

## همایش کارخانه سیمان غرب- بتن ریزی در هوای گرم و مشکلات بتن آماده در کرمانشاه بخش اول مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۰۸

س ۱- چرا در استان کرمانشاه معادن شن و ماسه طبقه بندی نشده اند و این برای کارخانه های بتن آماده مشکل ایجاد کرده است؟

ج ۱- اگر مقصود استاندارد بودن است که سازمان استاندارد موظف به دادن پروانه مواد استاندارد است و بسته به تقاضای معدن، پروانه استاندارد ماسه ملات یا شن و ماسه بتن یا مصالح راهسازی را صادر می کند. بهرحال کارخانه بتن آماده موظف است از معدن دارای پروانه استاندارد، شن و ماسه منطبق با استاندارد را خریداری کند و در بتن آماده استاندارد مصرف نماید. سازمان استاندارد نیز باید کنترل کند تا کارخانه بتن آماده از چنین مصالحی استفاده نماید. تذکر انجمن بتن به سازمان استاندارد آنست که از کارخانه بتن آماده درخواست ارائه فاکتور خرید شن و ماسه معادل تولید بتن آماده را مطرح کند و کارخانه صرفاً با خرید چند کامیون شن و ماسه استاندارد، خرید اصلی را از معدن غیراستاندارد انجام ندهد. به هرحال در سایر استانها نیز معادن شن و ماسه دارای طبقه بندی نیستند ولی پروانه استاندارد دارند.

س ۲- در استان کرمانشاه، مهندسين مایلند از بتن آماده ای استفاده نمایند که مقاومت ۷ روزه آن مساوی یا بیش از مقاومت مشخصه ۲۸ روزه فشاری آن باشد. این یک مشکل بزرگ را ایجاد کرده است چه باید کرد؟

ج ۲- با هماهنگی با سازمان نظام مهندسی استان باید مهندسين را با این مسئله آشنا نمود و بهر حال مبحث نهم مقررات ملی بصورت واضح دستیابی به مقاومت مشخصه را در سن ۲۸ روز مطرح کرده است و نیازی به این سخت گیری وجود ندارد. شاید مهندسين برای راحتی خیال خود و ادامه کار ساختمان مایل به این هستند که توصیه می شود از این امر دست بردارند و کار را در سطح شهر کرمانشاه مشکل نکنند. رقابت کارخانجات بتن آماده و در نهایت رقابت کارخانه های سیمان استان در تولید بتن آماده ای که مقاومت ۲۸ روزه را در سن ۷ روزه برآورده کند و هم چنین بالاتر بردن مقاومت سیمانهای تولیدی، عاقبت خوبی را ندارد. لازم به ذکر است طبق استاندارد ۶۰۴۴ نیز دستیابی به مقاومت ۲۸ روزه مطرح می باشد.

بنظر می رسد اگر چنین توانایی هایی وجود دارد، رده های مقاومتی را در پروژه های مختلف استان بالاتر برسد و کیفیت بتن را بهبود بخشید و ابعاد قطعات بتنی و مصرف میلگرد را در بسیاری از اعضای ساختمانی کاهش دهید که امری مطلوب است و مسابقه در آن فعلاً می تواند مفید باشد.

### س ۳- شن و ماسه های خوبی در استان کرمانشاه وجود ندارد و مشکل بزرگی برای تولید بتن آماده مناسب و پمپی ایجاد کرده است چه باید کرد؟

ج ۳- این امر یک مشکل بزرگ در ایران و در تمام دنیاست، برداشت از مصالح رودخانه ای عملاً در بخش اعظم ایران و جهان ممنوع شده است و به مرور بر این ممنوعیت افزوده می شود. بدین ترتیب همه مجبور به استفاده از مخلوط های کوهی و یا کندن و انفجار کوهها شده اند و بدین ترتیب سنگدانه های صددرصد شکسته در دسترس قرار گرفته اند. از اواخر قرن گذشته میلادی با بروز این مشکل در امریکا، پژوهش های وسیعی در برخی دانشگاهها به سفارش انجمن های سنگدانه و بتن آماده شکل گرفته است. موسسه بین المللی پژوهش های سنگدانه *ICAR* (*International Center of Aggregate Research*) از این تحقیقات در دانشگاه آستین تکراس با هدایت پروفیسور *Fowler* و دیگران بهره مند شده است و چندین گزارش را در این زمینه بویژه ذرات ریزتر از الک شماره ۲۰۰ در مورد ماسه های شکسته منتشر کرده است. این گزارشها بیش از ۱۰ مورد می باشد. اعتقاد بر این استوار شده است که ذرات ریز موجود در این سنگدانهها میتواند کمک موثری برای بهبود کارایی بویژه پمپ پذیری بتن ها باشد و حذف آنها ابدأ توصیه نمی شود. این پژوهش ها موجب شد که *ASTMC33* در سال ۲۰۱۱، این ذرات گذشته از الک ۷۵ میکرون را به عنوان مواد زیان آور مطرح نکند و راه را برای افزایش آنها در ماسه های شکسته کوهی بازتر نماید.

در این رابطه چند توصیه ویژه را برای استان کرمانشاه و بسیاری از استانهای مشابه داده می شود. اول اینکه درصد ذرات گذشته از الک ۲۰۰ را در ماسه های شکسته کوهی به نزدیک ۷ درصد برسانید هرچند *ICAR* معتقد است که می توان این را به حدود ۱۸ تا ۲۰ درصد هم رسانید. شستشوی ماسه های شکسته کوهی کاری غلط و پرهزینه است و از آن پرهیز نمائید. در صورتی که پودرسنگ موجود خیلی زیاد است همچون کارخانجات آسفالت، به کمک مکش، پودر اضافی را حذف کنید. امروزه کمبود آب یک معضل جدی محسوب می شود و با استفاده از آب برای شستن سنگدانه های کوهی به این امر دامن نزنید. استفاده از دستگاههای فیلترگیر به این منظور توصیه می شود.

دوم اینکه برای بهبود عمل پمپ کردن طبق توصیه *ACI304.2R*، درصد گذشته از الک شماره ۵۰ (۳۰۰ میکرون) در ماسه ها را در محدوده ۳۰-۱۵ درصد قرار دهید (برای ماسه شکسته بهتر است این مقدار بیش از ۲۰ درصد باشد) هم چنین درصد گذشته از الک شماره ۱۰۰ (۱۵۰ میکرون) را در محدوده ۱۰-۵ درصد قرار دهید و (توصیه می شود برای ماسه شکسته این مقدار بیش از ۷ درصد باشد). حذف این ذرات ابدأ به صلاح نیست و عمل پمپ کردن بتن را با مشکل مواجه می سازد.

سوم اینکه از یک روان کننده لیگنو سولفوناتی برای بهبود عمل پمپ کردن استفاده نمائید. حتی زمانی که نسبت آب به سیمان کمتر از ۴۵٪ می باشد و نیاز به فوق روان کننده وجود دارد نیز برای بهتر پمپ شدن بتن از روان کننده معمولی لیگنوسولفوناتی استفاده نمائید. لازم به ذکر است که فوق روان کننده پلی کربوکسیلاتی که امروزه مصرف آن بسیار شایع است و قدرت زیادی در روان کردن بتن دارد چندان کمکی به بهبود پمپ کردن نمی کند و بتن را کمی خشن می نماید و افزایش مصرف آن نیز ممکن است به جداسدگی و آب انداختن بتن منجر شود و اثر ناجوری بر پمپ کردن بتن بگذارد.

چهارم اینکه در صورتی که ماسه بتن فاقد ذرات ریز کافی باشد از یک ماسه بادی یا فیلرهای حذف شده از سنگدانه ها استفاده کنید. مسلماً در بتن های خودتراکم به این ذرات نیاز بیشتری وجود دارد اما در بتن های عادی نیز برای بهبود پمپ کردن، از این ذرات بهره ببرید.

پنجم اینکه توجه نمایید در صورت وجود پودر سنگ در ماسه شکسته، روانی بتن کمتر می شود اما در پمپ کردن بهبود حاصل می گردد. برای مثال ممکن است اسلامپ بتن کم گردد اما مشکل خاصی برای پمپ شدن وجود نخواهد داشت!

ششم اینکه بهتر است ذرات ۴/۷۵ تا ۹/۵ میلی متر برای بهتر پمپ شدن بتن تا حد اینکه منحنی دانه بندی بصورت تقریباً گسسته درآید کاهش یابد به حدی که امکان جداسدگی بوجود نیاید.

**س ۴- در صورتی که نتیجه مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن آماده حاکی از برآورده شدن مقاومت مشخصه باشد آیا برای دادن پروانه استاندارد کافی است؟**

ج ۴- بدیهی است یکی از شروط برخورداری از پروانه استاندارد، انطباق بر رده مورد نظر در طی مدت طولانی در طول سال است اما این شرط لازم است و کافی نمی باشد. استفاده از مصالح مصرفی استاندارد در طول ساخت بتن، داشتن شناسنامه و برگ اطلاعات لازم، داشتن روانی منطبق بر سفارش، داشتن دمایی که خارج از محدوده حداقل و حداکثر مجاز نباشد و برخورداری از امکانات آزمایشگاهی و مستندات لازم از جمله مواردی که باید طبق استاندارد ۶۰۴۴ برآورده شود.

بنابراین سازمان استاندارد برای دادن پروانه استاندارد سالانه، مسئولیتی سنگین و همراه با نظارت مداوم را دارد که در استاندارد ۶۰۴۴ بعهده این سازمان گذاشته شده است.

یکی از مواردی که غالباً رعایت نمی شود تخطی از دمای حداکثر در روزهای گرم سال است اینجانب ادعای سازمان استاندارد تهران و سایر شهرها را برای کنترل دمای بتن ابداً قبول ندارم زیرا به وفور این تخطی مشاهده می شود و اغلب کارخانه های بتن آماده نیز امکانات لازم برای تامین و رعایت این مورد را در اختیار ندارند و بدیهی است از دمای حداکثر در اکثر ساعات روز و حتی شب عبور می کنند.

**س ۵- دمای زیاد بتن در هنگام ریختن بتن در قطعه یا قالب چه مشکل یا مشکلاتی را بوجود می آورد و علت این محدودیت دما چیست؟**

ج- لازم به ذکر است که در اروپا محدودیت حداکثر دمای بتن ۳۰ درجه سلسیوس و در امریکا ۳۲ درجه سلسیوس می باشد بنابراین یک توافق کامل در این زمینه وجود ندارد. جالب است بدانیم که در آلمان قبل از اینکه آئین نامه های اروپایی بوجود آید این محدودیت ۲۸ درجه سلسیوس بوده است.

مطالعاتی که از دهه ۵۰ میلادی در اروپا و امریکا شکل گرفت نشان داد که هر چه دمای بتن در هنگام ریختن آن در قالب بیشتر شود با وجود افزایش شدید مقاومت آن در کوتاه مدت (۱ تا ۷ روز)، مقاومت میان مدت و درازمدت آن (۲۸ تا ۹۱ روزه) با رشد مناسبی همراه نخواهد بود. پژوهش های مختلف در این زمینه باعث شد تا در دهه های بعدی محدودیت هایی در آئین نامه های اروپایی و امریکا وضع شود.

مشکلات دمای زیاد فقط به مسائل مقاومتی محدود نمی شود. مشکلاتی در ارتباط با تغییر شدید کارایی بتن تازه، کاهش زمان گیرش، سختی بیشتر برای پمپ کردن علاقه بیشتر برای افزایش آب به بتنی که دچار کاهش اسلامپ شده است و ایجاد درز سرد در هنگام بتن ریزی از جمله آنها در بتن تازه می باشد. در بتن سخت شده نیز عوارضی دیده شد که می توان به نمای ضعیف تر، نفوذ پذیری بیشتر در برابر آب و یون کلرید و سایر مواد زیان آور، کاهش چسبندگی بتن به میلگردها، کاهش دوام بتن در برابر چرخه های یخ زدن و آب شدن، کاهش دوام در برابر حمله سولفاتها، افزایش شدت خوردگی و کاهش مقاومت الکتریکی درازمدت بتن، کاهش زمان شروع

خوردگی میلگردها و کاهش یون کلرید متناظر با آستانه خوردگی میلگردها علاوه بر کاهش سقف مقاومتی بتن و کاهش رشد مقاومتی میان مدت و دراز مدت بتن اشاره نمود. دانشمندان دلیل بروز چنین مشکلاتی را در ایجاد ساختار اولیه ضعیف و متخلخل خمیر سیمان و تداوم آن در پیشرفت هیدراته شدن سیمان یافتند و مشاهدات میکروسکوپی در کنار نتایج آزمایشهای ماکروسکوپی تأیید این یافته ها به حساب می آید. اگر این دمای اولیه بتن همراه با دمای عمل آوری زیاد اولیه نیز باشد مشکلات بیشتری را برای بتن سخت شده به همراه خواهد داشت. کارخانه های بتن آماده باید بدانند که وقتی دمای بتن زیاد باشد و دمای هوا نیز بطور معمول گرم باشد، افت اسلامپ بتن آنها به شدت افزایش می یابد و کار بتن ریزی را دشوار می کند و افزودن آب نیز به کاهش کیفیت بتن کمک می نماید.

### س ۶- دمای بتن در هنگام ساخت باید چقدر باشد تا دمای بتن در پای کار از ۳۲ درجه تجاوز نکند؟ آیا رابطه خاصی برای آن وجود دارد؟

ج ۶- مسلماً دمای بتن تولیدی در کارخانه بتن آماده در روزهای گرم سال باید چند درجه کمتر از ۳۲ درجه سلسیوس باشد، زیرا در طی مدت حمل، تابش آفتاب و گرمای هوای مجاور دیگ تراک میکسر یکی از عوامل این افزایش دما محسوب می شود. هیدراته شدن سیمان در دقایق ابتدایی تماس سیمان با آب و هم چنین اصطکاک بتن با بدنه و پره های دیگ تراک میکسر نیز از جمله دلایل افزایش دمای بتن تازه در طول حمل تا پای کار به حساب می آید. حتی باید گفت که عمل پمپ شدن نیز باعث افزایش دما بویژه در حدفاصل بتن و جداره لوله پمپ می شود و با افزایش طول پمپاژ ممکن است این افزایش دما به سفتی بیشتر بتن و افزایش اصطکاک و چسبندگی آن منجر گردد و بطور فزاینده باعث افزایش دما و افزایش مشکل پمپاژ شود.

در دنیا هنوز یک رابطه مشخص برای پیش بینی فاصله دمای بتن تازه ساخته شده و بتن پای کار ارائه نشده است (برخلاف بتن ریزی در هوای سرد) فاصله زمانی حمل، تابش آفتاب، دمای محیط مجاور، نوع و عیار سیمان از جمله عوامل دخیل هستند و امید است با همکاری یک کارخانه بتن آماده بتوانیم رابطه ساده ای را برای آن ارائه دهیم. تا برقراری یک رابطه برای تخمین افزایش دما در طول حمل و کاستن آن از ۳۲ درجه و بدست آوردن حداکثر دما در هنگام ساخت بتن، توصیه می شود بین ۴ تا ۲ درجه سلسیوس از دمای حداکثر مجاز کاسته شود و دمای حداکثر ساخت بتن بدست آید. بدیهی است مهمترین عامل در این مورد فاصله حمل بتن است. لازم به ذکر است که تحقیق برای برقراری چنین رابطه ای از دو سال قبل در یکی از کارخانه های بتن آماده شروع شده است اما بنا به دلایلی از جمله عدم اندازه گیری برخی پارامترها و تعداد کم داده های لازم قرار شد در تابستانهای پیش رو این داده ها تکمیل شود.

### س ۷- چگونه می توان دمای ساخت بتن در کارخانه بتن آماده را کاهش داد؟ معمولاً اینکار بسیار دشوار یا نشدنی جلوه می کند؟ چه راهکارهایی را در این زمینه پیشنهاد می کنید که برای این تولیدکنندگان امکان پذیر باشد؟

ج ۷- وقتی دمای سنگدانه، سیمان و آب زیاد باشد دمای بتن هم در نتیجه زیاد خواهد شد. بنابراین چاره ای جز پائین نگهداشتن یا پائین آوردن دمای آنها نیست. همواره گفته شده است که پیشگیری بهتر از درمان است. در این رابطه بهتر است نگذاریم دمای اجزای بتن افزایش یابد و کار را مشکل کند. سنگدانه، سیمان و آب در زیر آفتاب و در مجاورت گرما، گرمتر می شوند. بویژه تابش آفتاب یک عامل مهم در افزایش دمای اجزای بتن است. بنابراین لازم است جلوی تابش آفتاب به سطح سنگدانه ها به کمک سایبان گرفته شود. با ایجاد یک دیواره و قرار دادن

سنگدانه‌ها در پشت آن در سمت شمال و ایجاد سایبان بر روی آن به نحوی که در طول روز بدور از تابش آفتاب باشد از جمله اقدامات موثر برای جلوگیری از افزایش دمای سنگدانه هاست. ایجاد پوشش روی سنگدانه‌ها نیز موثر است و توصیه می‌شود.

عدم مصرف سیمان داغ ورودی به کارگاه و استفاده از رنگ سفید و روشن برای سیلوهای سیمان راه حل موثر دیگری است که گاه نیاز به نگهداری بیشتر سیمان داغ در سیلوها دارد تا خنک تر شود. چقدر خوبست که کارخانه‌های سیمان از بارگیری سیمانهای داغ و ارسال آنها برای مصرف کننده خودداری نمایند. مصرف سیمانهایی با دمای بیش از ۶۰ درجه سلسیوس، ساخت بتن با دمای مناسب را دشوار می‌کند، هر چند آئین نامه مصرف سیمان با دمای بیش از ۷۵ درجه سلسیوس را ممنوع کرده است. سنگدانه‌های خشک در زیر تابش آفتاب به تدریج دمای زیادی را بسته به جنس و رنگ خود کسب می‌کنند و حتی ممکنست دمای آنها از ۷۰ درجه سلسیوس بیشتر شود و ساخت بتن با دمای مناسب را دشوار یا غیر ممکن نماید. یکی از مهم ترین اجزای بتن برای دستیابی به دمای مطلوب، آب می‌باشد. ایجاد مخازن مدفون در زمین برای آب یک راهکار مهم و اساسی است.

وجود مخازن روی زمین یا مخازن هوایی معضل بزرگی را بوجود می‌آورد بویژه اگر عایق بندی نداشته باشد. در برخی کارگاهها در روزهای گرم، دمای آب مصرفی چنان افزایش می‌یابد که شستن دست و صورت و یا طهارت را در دستشوئی مشکل یا غیر ممکن می‌کند. بنابراین احساس می‌شود که دمای آب از ۵۰ درجه سلسیوس تجاوز می‌کند و امکان ساخت بتن با دمای مناسب را غیر ممکن می‌نماید. مخازن مدفون در خاک نیاز به عایق بندی حرارتی ندارد و دمای آب آن در تابستان و زمستان، نزدیک به یکدیگر است و علاوه بر بتن ریزی در هوای گرم، برای بتن ریزی در هوای سرد نیز کارایی مناسبی را دارد. چنانچه دمای آب در این مخازن از ۲۵ درجه سلسیوس تجاوز نکند برای بتن ریزی در هوای گرم مطلوب بنظر می‌رسد هر چند ممکن است نیاز به خنک سازی آب یا بکارگیری ترفندهای دیگر برای ساخت بتن با دمای مناسب را احساس کنیم.

در صورتی که در روزهای گرم، این اقدامات موجب نشود که بتن با دمای مناسب بسازیم که معمولاً هم منجر به این امر نمی‌گردد باید با اقدامات دیگر اقدامات پیشگیرانه قبلی را دنبال کنیم. مهم ترین کار آنست که از آب خنک شده با دمای حدود ۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس برای ساخت بتن استفاده کنیم. بکارگیری وسایل خنک کننده آب و ریختن پودر یخ کافی در آب (مخزن آب) از این اقدامات به حساب می‌آید. بسیاری از اوقات این قبیل اقدامات نیز ناکافی است و در این صورت لازم است پودر یخ را به مخلوط کن بتن اضافه کرد و حتماً از آب مصرفی بتن به میزان یخ مصرفی کاست.

مسلم است برای اینکه پس از اختلاط بتن، یخ در آن باقی نماند و زمان اختلاط نیز تا حد امکان کوتاه باشد باید از یخ خرد شده یا یخ پولکی استفاده نمود. تامین دستگاههای ساخت یخ پولکی برای کارخانه‌های بتن آماده ممکن نیست و بسیار گران است بنابراین خرد کردن یخ با دستگاههای یخ‌خرد کن ساده ترین و ارزان ترین راهکار می‌باشد.

استفاده مستقیم از یخ در ساخت بتن معمولاً منجر به تامین دمای مطلوب می‌شود زیرا گرمای نهان ذوب یخ به کمک ما می‌آید. کسانی که علاقمندند تا بدانند دمای مناسب مورد نظر را چگونه می‌توان تامین نمود یا اصولاً پس از اختلاط اجزای بتن با دماهای مختلف، دمای بتن چقدر می‌شود می‌توانند به روابطی که در آئین نامه بتن ایران (۱۴۰۰) آمده است مراجعه نمایند.

در ادامه باید گفته شود خنک کردن سیمان کاری مرسوم در ساخت بتن نیست و به ندرت در برخی از سدهای بتنی کاربرد داشته است اما خنک کردن سنگدانه ها بویژه شن ها در برخی از کارگاههای بتن سازی بکار گرفته شده است.

تأمین امکانات برای خنک سازی سنگدانه گاه گران قیمت است و در اکثر کارخانه های بتن سازی در ایران عمدتاً از آب پاشی بر روی سطح شن های گرم یا داغ استفاده می شود. در این حالت باید اجازه داده شود تا آب شن تبخیر گردد و بواسطه جذب گرمای نهان تبخیر آب، موجب کاهش دمای شن شود. اینکار باید با احتیاط و پاشش آب کم بر سطح شن انجام شود به نحوی که آب اضافی در شن باقی نماند.

ماسه های خیس براحتهی در زیر آفتاب، داغ نمی شوند زیرا آب آن تبخیر می گردد و دمای ماسه را کم می کند ولی ماسه های خشک همچون شن ها گرم می شوند. بدیهی است شن های خنک تر شده در سطح هستند و پس از برداشتن آنها و ساخت بتن باید دوباره سطح جدید شن آب پاشی گردد. در برخی کارگاه ها نیز اجازه می دهند ماسه های خیس در معرض تبخیر قرار گیرند و خنک تر شوند. همه این کارها هزینه دارد و باید به نحوی عمل نمود که کمترین بار مالی و موثرترین روش را دنبال کرد. پیشگیری همیشه دارای بار مالی کمتر و تاثیر بیشتر است.

**س ۸- چرا بکارگیری آب خنک و هم چنین بکارگیری یخ در ساخت بتن راهکار رایج و مرسوم محسوب می شود و موثرتر است؟ آیا اگر از آب صفر درجه بجای یخ صفر درجه استفاده کنیم همان تاثیر را ندارد؟**

ج ۸- با اینکه مقدار آب مصرفی در بتن از سایر اجزای بتن کمتر است اما بدلیل ظرفیت گرمایی زیاد (گرمای ویژه زیاد) که تقریباً  $\frac{4}{5}$  برابر سنگدانه ها و سیمان است، مصرف آب خنک (سرد) می تواند موثر واقع شود ضمن اینکه تولید آب خنک یا سرد نسبت به سایر روشهای خنک سازی اجزای دیگر ساده تر و کم هزینه تر می باشد.

یخ صفر درجه بمراتب موثرتر از آب صفر درجه است زیرا یخ صفر درجه برای تبدیل شدن به آب صفر درجه به ازای هر کیلوگرم، ۸۰ کیلوکالری (۳۳۵ کیلو ژول) گرما را از مصالح مجاور می گیرد و این مسئله باعث می شود که از آب صفر درجه بشدت متفاوت باشد. ظرفیت گرمایی (گرمای ویژه) آب ۱ کیلوکالری به ازای یک کیلوگرم ( $\frac{4}{18}$  کیلوژول) است هر چند ظرفیت گرمایی یخ  $\frac{0.5}{1}$  کیلوکالری در هر کیلوگرم ( $\frac{2}{0.9}$  کیلو ژول) می باشد.

بنابراین چندان اهمیت ندارد که یخ با دماهای خیلی پائین استفاده کنیم اما مهم است که یخ حتی با دمای صفر را بکار بریم. برای مصرف یخ لازم است یک انبار یخ مناسب با عایق بندی کافی در کارگاه داشته باشیم تا بتوانیم در طول چندین ساعت ساخت بتن، از یخ استفاده کنیم و از آب شدن آن تا هنگام مصرف جلوگیری نمائیم. حجم این انبار باید برآورد شود.

دستگاههای خردکن یخ (*Ice Crusher*) شبیه وسایلی است که در بازار ماهی فروشان بسیار کاربرد دارد و چندان گرانبه نیست و معمولاً یک دستگاه برای هر کارگاه کافی خواهد بود. همواره بهتر است بجای مصرف یخ برای خنک کردن آب، از یخ بصورت مستقیم در بتن استفاده کنیم.

**انجمن بتن ایران**