

# پرسی و پاسخ

## جناب آقای دکتر محسن تدین

باسلام خواهشمند است در این خصوص موارد زیر اینجانب را راهنمایی فرمایید. در ابتدای امر قصد این است بتنی در کارگاه تولید شود که بر حسب مقادیر موجود کلر (اقسام مختلف کلر از اعم از آزاد یا محلول در آب) مقاوم باشد. لذا شناخت واژه ها به جهت تشخیص صحیح شرایط محیطی و عوامل خورنده ضروری است.

در سازه بتنی همجوار با آب پس از آگیری سازه به جهت ضدعفونی کردن آب و به منظور قابلیت شرب شدن، به آن کلر اضافه می گردد. حال سوال این است که :

**الف** - چه میزان کلر باید به آب اضافه گردد تا آن سازه تحت شرایط محیطی شدید تلقی گردد؟ (سازه در شرایط محیطی دریای خلیج فارس نمی باشد)

**ب** - این کلر اضافه شده به صورت کلر محلول در آب تلقی می شود یا کماکان واژه کلر آزاد برای آن قابل استفاده است؟

در خاتمه به استحضار می رساند دلیل این پرسش این است که در بسیاری از موادی که در تماس با کلر هستند محدودیت میزان کلر حائز اهمیت است. برای اینکه بتوانیم در سازه تشخیص بدهیم چه مواد و مصالحی قابلیت استفاده و دوام دارند باید تفاوت این دو واژه مشخص گردد تا بتوانیم مقادیر این دو را به شرکت های سازنده مصالح اعلام کنیم.

## نادر مهینی

## جناب آقای مهینی عضو محترم انجمن بتن ایران

نظر جنابعالی را به موارد زیر جلب می کنم.

۱- کلرید آب یا خاک یا بتن و مصالح ساختمانی، متفاوت از کلر آزاد یا محلول در آب می باشد. کلریدها یا یون کلرید یا یون کلر کنایه از نمک های کلریدی است که در آب یا خاک یا بتن و مصالح ساختمانی حضور دارد و معمولاً از آن ها خارج نمی گردد.

کلر آزاد آب بصورت گاز محلول در آب می باشد و دیر یا زود از آب خارج می گردد.

۲- گاز کلر که بصورت گاز به آب تزریق می شود و یا بصورت ترکیبات کلری به آب اضافه می گردد و باعث ایجاد گاز می شود در آب حضور دارد و بهرحال پس از خروج، می تواند فلزات و بویژه فولاد را دچار خوردگی نماید. چنانچه یک ظرف یا قاشق و چنگال استیل (فولاد ضدزنگ) را در بالای مواد ضدعفونی کننده کلری قرار دهیم با توجه به تصعید گاز کلر به تدریج در زمان کوتاهی این فولاد های ضد زنگ را دچار خوردگی می نماید.

۳- اینجانب تاکنون هیچ منبع یا مرجع معتبری را در مورد میزان کلر آزاد آب که می تواند برای بتن مسلح مشکل ساز باشد ندیده ام اما پرواضح است که در مخازن آب بتنی بویژه در زیر سقف و یا بالای دیواره مخزن

بدلیل خروج کلر آب، خوردگی جدی در میلگردها بوجود می آید که گاه از شرایط خورنده آبهای خلیج فارس آسیب رسان تر می باشد.

۴- واژه کلر آزاد آب را نباید با کلرید آزاد بتن اشتباه گرفت. یون کلریدی که وارد بتن می شود می تواند به شکل یون کلرید یا کلرید مقید در آید و یا کماکان آزادانه به درون بتن برود که کلرید یا یون کلرید آزاد بتن تلقی می شود.

۵- توصیه می شود در مخازن آب یا سازه هایی که با آب حاوی کلر آزاد مجاورت دارند، ضخامت مناسب پوشش و کیفیت مناسب بتن مورد استفاده قرار گیرد. بنظر می رسد ضخامت پوشش بتنی ۴۰ میلی متر کافی نباشد و بهتر است مورد تجدید نظر قرار گیرد. هم چنین لازم است از بتن مناسب با شار عبوری کمتر از ۲۰۰۰ کولمب در آزمایش *ASTM C1202* استفاده گردد و مصرف بتن با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴ بویژه همراه با میکروسیلیس توجیه دارد.

۶- کلر آزاد آب پس از خروج از آب، مانند یک گاز وارد بتن می شود و بنظر می رسد در ابتدای ورود تبدیل به یک کلرید (سدیم کلرید، پتاسیم کلرید، کلسیم کلرید و ...) می گردد و حرکت خود را درون بتن همچون کلریدها ادامه می دهد و برخی بصورت مقید و برخی از آن بصورت کلرید آزاد در بتن رخنه می نماید و قاعدتاً نباید انتظار داشت که گاز کلر بتواند از منافذ موئینه خود را به میلگرد برساند مگر اینکه میلگرد آن به شدت در نزدیکی سطح بتن باشد و در اثر این گاز دچار خوردگی گردد.

۷- اینجانب سالهاست علاقمند به مطالعه تحقیق آزمایشگاهی در این مورد هستم و متأسفانه شرایط مناسبی در این رابطه فراهم نشده است. امیدوارم اساتید محترم در مراکز دانشگاهی و پژوهشی به کمک دانشجویان دوره های کارشناسی ارشد یا دکترا بتوانند باب تحقیق در این مورد را باز نمایند و نتایج کاربردی مناسبی را بدست آورند.

محسن تدین

جناب آقای دکتر تدین

خواهشمنداست درخصوص سوال زیر اینجانب راهنمایی بفرمایید.

احتراماً به استحضار می رساند استفاده از مواد نفوذناپذیرکننده کریستال ساز بتن که برپایه سیمان و مواد معدنی ساخته شده جهت آب بندی نشت های جزئی در مخازن بتنی نگهدارنده آب که در تماس دائم با آب می باشد، پیشنهاد شده است.

لذا خواهشمند است در این خصوص راهنمایی بفرمائید که :

۱- آیا مخاطرات احتمالی همچون احتمال واکنش زایی، فشار و تنش های درونی وارده به بتن در صورت استفاده از مواد مذکور ممکن است پدید آید؟

۲- محدودیت های شیمیایی مواد مذکور به لحاظ ساختار باید دارای چه ملزوماتی باشد؟

نادرمهینی

عضو حقیقی انجمن بتن

## جناب آقای مهندس نادر مهینی عضو محترم حقیقی انجمن بتن ایران

در پاسخ به نامه شماره ۴۶۹۳ مورخ ۹۴/۱۱/۲۴ جنابعالی که حاوی چند پرسش در باره مواد نفوذ ناپذیرکننده کریستال سازه بر پایه مواد سیمانی و مواد معدنی جهت آب بندی نشت های جزئی در مخازن بتنی نگهدارنده آب که در تماس دائم با آب می باشند به موارد زیر اشاره می گردد:

۱- تنش هایی که در اثر ایجاد کریستال ها (بلورها) در اثر استفاده از مواد واقعی بلور ساز بتن بوجود می آید به هیچ وجه در حدی نیست که مشکل اساسی برای بتن یا سازه بتنی بوجود آورد.

۲- چنانچه هر ماده ای که بر سطح بتن اعمال می شود یا در بتن اولیه مصرف می گردد، محیط بتن را قلیایی تر نماید و  $PH$  آنرا بالاتر ببرد، فعالیت واکنش زایی سنگدانه و قلیایی های بتن را بیشتر می کند به شرط آنکه سنگدانه مصرفی پتانسیل واکنش زایی را داشته باشد.

برخی از دسته های مواد بلور ساز بتن دارای خاصیت بازی هستند یا گاه به دلیل مصرف هیدروکسید کلسیم موجود در خمیر سیمان تبدیل آن به نمکهای کلسیم، از خاصیت قلیایی (بازی) خمیر سیمان و بتن کاسته می شود. بنابراین ممکن است در برخی موارد زمینه واکنش های انبساط زا فراهم گردد مشروط بر آنکه سنگدانه مصرفی از پتاسیل بالایی در مورد واکنش زایی یا قلیایی ها برخوردار باشد. بهرحال بنظر می رسد اغلب این مواد خاصیت قلیایی را بصورت قابل توجهی بالا نمی برند.

۳- در مورد مواد بلورساز، هیچگونه مشخصات استاندارد یا تائید وجود نداشته است. بنابراین نمی توان گفت که باید چگونه باشند و یا چه ساختاری برخوردار باشند. لذا الزامات خاصی مطرح نیست و قاعداً کنترل کیفی آنها و انطباق بر مشخصات استاندارد مفهومی ندارد مگر اینکه شرکت فروشنده (سازنده)، مشخصاتی را ارائه نموده باشد که در آن حالت نوع آزمایش بکار رفته نیز معین شده است.

۴- در نشت های جزئی، همواره گذشت زمان کمک موثری در آب بندی خواهد بود به شرط اینکه آب جریان نیاید و هیدروکسید کلسیم حل شده در آب، در اثر تبخیر آب برجای بماند و به تدریج به کلسیت (بلور خاصی از کربنات کلسیم) تبدیل گردد. در این حالت عملاً به تدریج ترک یا حفرات موجود در نزدیکی سطح بتن آب بند می شود و مشکل نشت به مرور زمان حل خواهد گشت (آب بندی خود به خود). این امر زمانی رخ می دهد که ترکها ریزتر از ۰/۲ میلی متر باشند.

۵- برخی از دست اندرکاران صنعت بتن، طبقه بندی های خاصی را برای مواد آب بندی ارائه نموده اند که نباید بامواد بلور ساز اشتباه شود.

**الف:** دسته پرکننده و مسدود کننده (*Blockers*) معمولی حفرات.

**ب:** دسته مواد غیر واکنشگر در برابر آب در حالی که عملاً فقط در هنگام خشک شدن متبلور می شود.

**پ:** مواد آب گریز مانند استاراتها، سیلیوکون ها و غیره که در برابر فشار هیدروستاتیکی زیاد، پایدار نخواهد بود. (*Hydrophobic or Water repllent Material*)

**ت:** دسته مواد سیلیکاتی، رسی یا تالک که آب بندی موقتی خوبی را بدست می دهند.

طبقه بندی دیگر برای آب بندی عبارتست از آب بندی درونی و آب بندی بیرونی (سطحی)

آب بندی درونی همواره بر آب بندی سطحی (بیرونی) برتری دارد و با دوام تر است و تحت تاثیر عوامل از بین برنده بیرونی قرار نمی گیرد.

آب بندی درونی می تواند با افزودن یک ماده به بتن تازه بوجود آید یا با انتقال مواد از سطح و نفوذ به درون بتن سخت شده حاصل گردد.

آب بندی درونی و بیرونی را به دو گروه فعال (واکنشگر) و غیرفعال (غیر واکنشگر) نیز تقسیم می کنند. گروه فعال یا واکنشگر شامل موادی است که حضور آب، آنها را فعال می سازد و نوع غیر فعال (غیرواکنشگر) آنهایی هستند که هر دارای فعالیت ترکیبی هستند امانسبت به حضور آب عکس العملی ندارد.

۶- هر چند آب بندی از طریق تبلور دارای سابقه بیش از ۵۰ سال در دنیا می باشد اما بنظر می رسد چندین سال است (حدود ۲۵ سال) که بعنوان روشی موثر به تائید رسیده است. ایده مسدود کردن حفرات موئینه خمیر سیمان و ریزترکهای آن پشتوانه آب بندی از طریق تبلور است.

مواد بلور ساز به ایجاد یک واکنش منجر می شود که بلورهای باریک و دراز برای پرکردن حفرات و موئینگی ها و موی ترکها بوجود می آورد با حضور رطوبت، بلورها رشد می کنند. زمانی که بتن خشک می شود، بلورها از رشد باز می ایستند و هنگامی که رطوبت بدانها می رسد مجدداً بلورها رشد می نمایند و مسیر آب را می بندند. این مواد می توانند موجب بسته شدن ترکهایی تا ۰/۵ میلی متر شود. حتی مثالهایی برای مسدود شدن ترکهایی در حد ۱ میلی متر نیز وجود دارد.

۷- سه روش برای استفاده از مواد بلورساز وجود دارد.

روش اول مصرف آن بصورت افزودنی در بتن است.

روش دوم بکارگیری یک دوغاب با ملات روان می باشد که بر روی سطح پاشیده یا مالیده می شود. این دوغاب از اختلاط آب با پودر خشک بدست می آید.

روش سوم بکارگیری پودر خشک مواد و ریختن آن روی سطح بتن قبل از ماله کشی بویژه با روش مکانیکی (ماله هلکوپتری) است.

۸- اکثر مواد بلور ساز از اسیدهای آلی یا نمکهای آنها تشکیل می شود. بهرحال این مواد باید در حضور آب پس از انجام واکنش های معمولی، با آب تشکیل بلورهای رشد یافته بدهند. از جمله این مواد می توان به اسید اکسالیک یا اسید تارتاریک و نمکهای آنها بویژه نمک سدیمی آنها اشاره نمود که در حضور هیدروکسید کلسیم می تواند به نمک کلسیمی تبدیل گردد و با آب، بلورهای رشد یافته تر را بوجود آورد. در کنار این مواد، سیمان پرتلند و مواد مشابه نیز وجود دارد.

۹- امروزه فروشندگان متعددی ادعا می نمایند که مواد بلورساز را عرضه می نمایند. بهرحال با توجه به عدم امکان کنترل بلور سازی با آزمایشهای ساده و نیاز به آزمایش های پیچیده و پتروگرافی بتن و یا تهیه عکسهایی با میکروسکوپ های الکترونی بهتر است فعلاً این مواد را از فروشندگان معتبر و با دانش و دارای سابقه خوب تهیه نمود.

محسن تدین

## جناب آقای دکتر تدین

می‌خواستم بدونم برای تولید قطعات بتنی پرسی با بتن (اسلامپ صفر) مثل سنگ جدول سنگفرش منابع خاصی برای تولید اصولی و استاندارد اون وجود داره یا خیر؟ اگر که هست، باید به دنبال چه منابعی باشم.

مهران محمودی

## جناب آقای مهندس مهران محمودی

### عضو حقیقی محترم انجمن بتن ایران

بازگشت به پرسش جنابعالی در تاریخ ۹۴/۱۲/۱۸ در باره منابع و مراجع مرتبط با تولید قطعات بتنی پرسی خشک نکات زیر به استحضار می‌رسد.

۱- در *ACI 211.3R* برای بتن های فاقد اسلامپ، نکاتی را در باره تولید قطعات مختلف و طرح مخلوط آنها ارائه کرده است که هرچند مطالب مفیدی است اما برای ما در ایران چندان بطور مستقیم قابل استفاده نمی‌باشد.

۲- در *ACI 325-10R* برای بتن های غلتکی رویه راه (بدون اسلامپ) نیز مطالبی آمده است که درارتباط با ساخت قطعات بتنی پرسی خشک چندان کاربردی ندارد.

۳- واقعیت آنست که منابع قابل اعتماد و مناسبی برای تولیدات قطعات در اروپا و آمریکا دیده نمی‌شود و در اینترنت نیز مطالب کاربردی برای اصول تولید آنها وجود ندارد و یا قابل اطمینان نیست.

۴- با توجه به این موارد، اینجا نب به درخواست یکی از شرکت های تولیدکننده این نوع قطعات، دستورالعملی را برای طرح مخلوط و تا حدودی تولید این قطعات تنظیم نموده ام که هنوز در سطح وسیع انتشار نیافته است. بهرحال ضروری است این نوشته، تکمیل شود و همه موارد تولید را علاوه بر طرح مخلوط در بر گیرد.

محسن تدین

## جناب آقای دکتر محسن تدین

جساراتاً یک سوال داشتم حضورتون، طبق آخرین آیین نامه های داخلی یا خارجی مقدار مقاومت، خمشی بتن ( که از تست خمشی تحت دو نیروی متمرکز ) حاصل می شود، چند درصد مقاومت فشاری بتن می باشد؟

ابراهیمی فرد

## جناب آقای مهندس ابراهیمی فرد

### عضو محترم حقیقی انجمن بتن ایران

بدینوسیله پاسخ زیر به استحضار می‌رسد.

۱- در هیچیک از آیین نامه های داخلی و خارجی، رابطه تئوریک ریاضی ثابت وجود ندارد. هم چنین مقدار مقاومت خمشی بصورت درصدی از مقاومت فشاری بتن بیان نمی‌شود. همه روابط موجود، روابط آمپریک (تجربی) می باشد و به صورت از جذر مقاومت فشاری و یا توان کوچکتر از ۱ مقاومت فشاری ارایه می‌گردد که هیچگاه مقاومت خمشی درصد ثابتی از مقاومت فشاری را دارا نمی‌باشد.

۲- چنانچه این روابط برای محدوده مقاومت فشاری استوانه ای ۲۵ تا ۳۵  $Mpa$  منظور گردد ، مقاومت خمشی آن در بازه ۱۲ تا ۱۰ درصد مقاومت فشاری استوانه ای آن خواهد بود . برای بتن های غلتکی و بدون اسلامپ، این نسبت ها تغییر می کند. هم چنین برای بتن های سبکدانه و یا سایر بتن های سبک و بتن های الیافی، روابط خاصی مطرح می گردد که برخی از آنها در ذیل دیده می شود.

در  $ACI 318$  برای مقاومت خمشی (مدول گسیختگی) بتن های معمولی رابطه زیر داده شده است.

$$f_r = 0.62 \sqrt{f_c} \quad \text{گاه بجای } 0.62 \text{ ضریب } 0.7 \text{ در رابطه دیده می شود.}$$

در  $ACI 363R-10$  برای بتن های با مقاومت فشاری تا ۸۳  $Mpa$  و نگهداری شده در شرایط عادی داریم .

$$f_r = 0.94 \sqrt{f_c} \quad \text{این ضریب از } 0.62 \text{ و یا } 0.99 \text{ داده شده است.}$$

و برای بتن هایی که در بخار عمل آوری تسریع شده داشته است داریم.

$$f_r = 0.25(f_c)^{0.79}$$

بهر حال در این نوشته  $ACI$ ، اطلاعات دیگری نیز ارائه شده است.

در منابع اروپایی معمولاً رابطه مقاومت خمشی بصورت زیر می باشد.

$$f_r = k \cdot f_{cu}^{0.67}$$

که در آن  $f_{cu}$  مقاومت مکعبی است و ضریب  $K$  در حدود ۰/۵ می باشد .

در تمام روابط فوق مقاومت ها برحسب  $Mpa$  می باشد.

برای بتن های نیمه سبکدانه و نیز روابط زیر در  $ACI 318$  وجود دارد.

$$f_r = 0.6f_c^{0.5} \quad \text{(نیمه سبکدانه)} \quad f_r = 0.53f_c^{0.5} \quad \text{(تمام سبکدانه)}$$

در حالی که برخی برای بتن نیمه سبکدانه پرمقاومت ضریب ۰/۷۳ را نیز ارائه کرده اند.

در ارتباط با مقاومت خمشی بتن غلتکی رویه های راه در  $ACI 325-10R-11$  رابطه زیر دیده می شود.

$$f_r = kf_c^{0.5} \quad K \text{ بتن } 0.75 \text{ تا } 0.95 \text{ می باشد.}$$

۳- در برخی آئین نامه ها مقاومت کششی شکافتی یا برشی بتن در ارتباط با مقاومت فشاری بتن ارائه می شود.

در  $ACI 318$  مقاومت کششی شکافتی  $f_{ct}$  یا  $f_{sp}$  عبارتست از

$$f_{ct} = 0.65(f_c)^{0.5}$$

در  $ACI 363$  این رابطه بصورت زیر است ( تا ۸۳  $Mpa$  )

$$f_{sp} = 0.59(f_c)^{0.5}$$

در این مرجع هم چنین رابطه زیر ارائه شده است (بوئژه برای عمل آوری با بخار)

$$f_{sp} = 0.32(f_c)^{0.63}$$

در اروپا از رابطه زیر استفاده می شود .

$$f_{ct} = k(f_{cu})^{0.67}$$

که در آن  $k$  از ۰/۲۳ تا ۰/۳ برای بتن معمولی و سبکدانه می باشد.

در  $ACI$  برای بتن سبکدانه و نیمه سبکدانه روابط زیر ارائه شده است.

$$f_{sp} = 0.47(f_c)^{0.5} \quad \text{(برای بتن تمام سبکدانه)}$$

$$f_{sp} = 0.53(f_c)^{0.5} \quad \text{(برای بتن نیمه سبکدانه)}$$

مقدار مقاومت کششی شکافتی طبق *fib* و *ACI* در جدول زیر دیده می شود.  
مقادیر تقریبی مقاومت کششی شکافتی برای مقاومت های فشاری استوانه ای

مقاومت کششی طبق <i>fib</i> (Mpa)	مقاومت کششی طبق <i>ACI</i> (Mpa)	مقاومت فشاری استوانه ای (Mpa)
۲/۲ (۱/۵-۲/۹)	۲/۵	۲۰
۲/۲ ( ۱/۸-۳/۲ )	۲/۸	۲۵
۲/۹ ( ۲ - ۳/۸ )	۳/۵	۳۰
۳/۲ (۲/۲-۴/۲)	۳/۳	۳۵
۳/۵ (۲/۵ - ۴/۶)	۳/۵۵	۴۰

۴- همانگونه که دیده می شود پژوهش های مختلف، روابط مختلفی را بدست می دهد و *ACI* یا آئین نامه های اروپایی *CEB* و *fib* و *FIP*، یکی از این روابط را مورد استفاده قرار داده اند.  
علت اختلاف می تواند مربوط به دانه بندی سنگدانه ، شکل سنگدانه های درشت، بافت سطحی سنگدانه های درشت، حجم خمیر سیمان، نسبت آب به سیمان، نوع سیمان و مواد افزودنی معدنی و غیره باشد.  
برای مثال اگر بجای شن رودخانه ای گردگوشه، شن کوهی صد درصد شکسته بکار رود، مقاومت فشاری بتن ۸ تا ۱۴ درصد (بسته به نسبت آب به سیمان مصرفی) افزایش می یابد در حالی که مقاومت خمشی آن بین ۲۰ تا ۳۰ درصد زیاد می شود. بنابراین طبیعی است نسبت مقاومت خمشی به فشاری تغییر خواهد کرد و ثابت نخواهد بود. در نتیجه کاملاً طبیعی است که روابط مختلفی در پژوهش های مختلف بدست آید.

محسن تدین

#### جناب آقای دکتر تدین

در یکی از جلسات تخصصی بتن، یکی از اساتید محترم اظهار داشتند که مواد حبابزا، بتن هایی را بوجود می آورد که احتمالاً نفوذپذیری آنها بیشتر از بتن های معمولی (بدون حباب هوا) خواهد بود.  
همانطور که می دانیم در اغلب کتب تکنولوژی بتن و کلاس های درسی و سخنرانی ها و سمینارهای علمی بتن برخلاف بیان فوق، عنوان می شود که بتن های حبابدار (*Air Entrained Concrete*) دارای نفوذپذیری کمتری نسبت به بتن های معمولی هستند.  
بهرحال در این رابطه، یک سردرگمی برای ما بوجود آمده است که امیدواریم با توضیحات جنابعالی این ابهام برطرف گردد.

عضو حقیقی انجمن بتن ایران

#### عضو محترم حقیقی انجمن بتن ایران

با توجه به اینکه جنابعالی بصورت خصوصی، نام استاد مورد نظر را مطرح فرمودید و با عنایت به اینکه ایشان معمولاً بدون دلیل، موضوعی را مطرح نمی کنند، بنده از یکی از شرکت کنندگان در جلسه مزبور، این موضوع را مورد پرسش قرار دادم که توضیحات وی، مشکل و ابهام را کاملاً برطرف نمود در حالی که در پرسش جنابعالی همه آنچه مطرح بوده است قید نشده بود.

معمولاً کلمه نفوذ پذیری در بیان محاوره ای و مکتوب کاربرد گسترده ای دارد، در حالی که ممکن است نیت افراد از بکارگیری این واژه متفاوت باشد. مراد از بکارگیری این کلمه می تواند موارد زیر باشد.

**الف:** عبور از جسم بتن تحت فشار (نفوذپذیری) *Permeability*

**ب:** نفوذ آب در بتن تحت فشار (عمق نفوذ آب) *Depth of penetration*

**پ:** جذب آب (کوتاه مدت و دراز مدت) در مجاورت آب بدون فشار *Absorption*

**ت:** جذب آب موئینه (حرکت آب رو به بالا در جسم بتن) *Sorptivity, Capillary Absorption*

**ث:** انتشار املاح در فضای خالی بتن *Diffusion*

**ج:** حرکت یونی املاح در بتن (مهاجرت یونی) *Ion Migration*

بنابراین ممکن است یک یا چند پارامتر فوق تحت عواملی افزایش یابد اما پارامترهای دیگر تغییر جدی نکند. بنابراین موضوع نشت یا درون رفت، (نفوذ آب) و املاح به بتن امری کاملاً پیچیده است.

برای تشخیص تاثیر تغییر هر عامل در بتن، نیازمند انجام آزمایش خاصی هستیم و قطعاً بهتر است که نوع آزمایش با سازوکار نفوذ همخوانی مناسبی داشته باشد.

معمولاً گفته می شود که با بکارگیری مواد حبابزا در بتن، نفوذ آب در بتن در فشار های کم، جذب آب، جذب آب موئینه و حتی انتشار و حرکت یونی در بتن کاهش می یابد، اما ممکنست نفوذ آب تحت فشار زیاد در بتن تغییر نکند و یا حتی زیادتر گردد. بهرحال در این مورد نتایج آزمایش ها گاه ضد و نقیض است و ممکن است این نتایج به نوع حباب ها نیز بستگی داشته باشد. گفته می شود که در فشار زیاد، حباب ها می تواند آب را از خود عبور دهد و از بین برود. هم چنین عنوان می شود که در فشارهای چند اتمسفر، حبابهای ریز و مناسب از بین نمی رود زیرا در یخبندان، فشارهای ایجاد شده بمراتب بیشتر از چند اتمسفر می باشد و حبابها در این شرایط پایدار باقی می ماند.

در آزمایش عمق نفوذ آب تحت فشار، فشار آب برابر ۵ اتمسفر است که معادل ۵۰ متر ستون آب است. بدیهی است اگر حبابها در این فشار پایدار بماند، عمق نفوذ کمتر خواهد بود و اگر حبابها در این فشار دوام نیاورد، عمق نفوذ آب بمراتب بیشتر خواهد شد.

بهرحال لازم است اولاً در این مورد تحقیقات گسترده تری با افزودنی های مختلف حباب زا انجام شود، ثانیاً بهتر است این آزمایش برای این منظور انجام نگردد و از آزمایشهای مناسب دیگری استفاده شود. بدیهی است اگر در محیط مزبور فشار قابل توجهی وجود داشته باشد مجبور خواهیم شد آزمایش مزبور را تحت فشار استاندارد انجام دهیم و نتیجه امر را برای این نوع بتن ها گزارش نماییم.

چنین مشکلی در موارد دیگر مانند انتشار، جذب آب، جذب آب موئینه و مهاجرت یونی وجود دارد و تاثیر تغییر عواملی در بتن بر پارامترهای مذکور ممکنست کاملاً متفاوت باشد.

امیدوارم پاسخ فوق امکان حل این مشکل را فراهم کند و ابهام را تا حدودی برطرف کرده باشد.

**محسن تدین**