

سلام الغزالي



دانشکده فنی و حرفه ای میرزا کوچک صومعه سرا

درس فناوری بتن

مدرس : سید مرتضی عسکری رانکوه

آدرس ایمیل : www.morteza.askari235@ymail.com

جلسه : چهارم

مواد افزودنی



ماده ای است که علاوه بر مواد اصلی بتن (سیمان، آب، سنگدانه و الیاف تقویتی) به صورت پودر یا مایع به عنوان یکی از مواد تشکیل دهنده بتن و برای اصلاح خواص بتن در مرحله ی مخلوط کردن به بتن اضافه می شوند و شامل انواع زیر می شوند:

افزودنی های شیمیایی شامل :

- (۱) تقلیل دهنده های آب (روان کننده ها)
- (۲) کند گیر کننده های گیرش
- (۳) تسریع کننده های گیرش
- (۴) فوق روان کننده ها
- (۵) حباب هوا ساز در بتن
- (۶) افزودنی های چسبنده و دفع کننده های آب

مواد افزودنی تقلیل دهنده آب :

این افزودنی ها به سه منظور به کار می روند :

(۱) رسیدن به مقاومتی بالاتر، با کاهش نسبت به آب سیمان با یک کارایی ثابت. (کاهش آب)

(۲) رسیدن به یک کارایی مشخص با کاهش مقدار سیمان مصرفی و نتایجاً باعث کاهش حرارت هیدراتاسیون در توده بتن می شود .
(میزان آب ثابت)

(۳) افزایش کارایی و بنابراین سادگی بتن ریزی در قالب های با آرماتور انبوه و موقعیت های غیر قابل دسترسی. (W/C ثابت)

انواع مواد افزودنی تقلیل دهنده آب:

افزودنی های با کاهش میزان آب (تیپ A)

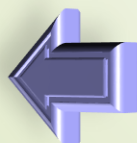
افزودنی های با کاهش میزان آب و تاخیر در گیرش (تیپ D)

افزودنی های با کاهش میزان آب و تسریع در گیرش (تیپ E)

* کاهش آب مخلوط بین ۵ تا ۱۵ درصد در استفاده از روان کننده ها می باشد

مکانیزم عمل تقلیل دهنده های آب :

این افزودنی ها با ایجاد پراکندگی سیمان در مخلوط بتن، ضمن ایجاد سطوح بیشتر در تماس با آب، باعث هیدراتاسیون بهتر سیمان می شوند به همین دلیل مقاومت این بتن در مقایسه با بتنی که با همین نسبت آب و سیمان و بدون افزودنی ساخته می شود بیشتر خواهد بود و دوام بتن افزایش می یابد.



کند گیر کننده های گیرش (Retarders):

دیرگیری بتن با اضافه کردن شکر، مشتقات هیدروکربنی نمک های محلول روی، برات های محلول و... حاصل می شود

اگر ۰.۰۵٪ وزن سیمان شکر به بتن اضافه کنیم **حدود ۴ ساعت** گیرش آن را به تاخیر می اندازد.

مصرف ۰.۲ تا ۱ درصد وزن سیمان از شکر باعث می شود از **گیرش سیمان جلوگیری** شود

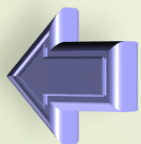
مقاومت دراز مدت آن چندان تفاوتی نمی کند.

موارد مصرف:

برای جلوگیری از ایجاد ترک های ناشی از گیرش در بتن ریزی های متوالی

در هوای گرم که زمان گیرش بتن به خاطر تبخیر آب موجود در مخلوط کم می شود

در عمل از کندگیر کننده هایی که در عین حال تقلیل دهنده آب هم هستند استفاده می شود.



تسریع کننده ها (accelarators):

افزودنی هایی هستند که سخت شدگی بتن را تسریع می بخشند و مقاومت اولیه بتن را بالا می برند
معمولی ترین نوع کلرور کلسیم (CaCl_2) است که به سرعت افزایش مقاومت بتن را در ابتدا بالا می برد.

مقدار ۱ تا ۲ درصد کلرور کلسیم کافی است.

موارد مصرف تسریع کننده ها:

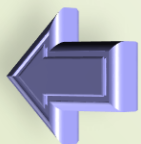
□ در بتن ریزی در دمای پایین (۲ تا ۴ درجه)

□ کارهای تعمیراتی سریع

سایر تسریع کننده ها که فاقد کلرور کلسیم هستند تا حدی اسیدی هستند و باعث افزایش هیدراتاسیون سیمان می شوند ولی بطور کلی در هر دمایی نسبت به کلرور کلسیم توانایی تسریع کنندگی کمتری دارد.

اثرات کلرور کلسیم :

- ❖ کاهش مقاومت بتن های حباب دار در مقابل یخ زدگی و ذوب یخ در دراز مدت
- ❖ در صورت وجود سنگدانه های فعال، افزایش احتمال واکنش شیمیایی سنگدانه ها
- ❖ کاهش مقاومت سیمان به خصوص در بتن های سبک در مقابل حمله ی سولفات ها
- ❖ افزایش جمع شدگی و خزش
- ❖ عامل خوردگی میلگردها (فقط در بتن غیر مسلح مجاز به مصرف است تا سقف ۲٪ وزن سیمان)
- ❖ افزایش مقاومت بتن های حباب دار در مقابل خوردگی و سایش در دراز مدت



فوق روان کننده ها (Super Plastisizer):

دارای مکانیزمی شبیه تقلیل دهنده های آب هستند با این تفاوت که میزان بیشتری از آب مخلوط را کم میکنند

کاهش میزان آب
افزایش روانی

بدون تغییر روانی
بدون تغییر در میزان آب

این مواد می توانند کاهش ۲۰ الی ۳۰ درصدی آب مخلوط را ممکن سازند

کاربرد فوق روان کننده بتن:

سازه های بتنی میکروسیلیسی

برای دستیابی به روانی بیشتر و مقاومت بالا

برای مقاطع با تراکم آرماتورهای بالا

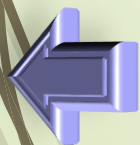
حمل و مسافت های طولانی بتن ریزی

بتن های خود تراز شونده و خود متراکم شونده

بتن ریزی های مناطق گرمسیر

کف های سخت صنعتی (کف سازی)

بتن ریزی های حجیم با ابعاد زیاد



مواد حباب زا (Air-Entraining Admixtures):

11

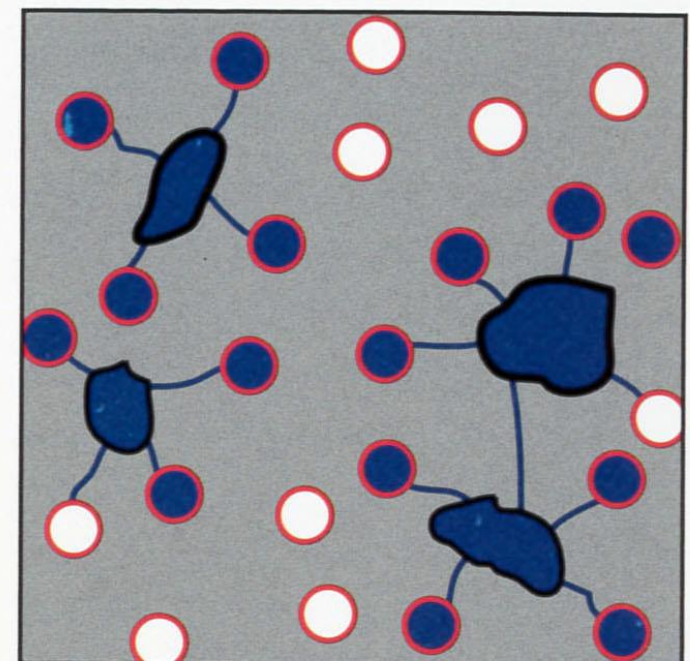
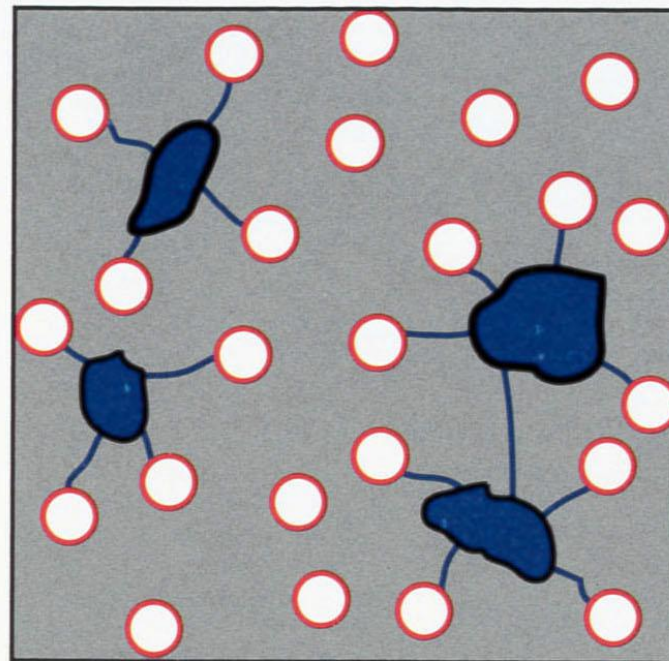
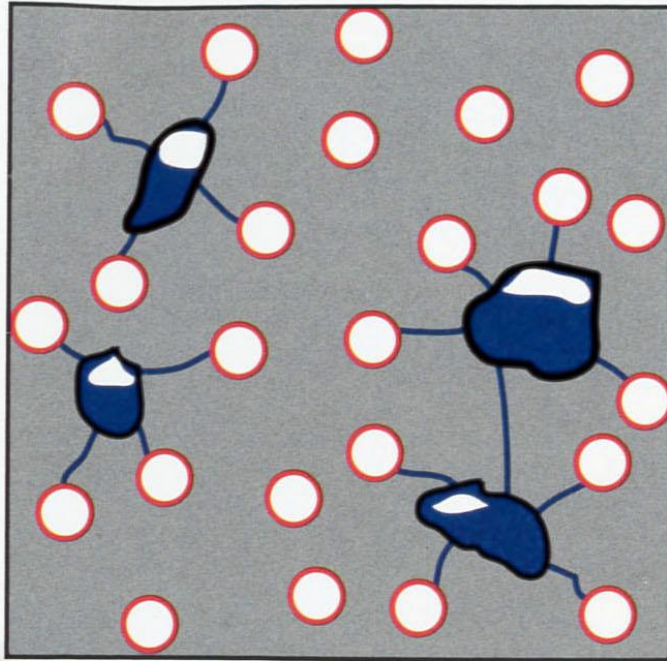
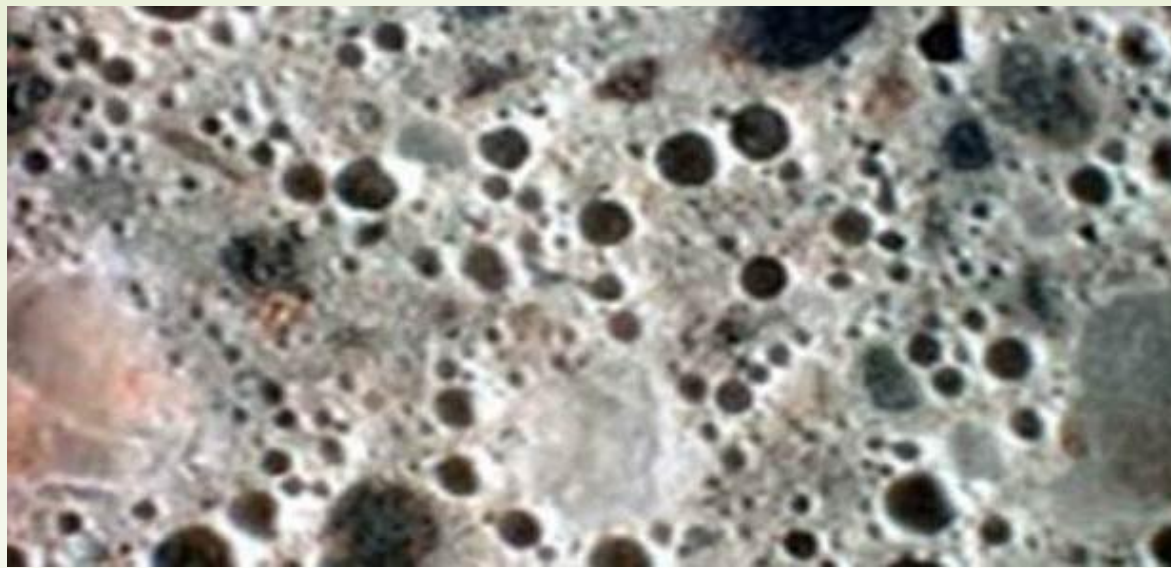
این مواد افزودنی باعث ایجاد حباب های ریز و یکنواخت در داخل بتن می شود که بعد از سخت شدن نیز باقی می مانند. این افزودنی ها اجازه میدهند تا مقدار کمی حباب هوا به صورت کنترل شده و یکنواخت در حین اختلاط در بتن پخش شوند.

مواد شیمیایی حباب ساز می تواند از نمک های رزین چوب ، دترجنت مصنوعی ، نمک های اسید چرب ، نمک اسیدهای پتروشیمی و ... باشد.

مکانیزم عمل مواد حباب زا :

۱- حباب های ریز کروی که قطری حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ میکرون دارند لوله های باریک موئینه در بتن را از بین میبرند ، قطعه قطعه می کنند و یا با قرار گرفتن در ابتدا و انتهای این لوله ها آنها را آب بند میکنند (فشار اسمز را از بین میبرند)

۲- در هنگام انجماد آب موجود در داخل بتن که منجر به افزایش حجم می شود، اجازه میدهند یخ های ناشی از اضافه حجم به داخل این حفرات راه پیدا کرده و مانع ترک خوردگی بتن شوند.



As temperatures drop, pores created by air entrainment allow the water a place to go as it freezes.

During freezing, water in the capillary pores expands; however, water is also going toward air-entrained pores.

Under pressure, the water will be pushed into the air-entrained pores and not crack the concrete matrix.

افزودنی های چسبنده :

این افزودنی ها امولوسیون پلیمری (لاستیک خام) هستند که چسبندگی بتن تازه را به بتن سخت شده افزایش می دهند و 13 برای کارهای تعمیراتی به کار می روند.

افزودنی های دفع کننده آب :

این مواد جذب آب را توسط بتن های سخت شده کاهش می دهند و در نتیجه ی نفوذ پذیری بتن کاهش می یابد (شامل روغن های گیاهی و معدنی و نوعی صابون های صمغی) اما نمی توانند از نفوذ قطعی آب به داخل بتن جلوگیری کنند و نمی توان آن ها را ضد آب نامید.

ضد یخ :

- ✓ در فواصل زمستان در دمای زیر ۵ درجه که احتمال یخ زدن بتن است استفاده می شود.
- ✓ بر خلاف تصور عوام ضد یخ بتن هرگز نقطه انجماد را پایین نمی آورد زیرا واکنش هیدراسیون در دماهای پایین تر از ۵+ درجه سانتیگراد متوقف می گردد.
- ✓ برای جلوگیری از یخ زدن بتن در هوای سرد می بایست زمان گیرش اولیه را از ۱۲ ساعت به حدود ۴ الی ۵ ساعت کاهش دهیم که این کار توسط ضد یخ بتن که نوعی شتاب دهنده واکنش سیمان و آب (افزایش سرعت هیدراسیون) است، انجام می پذیرد .
- ✓ استفاده از ضد یخ موجب کاهش مقاومت نهایی بتن می شود (به دلیل ایجاد حفرات ریز)

➤ افزودنی های بازدارنده خوردگی :

مقاومت میلگردها در برابر حمله خوردگی کلریدی را افزایش می دهد و بنابراین باعث افزایش دوام بتن می شود.

➤ افزودنی کف زا:

برای ساخت بتن و یا ملات های سبک و با دانسیته کم جهت استفاده به عنوان پرکننده ها، سقف های عایق و یا قطعات بنایی

➤ افزودنی های پلیمری:

معمولا در مخلوط های ملاتی برای کف ها، پلاسترها و یا تعمیرات استفاده می شود. مقاومت خمشی و کششی را بهبود میبخشند. هم چنین آنها **کاهنده های قوی آب** هستند و این باعث می شود **خواصی ضد آب به بتن** بدهد.

➤ افزودنی کمک پمپاژی:

جهت بهبود چسبندگی بتن و کاهش جدایی دانه ها و مسدود شدن لوله های پمپاژ از این مواد استفاده می شود. بتن ساخته شده با این مواد نیاز به فشار پمپاژ کمتر دارند.

➤ افزودنی های بتن ریزی زیر آب:

این افزودنی ها به منظور افزایش چسبندگی و کاهش شسته شدن در حین بتن ریزی طراحی شده اند و مانع جدا شدن در حین جابجایی می شوند. این مواد **اثرات جذر و مد** و موج را بر بتن در حال سخت شدن کاهش می دهد.

جایگزین های سیمان (CRM): Cement Replacement Materials

15

مواد **طبیعی** و یا **محصولات زاید صنعتی** هستند که می توانند به عنوان بخشی از سیمان پرتلند مورد مصرف در بتن ، جایگزین شوند.

امروزه استفاده از مواد جایگزین سیمان به منظور بالابردن **دوام** سازه های بتنی به خصوص در مناطق گرم و خورنده و هم چنین کاهش هزینه ها بسیار متداول شده است.

۱- **مواد پوزولانی** : مواد سیلیسی یا سیلیسی - آلومینی هستند. به خودی خود فاقد ارزش چسبندگی هستند - اگر به صورت بسیار ریز آسیاب شوند در مجاورت رطوبت خاصیت سیمانی پیدا میکنند. - باعث کاهش نفوذپذیری می شوند.

مواد جایگزینی سیمان

۲- **مواد سیمانی مانند روباره** : با تغییر ریز ساختار در فصل مشترک سنگدانه و سیمان باعث کاهش نفوذپذیری می شود

افزودن مواد پوزولانی باعث می شود منافذ بزرگ به منافذ کوچک تبدیل شوند

نفوذپذیری کاهش می یابد

دوام افزایش می یابد

فعالیت پوزولانی باعث می شود که **هیدروکسید کلسیم** موجود در خمیر سیمان، مصرف شده و در نتیجه از مقدار آهک که عامل مخربی در حمله سولفات‌ها هست کاسته شود.

پوزولان با مصرف آهک باعث می شود، منطقه انتقالی بتن یعنی وجه مشترک سنگدانه و سیمان تقویت شود.

۱- طبیعی (سیمان طبیعی) یا (تراس **Natural Pozzolans**) : مانند پوکه سنگها، توفها و خاکسترهای آتشفشانی یا **Volcanic Ash** ، که همگی به هنگام فوران از دهانه آتشفشان به سرعت در هوا یا آب سرد شده به طوری که سیلیس آنها بلوری نمی شوند.

- ۱- افزایش مقاومت در دراز مدت
- ۲- عملکرد مناسب در برابر تهاجم یون کلر و سولفاتها
- ۳- کاهش تخلخل و نفوذپذیری

عملکرد پوزولان های طبیعی

مواد پوزولانی

۲- مصنوعی یا صنعتی: مانند خاکستر بادی (**Fly Ash** و **Pulverized Fly Ash**)، دوده سیلیسی (**Silica Fume**)

دوده سیلیس یا میکروسیلیس: ناشی از بازیافت غبار در کارخانه های تولید آلیاژ فروسیلیس می باشد - جایگزینی **۶ تا ۸ درصد بجای سیمان** نتایج مطلوبی داشته است

خاکستر بادی (fly ash): از استخراج گازهای خروجی کوره های آتش با سوخت زغال و سیلت غیر پلاستیک و ریز می باشد که ترکیبی متفاوت بر اساس سوخت زغال طبیعی است - جایگزینی **۲۰ تا ۵۰ درصد بجای سیمان** نتایج مطلوبی داشته است

اثرات میکرو سیلیس بر بتن تازه:

- افزایش سرعت هیدراتاسیون
- کاهش شدید کارآیی بتن تازه
- کاهش آب انداختگی و جداسدگی مخلوط تازه
- کاهش نفوذپذیری
- پیوستگی بهتر در منطقه انتقال



اثرات خاکستر بادی بر بتن تازه:

- کاهش حرارت اولیه هیدراتاسیون
- افزایش کارآیی بتن تازه
- کاهش نفوذپذیری
- مقاومت در برابر سولفاتها، کلریدها و واکنش های قلیایی

مصرف خاکستر بادی در بتن برای اولین بار در کشور امریکا در سال ۱۹۲۹ در
بتن سد هوور مورد استفاده قرار گرفت.

19

Hoover Dam





Thank you