های مقاومتی پائین تر است؟ وزن مخصوص بتن تازه چگونه باید در طرح مخلوط آن منظور گردد؟ ما برای بتن های رده *C20* عملاً وزن مخصوص بتن را  $2350$  کیلوگرم بر متر مکعب در نظر می گیریم. تکلیف ما در مورد سایر رده ها چگونه است؟ در مورد بتن سخت شده، وزن مخصوص بتن باید چقدر باشد؟

برای رده *C20* از  $350$  کیلو سیمان،  $1200$  کیلو ماسه،  $600$  کیلو شن و حدود  $140$  کیلو آب استفاده می کنیم که تقریباً حدود  $2350$  کیلوگرم در متر مکعب می شود. نظر شما در این مورد چیست؟

**پاسخ ۱۵-** در روش طرح مخلوط بتن براساس *ACI 211.1*، دو رویه را در نظر گرفته است. در یک حالت باید وزن مخصوص بتن تازه متراکم با درصد هوای مفروض طبق جدول تخمین زده شود و سپس اصلاحاتی براساس روانی بتن و مقدار آب به سیمان و هم چنین چگالی متوسط سنگدانه های مصرفی بر روی این وزن مخصوص صورت گیرد. سپس از آنجا که قبلاً مقدار آب و سیمان و شن *SSD* بدست آمده است، با کسر کردن این مقادیر از وزن مخصوص بتن مزبور، مقدار ماسه *SSD* محاسبه می گردد.

الزاماً و اصولاً برای بتن رده C20 نمی توان وزن مخصوص  $2350 \text{ Kg/m}^3$  را در نظر گرفت. وزن مخصوص بتن عمدتاً به عوامل زیر ارتباط دارد.

الف : نسبت آب به سیمان یا مواد سیمانی

ب : مقدار آب

پ : مقدار سیمان

ت : چگالی ذرات سیمان و مواد جایگزین سیمان

ث : چگالی ذرات شن و ماسه

ج : مقدار هوای بتن اعم از غیر عمدی و عمدی (ناخواسته و خواسته)

بنابراین دیده می شود که یک عدد ثابت نمی تواند به عنوان وزن مخصوص بتن حتی برای یک رده خاص بکار رود. در روش طرح ملی مخلوط بتن به کمک رابطه حجم مطلق ، مقادیر سنگدانه پس از تخمین مقادیر آب و سیمان بدست می آید و سپس وزن مخصوص بتن تازه با فرض هوای بتن، قابل محاسبه است که روشی صحیح تر و منطقی تر است.

بنابراین پرسش شما از اساس دارای مشکل است و جواب خاصی نمی توان به آن داد.

برای رده C20 الزاماً مقادیر ذکر شده نمی تواند صحیح باشد. برای رده های دیگر باید پس از طرح مخلوط بتن، مقدار وزن مخصوص بتن را بدست آورد مگر اینکه از روش طرح مخلوط ACI بصورت کامل و صحیح استفاده گردد.

در روش طرح مخلوط ACI 211.1 در جدول پیوست متریک A1.5.3.7.1 و در متن اصلی در جدول 6.3.7.1 برای حداکثر اندازه های مختلف تخمینی اولیه از وزن مخصوص بتن تازه با فرض های خاصی آورده شده است.

درصد هوای بتن مربوط به جدول A1.5.3.3 یا 6.3.3 می باشد. در زیرنویس جدول A1.5.3.7.1 ذکر شده است که این اعداد وزن مخصوص، برای بتنی با عیار سیمان  $\text{Kg/m}^3$  ۳۳۰ و اسلامپ متوسط (مقصود ۷۵ تا ۱۰۰ میلی متر) و چگالی SSD سنگدانه ۲/۷۰ داده شده است. آب متناظر با این جدول مربوط به اسلامپ ۷۵ تا ۱۰۰ میلی متر مندرج در جدول A1.5.3.3 می باشد. بنابراین با توجه به هر ۵ کیلو اختلاف در مقدار آب نسبت به جدول آب، باید وزن مخصوص را به مقدار ۸ کیلوگرم در متر مکعب در جهت مخالف تغییر داد. هم چنین برای هر ۲۰ کیلو تغییر در مقدار سیمان نسبت به ۳۳۰ کیلو سیمان، باید  $3 \text{ Kg/m}^3$ ، وزن مخصوص را در جهت موافق (همان جهت) اصلاح نمایید و در نهایت به دلیل هر تغییر ۰/۱ در چگالی متوسط اشباع با سطح خشک سنگدانه ها نسبت به ۲/۷۰، باید وزن مخصوص بتن مندرج در جدول به مقدار  $60 \text{ Kg/m}^3$  در همان جهت (جهت موافق) تصحیح کنید (یعنی ۶ کیلوگرم بر متر مکعب به ازای هر ۱۰/۰ تغییر در چگالی سنگدانه) بنابراین مشاهده می فرمایید که ابداً یک وزن مخصوص

ثابت و لاتغیر برای هر بتنی وجود ندارد و این وزن مخصوص رابطه مستقیم و کاملاً مشخصی با رده بتن ندارد بلکه براساس رده بتن و نسبت آب به سیمان متناظر با آن و مقدار آب و سیمان حاصله، تغییرات خاصی اعمال می‌گردد. بهر حال *ACI* از برخی پارامترهای موثر بر وزن مخصوص بتن صرفنظر کرده است و در عوض آن را به حداکثر اندازه سنگدانه وابسته دانسته است!

علیرغم این پیچیدگی، در بطن این توضیحات، اشکالاتی وجود دارد که مهمترین آنها عدم توانایی در محاسبه چگالی متوسط سنگدانه های *SSD* است زیرا وقتی هنوز ماسه را از طریق وزن مخصوص بتن محاسبه نکرده ایم، نمی‌توانیم سهم ماسه را داشته باشیم و چگونه می‌توان متوسط چگالی می‌توان متوسط چگالی سنگدانه های ریز و درشت را محاسبه نمود! بنابراین به نظر می‌رسد در روش *ACI* نیز بهتر است از رابطه حجم مطلق برای یافتن آخرین مجهول (یعنی ماسه) نیز استفاده کنیم.

لازم به ذکر است که پس از همه این محاسبات، طرح مخلوط اولیه (*Initial Mix<sup>Design</sup>*) بدست می‌آید و لازم است تا در آزمایشگاه و با دقت تمام و آشنائی با آب کل، آب آزاد و آب مصرفی و رطوبت سنجی سنگدانه‌ها، مقادیر آب مصرفی و شن و ماسه های مرطوب مصرفی را محاسبه نمائیم و مخلوط آزمایشی یا مخلوط آزمون (آزمون و خطا) یا همان *Trial Mix* را بسازیم و با توجه به فاصله ویژگی های مخلوط آزمون با خواسته های اولیه بتن، مقادیر اجزای بتن را اصلاح یا تصحیح کنیم (*Mix Adjustment*) و در نهایت طرح مخلوط نهایی را بدست آوریم (*Final Mix Design*) توصیه می‌شود بجای استفاده از روش *ACI*، از روش ملی طرح مخلوط بهره بگیرید که البته پس از محاسبه طرح مخلوط اولیه، سایر مراحل را عیناً مانند هر روش دیگری به دنبال دارد.

پرسش جنابعالی از عدم اطلاع از روند طرح مخلوط نشات می‌گیرد که با مطالعه جدی، برطرف خواهد شد و مطمئن هستیم که اعدادی که ذکر فرموده اید بر این اساس بدست نیامده است. زیرا اصولاً نفرموده اید که مقادیر سنگدانه، مقادیر کاملاً خشک یا *SSD* هستند و یا اصولاً موضوع رطوبت آنها در این اعداد منظور شده است یا خیر؟ هم چنین روشن نیست که مقدار آب ذکر شده، آب مصرفی است یا آب آزاد یا آب کل، مسلم است که اگر این آب (۱۴۰ کیلو)، آب آزاد باشد، نسبت آب به سیمان شما ۰/۴ خواهد شد و مقاومت های طرح شما بیش از  $350 \text{ Kg/cm}^2$  استوانه ای (در حدود رده *C30*) و بیش از  $400 \text{ Kg/cm}^2$  مکعبی خواهد شد و در حالی که چنین نیست و احتمالاً مقدار آب مصرفی مد نظر شما بوده است.

محسن تدین



















