



سلامة الاغذية



دانشکده فنی و حرفه ای میرزا کوچک صومعه سرا

**درس : فناوری بتن**

**مقطع : کاردانی پیوسته**

**مدرس : سید مرتضی عسکری رانکوه**

**آدرس ایمیل : [www.morteza.askari235@ymail.com](mailto:www.morteza.askari235@ymail.com)**

**جلسه : ششم**

بتن عمدتاً از دو قسمت تشکیل شده است:

- (۱) مصالح سنگی : حدود ۷۵-۶۰٪ حجم بتن
  - (۲) خمیر سیمان : حدود ۴۰-۲۵٪ حجم بتن
- از ۴۰-۲۵٪ خمیر سیمان، ۱۵-۷٪ را آب و ۲۱-۱۴٪ را سیمان تشکیل می‌دهد.

#### میزان آب در خمیر سیمان

این پارامتر با نسبت  $W/C$  نشان داده می‌شود که  $W$  وزن آب است و  $C$  وزن سیمان است. به صورت یک اصل نسبت  $W/C$  باید حتی‌الامکان کم باشد تا مقاومت بتن بیشتر شود. قسمتی از آب که در ساخت بتن مصرف می‌شود (حدود ۲۵٪ وزن سیمان) جذب ذرات سیمان شده و در واکنش شیمیایی هیدراسیون شرکت می‌کند. اما عملاً ساخت بتن با  $W/C$  مساوی ۰/۲۵ امکان‌پذیر نیست زیرا بتن حاصله بسیار سفت می‌شود و کارایی مناسب ندارد. بنابراین باید  $W/C$  را بین ۰/۴ تا ۰/۶ قرار داد تا بتوان به سهولت با بتن کار کرد. اگر نسبت  $W/C$  از ۰/۶ بیشتر باشد، آب اضافی در بتن تبخیر می‌شود و منجر به بروز فضای خالی در بتن و کاهش مقاومت آن می‌شود.

#### محاسن استفاده از آب به سیمان کمتر

- (۱) افزایش مقاومت فشاری و کششی بتن
- (۲) افزایش خاصیت آب‌بندی بتن (فضای خالی کمتری در بتن ایجاد می‌شود و روزه‌های کمتری برای عبور آب خواهیم داشت)
- (۳) کاهش جذب آب (به دلیل کاهش فضای خالی)
- (۴) پیوستگی بین لایه‌های متوالی در بتن‌ریزی
- (۵) افزایش چسبندگی بین میلگرد و بتن
- (۶) افزایش مقاومت در برابر شرایط جوی نامناسب
- (۷) کاهش افت و خزش
- (۸) کاهش آب انداختن بتن
- (۹) کاهش جداسازی دانه‌ها

#### محاسن استفاده از آب به سیمان بیشتر

$W/C$  زیاد فقط یک حسن دارد و آن هم روانی و کارایی بیشتر است. در هر حال کار کردن با بتنی که  $W/C$  آن ۰/۴ است امکان‌پذیر نیست.

#### بتن تازه

بتنی است که تازه ساخته شده و دارای خاصیت روانی و پلاستیسیته است. مهمترین مسئله در بتن تازه میزان کارایی آن است.

#### کارایی



به این مفهوم است که ریختن و کار کردن با بتن تازه ساده‌تر و راحت‌تر باشد. هر چقدر بتن سفت‌تر و خشک‌تر باشد، کارایی آن کمتر است.

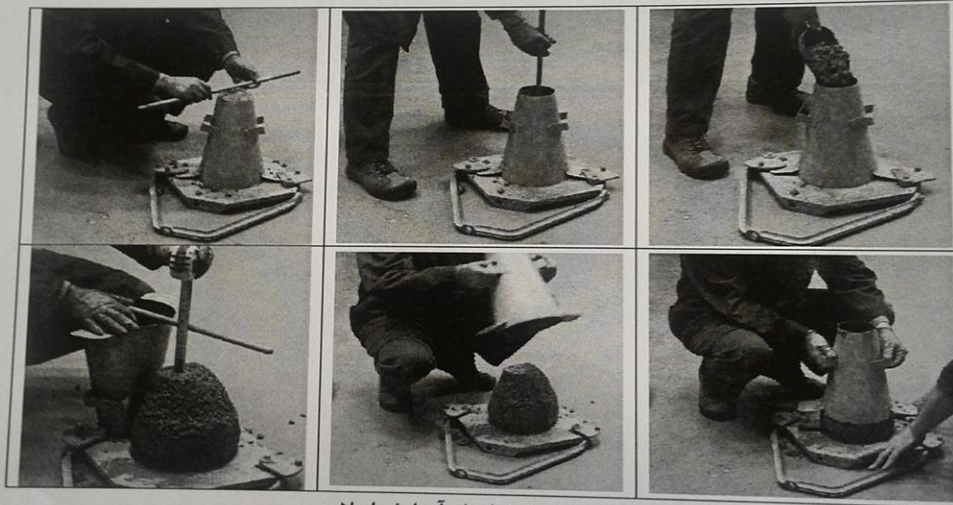
هر چقدر سنگ‌دانه‌ها ریزتر باشند، سطح مخصوص‌شان بیشتر است و مقدار آب بیشتری احتیاج دارند تا مرطوب شوند. در نتیجه کارایی و روانی بتن را کاهش می‌دهند.

ریزتر شدن دانه‌های سیمان نیز موجب کاهش کارایی بتن می‌شود.

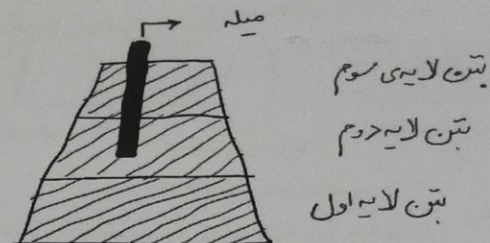
برای مشخص کردن درجه‌ی کارایی به صورت کمیّت عددی از آزمایش اسلامپ استفاده می‌شود.

#### آزمایش اسلامپ

در این آزمایش از یک مخروط ناقص به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده می‌شود. برای انجام این آزمایش، بتن تازه را در سه لایه داخل مخروط می‌ریزند و با میله هر لایه را ویریه می‌کنند به طوری که میله در لایه‌ی پایین فرو نرود (۲۵ ضربه). سپس سطح بتن را صاف می‌کنند و مخروط را به سمت بالا حرکت می‌دهند. بتن پس از بیرون آمدن مقداری افت می‌کند. میزان این افت بر حسب سانتی‌متر را اسلامپ یا کارایی بتن می‌گویند (شکل ۱۸).

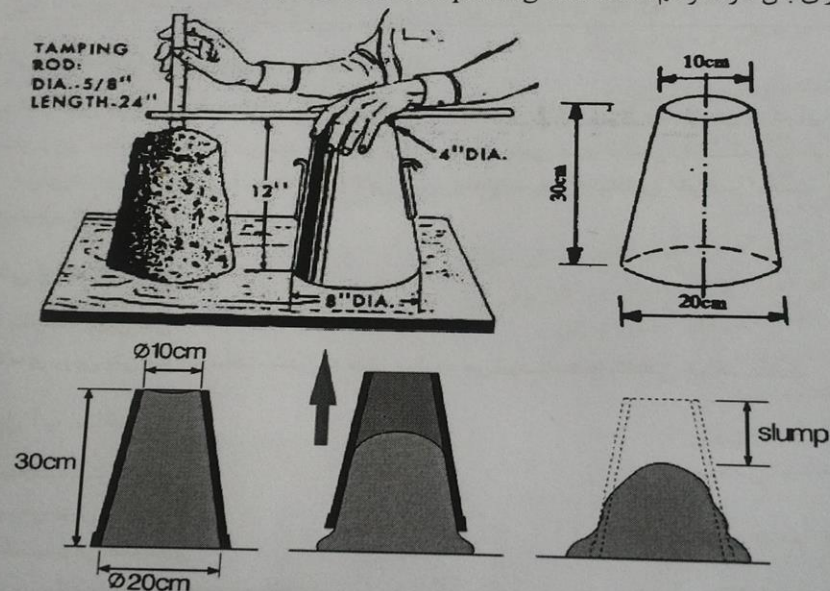


شکل ۱۸: مراحل انجام آزمایش اسلامپ



شکل ۱۹: لایه‌های مختلف بتن‌ریزی و نحوه تراکم هر لایه در آزمایش اسلامپ

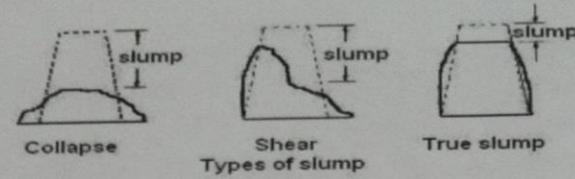
این افت می‌تواند از لحاظ نظری بین صفر ( برای بتن غلتکی (RCC-Rolled compacting concrete) تا ۳۰ سانتی‌متر (برای بتن خودتراکم (SCC-Self Compacting Concrete) باشد.



شکل ۲۰: آزمایش اسلامپ

در صورتی‌که در آزمایش اسلامپ نیمی از مخروط در صفحه‌ای مورب ریزش کند، اسلامپ برشی است و باید آزمایش تکرار شود (شکل ۲۱). در صورتیکه در تکرار آزمایش دوباره همین موضوع اتفاق بیافتد، نشان دهنده کم بودن چسبندگی بتن است. همچنین در صورتیکه مخروط فرو بریزد باید آب بتن کم شود.





شکل ۲۱: حالات مختلف اسلامپ

بدیهی است که هر چه اسلامپ کمتر باشد، خواص بتن سخت شده بهتر خواهد بود.

نوع بتن	اسلامپ مورد نیاز (بر حسب سانتی‌متر)
بتن بدون آرماتور و یا با آرماتور کم (بتن سفت)	۵-۲
بتن آرمه معمولی	۱۰-۵
بتن آرمه با تراکم آرماتور زیاد (بتن شل)	۱۲-۱۰

برخی مسائلی که ممکن است در بتن تازه به وجود بیاید

۱) آب انداختن بتن (Bleeding): به این صورت است که پس از بتن‌ریزی یک لایه‌ی نازک آب آغشته به سیمان روی سطح بتن ظاهر می‌شود. این آب از قسمت‌های پایین بتن، سیمان را شسته و با خود به سمت بالا می‌آورد. به همین در قسمت‌های بالایی بتن مقدار سیمان بیشتری خواهیم داشت و مقاومت قسمت‌های پایین بتن کمتر خواهد بود.

مشکلات ناشی از آب انداختن بتن

- الف) مقاومت پایین بتن
- ب) لایه‌ی رویی بتن پس از سخت شدن به مرور سائیده می‌شود و سطح ناصافی خواهد داشت.

مهمترین دلایل آب انداختن بتن

- الف) اسلامپ بیش از حد
  - ب) ویبره‌ی بیش از حد
  - ج) نامناسب بودن دانه‌بندی
- ۲) جداسدن دانه‌ها (Segregation): این پدیده به این صورت اتفاق می‌افتد که دانه‌های درشت‌تر به سمت پایین ته‌نشین شده و دانه‌ها ریزتر به سمت بالا منتقل می‌شوند و در نتیجه بتن حالت یکنواختی خود را از دست داده و توزیع دانه‌بندی به هم می‌خورد. چنین بتنی مقاومت پایینی خواهد داشت.

مهمترین دلایل جداسدن دانه‌ها در بتن

- الف) اسلامپ بیش از حد
- ب) ویبره‌ی بیش از حد
- ج) جابه‌جا کردن بتن در قالب

تراکم یعنی به حرکت در آوردن ذرات بتن به منظور کم کردن اصطکاک بین آنها و نهایتاً

خروج حباب های محبوس هوا از بتن

مقاومت بتن با افزایش تخلخل آ



زیرابه ازای هر یک درصد هوای

همچنین حباب های هوا، موجب

مهمترین عوامل افزایش تراکم د

درصد هوا، ویبره مناسب



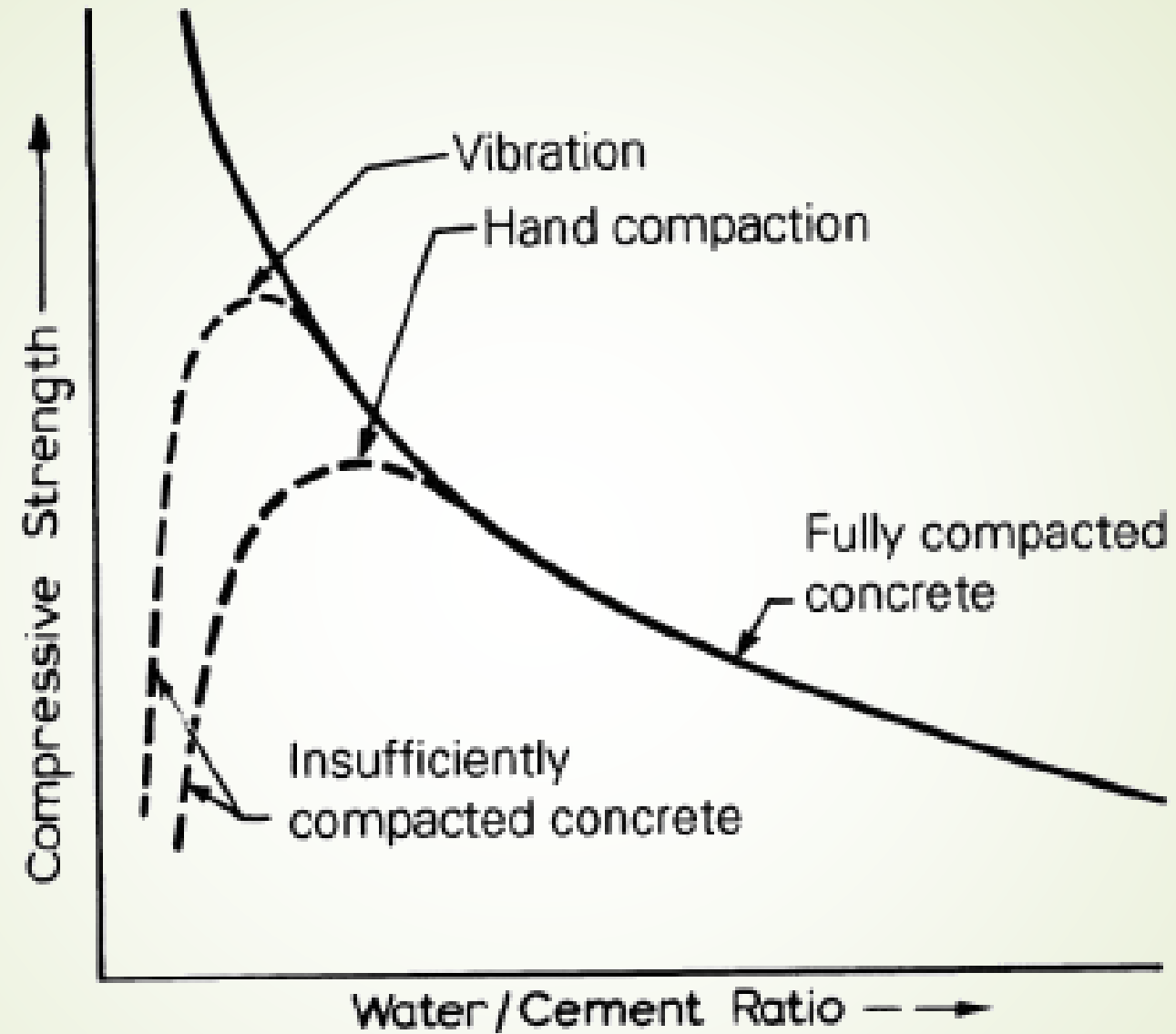


Fig. 6.1 The relation between strength and water/cement ratio of concrete

ویبراتورها در آزمایشگاه بتن با تعداد متفاوتی می توانند استفاده شوند که با طایفه‌های مختلف بتن‌های گدانه‌ها موقتاً از بین برود و بتن مانند

قسمت لرزانیده شده با هم  
رو رود.  
حباب هوا در داخل بتن

تکرار می شود.



(۱) متداو

(۲) ویبرا

همپوشان

(۳) ویبرا

باقی

(۱)

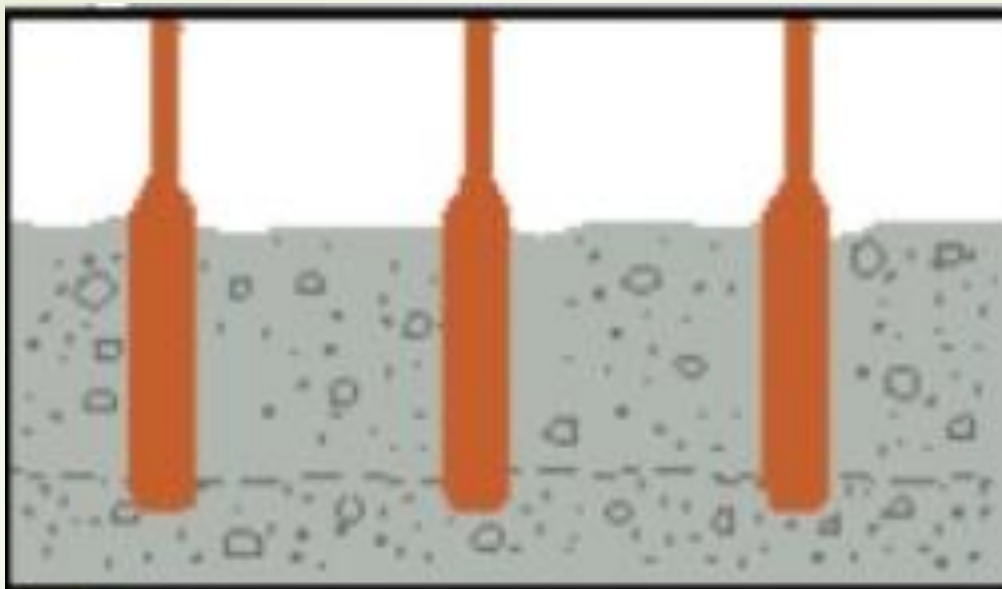
(۲) میا

(۲) بی

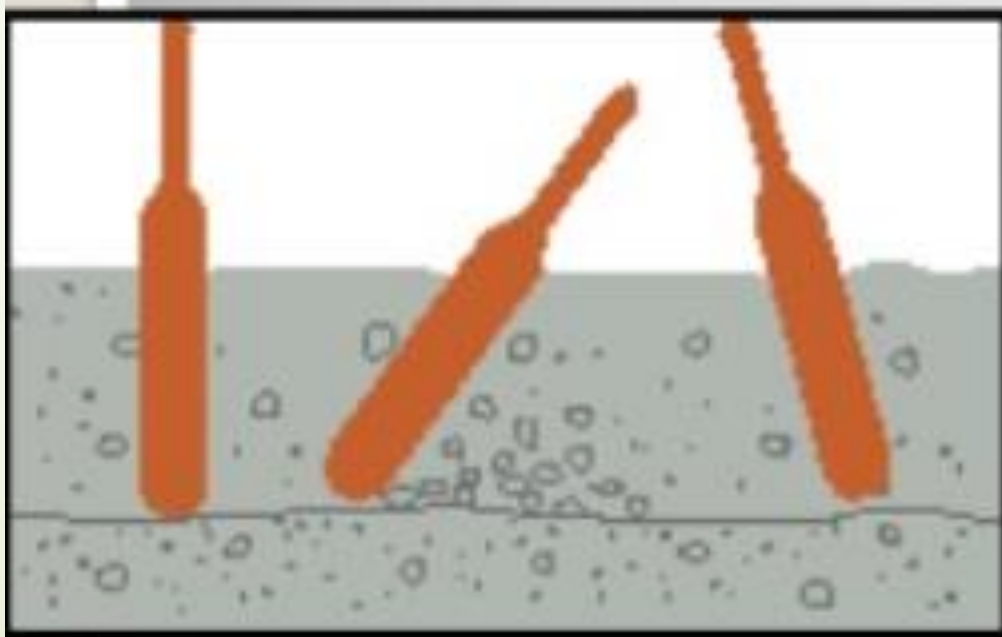
این

(۳) و از ا

- (۲) میزهای سقوط کننده
- (۳) دستگاههای با کوبنده موتوری
- (۴) دستگاههای مبتنی بر نیروی گریز از مرکز



روش صحیح



روش غلط



عوامل مؤثر بر انتخاب روش تراکم:

- (۱) نوع بتن
- (۲) روانی بتن
- (۳) حجم بتن ریزی
- (۴) میزان آرماتورها، فاصله بین آنها تراکم
- (۵) نوع روش انتقال و جای دادن بتن (نظیر استفاده از پمپ بتن)
- (۶) پیچیدگی قالب بندی و شکل هندسی عضو یا اعضا
- (۷) امکانات موجود

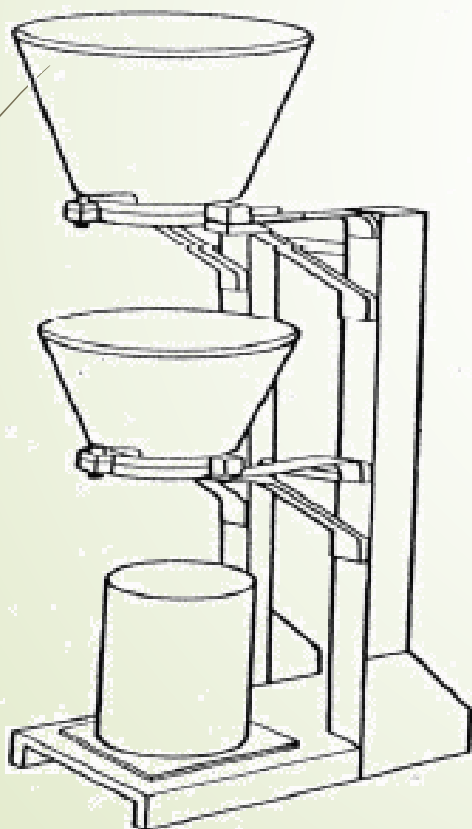


مخلوط های با کارآیی بیشتر به فرکانس بیشتری نیاز دارند.

■ برای تعیین میزان تراکم مخلوط با اعمال کار مشخص استفاده می شود.

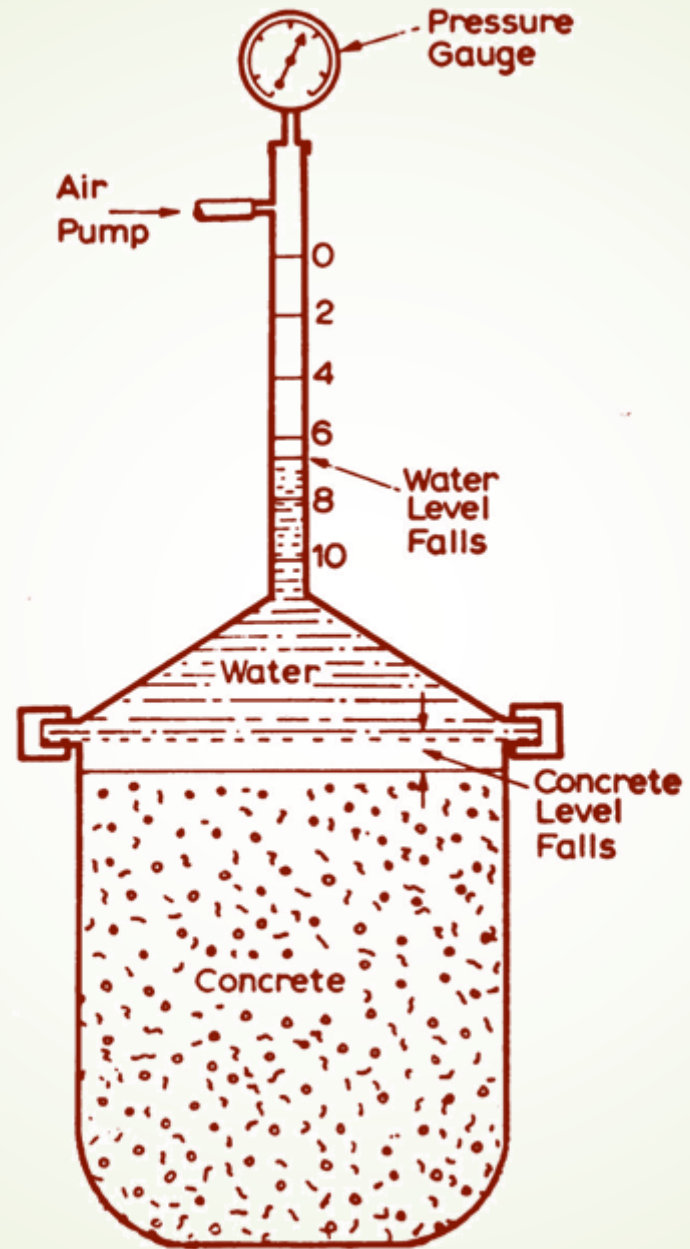
■ چگالی مخلوط را که پس از دو مرحله عبور از دو مخروط ناقص به داخل استوانه ریخته شده است محاسبه کرده و بر چگالی همین مخلوط در حالتی که در ۴ مرحله در قالب ریخته شده و متراکم شده است تقسیم می کنیم.

■ هرچه این عدد به ۱ نزدیکتر باشد کارایی مخلوط بیشتر است.



- میزان هوای موجود در بتن از زوایای مختلفی مثل مقاومت در برابر سیکل های متناوب انجماد و ذوب دارای اهمیت است.
- روش های متفاوتی برای اندازه گیری درصد هوا وجود دارد که یکی از معتبرترین آنها روش فشار است. در این روش ابتدا در ظرف مخصوصی در چند مرحله بتن ریخته و متراکم می شود سپس درب ظرف را گذاشته و مقدار معینی آب به داخل ظرف ریخته می شود سپس با اعمال فشار مشخص و سپس برداشتن فشار مقدار کاهش سطح آب که معادل حجم هوای موجود در مخلوط است بو دست می آید





## ۱- آب انداختن بتن :

✓ در حقیقت نوعی جدایی در بتن می باشد که در آن قسمتی از آب مخلوط به بالا و سطح بتن آمده و از دانه ها جدا می شود

✓ علت آن عدم توانایی ذرات جامد در نگه داشتن همه ی آب مخلوط بین خود و جلوگیری از ته نشین شدن آن ها می باشد

### اثرات نامطلوب آب انداختن بتن:

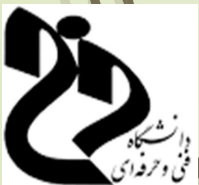
❖ در اثر آب انداختن بتن لایه بالای بتن بسیار پر آب شده و با ریختن لایه بعدی بتن بر روی آن و محبوس شدن این آب اضافی، لایه ای بسیار ضعیف و متخلخل و کم دوام از بتن بین هر دو لایه ایجاد می شود.

❖ علاوه بر جمع شدن آب در سطح بتن مقداری از آب بالا آمده در زیر سنگدانه های درشت و یا زیر آرماتورها محبوس شده و ناحیه ای با چسبندگی بسیار ضعیف را ایجاد می کند.

❖ در صورت مخلوط کردن مجدد این آب اضافی سطحی به هنگام پرداخت بتن لایه سطحی کم مقاومت در مقایسه سایش ایجاد می شود.

❖ اگر سرعت تبخیر آب سطحی بتن بیش از سرعت آب انداختن آن باشد، ترک های جمع شدگی پلاستیک به وجود خواهد آمد.

❖ در لایه های نازک و روسازی ها خطر یخبندان بتن را تشدید می کند



■ آب انداختن بتن همواره زیانبار نخواهد بود. بلکه اگر این عمل دست نخورده بماند و آب بخار شود باعث افزایش مقدار سیمان به آب و در نتیجه افزایش مقاومت بتن می شود ولی اگر آب بالا آمده به همراه خود مقدار قابل توجهی ذرات ریز سیمان را به بالا و سطح بتن بیاورد که اصطلاحاً به آن شیره بتن گویند که این شیره ( لایه ) در بالای سطح، سطحی کاملاً متخلخل و کم مقاومت در مقابل سایش ایجاد می کند و چسبندگی را با لایه روی خودش کم می کند به همین دلیل همواره باید شیره ی فوق با برس زدن و شستن از سطح بتن پاک شود.

■ مهمترین دلایل آب افتادگی بتن عبارتند از اسلامپ بیش از حد بتن ، ویبره بیش از حد و نیز دانه بندی نا مناسب

■ هر چه سیمان ریزتر شود آب انداختن کاهش می یابد

■ افزایش مواد هوازا، مواد پوزولانی و پودر آلومینیوم این خطر را کاهش می دهد.



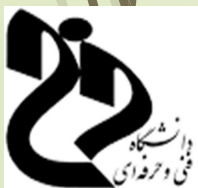
جدایی عبارتست از برهم خوردن یکنواختی پخش ذرات که سبب جدا شدن اجزاء یک مخلوط ناهمگن می شود در بتن این امر در اثر اختلاف دانه بندی و اندازه ی دانه ها ایجاد می شود که ۲ نوع جدایی مشاهده می شود :

(الف) در نوع اول : دانه های درشت تر به علت حرکت سریع تر در شیب ها نسبت به ریز دانه تمایل به جدایی از سایر دانه ها دارند. ( مخلوط های خیلی خشک )

(ب) در نوع دوم : جدایی که معمولاً در مخلوط های آب دار اتفاق می افتد ( جدا شدن دوغاب سیمان و آب از سایر اجزاء مخلوط ) ( مخلوط بسیار تر و آبدار )

### عوامل جدایی دانه ها :

- (۱) پرتاب بتن از یک فاصله قابل ملاحظه به داخل قالب.
- (۲) عبور از ناودانی های طولانی که گاه با تغییر جهت همراه است.
- (۳) تخلیه بتن بر عکس یک مانع موجود.
- (۴) حمل بتن به مسافت های طولانی.
- (۵) استفاده ناصحیح از ویبراتور.



زندگی قانون باورها و لیاقت هاست

همیشه باور داشته باش که لایق بهترین هایی



پایان