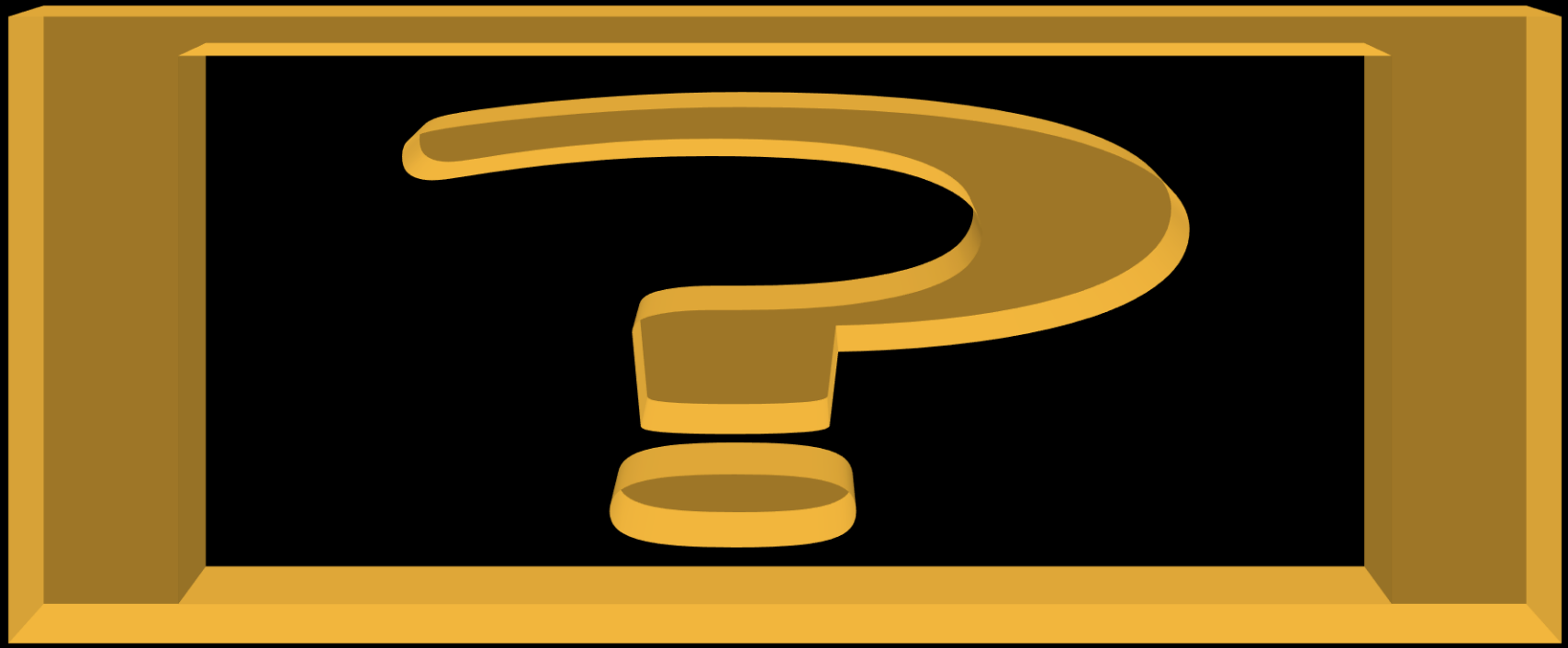


دستور العمل اجرایی ساخت بتن در کارگاه هایی با امکانات فنی و اجرایی محدود

تدوین و تالیف:

دکتر پرویز قدوسی

مهندس امیرمازیار امیر قاسمی

همکاران:

دکتر علی اکبر رمضانیانپور

دکتر طیبه پرهیزگار

دکتر هرمز فامیلی

دکتر محسن تدین

دستور العمل اجرايي ساخت بتن در كارگاه هايي با امكانات فنی و اجرايي محدود

محسن تدين ، دكتراي سازه (تكنولوژي بتن)

عضو هيات علمي دانشگاه بوعلي سينا

مدرس دانشگاه علم و صنعت ايران و انجمن بتن ايران

E-mail : tadayonmoh@yahoo.com

Fax : 02122901355

پيشگفتار

امروزه در صنعت ساخت اگر ازبتن به عنوان گسترده‌ترين مصالح ساختماني نام برده شود، گزافه‌گويي نشده است. مصرف اين ماده ساختماني در اكثر ساختمانهاي كشورمان مشاهده مي‌شود. اما برخلاف فولاد كه كنترل كيفيت آن دركارخانه توليد كننده به طور مستمر انجام مي‌گردد، كنترل كيفيت بتن در كارگاهها به طور مستقل صورت مي‌پذيرد. بنابراين كيفيت بتن تابع سطح كنترل در كارگاه‌ها مي‌باشد. اين امر باعث شده است كه در بسياري از كارگاه‌ها به دليل عدم اطلاعات كافي كيفيت بتن در حد انتظار نباشد.

كيفيت بتن بخصوص در كشور ما از اهميت بيشتري برخوردار است زيرا متأسفانه كشور ما داراي اقليمهاي متفاوت و همچنين زلزله‌خيز مي‌باشد. هر چند كنترل كيفيت بتن و اهميت دادن به ساخت مطلوب بتن، هزينه ساخت را افزايش مي‌دهد، امامسلماً از خسارتهاي هنگفت احتمالي و كاهش عمر مفيد سازه‌ها جلوگيري مي‌شود. اين مهم بخصوص در هنگام وقوع زلزله بسيار حائز اهميت است.

اين دستورالعمل با نگرش بهبود وضعيت ساخت بتن در كارگاه‌هاي كوچك تأليف و تدوين شده است. بر همين اساس بدون كاستن از بار علمي مطالب، براي كارگاههايي كه داراي امكانات محدود مي‌باشند، مفيد است. هر چند اكثر اصول اشاره شده براي كارگاه‌هاي بزرگ نيز قابل استفاده مي‌باشد. از طرف ديگر به دليل روش نگارش با زبان ساده، اين دستورالعمل براي تكنسين‌ها و تمام دست اندركاران ساخت مفيد مي‌باشد.

اميد است با اهميت دادن به نكات و مسايل اجرايي ارائه شده در آيين‌نامه‌ها و كتاب حاضر شاهد بهبود كيفيت اجراي بتن در كشور باشيم.

فهرست

فصل 1 : انبار کردن مصالح در کارگاه

فصل 2 : توزین و پیمانه کردن اجزا مخلوط

فصل 3 : اختلاط بتن

فصل 4 : بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

فصل 5 : انتقال بتن

فصل 6 : کنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

فصل 7 : عمليات بتن ريزي

فصل 8 : متراکم کردن بتن

فصل 9 : پرداخت سطح بتن

فصل 10 : درز انقباض (جمع شدگي)

فصل 11 : درز ساخت

فصل 12 : عمل آوري بتن

فصل 13 : بتن ريزي در هواي سرد

فصل 14 : بتن ريزي در هواي گرم

فصل 15 : قالب بندي

فصل 16 : ميلگرد گذاري

فصل 17 : کنترل کيفي بتن تازه و سخت شده

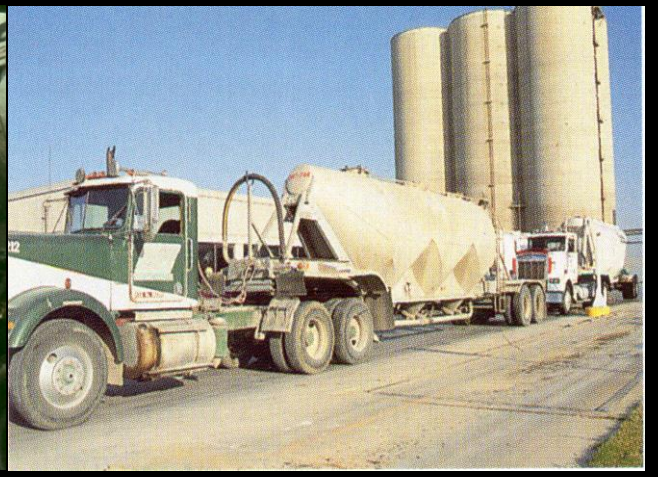
انبار کردن مصالح در کارگاه

- روش انبار کردن مصالح، در بهبود کیفیت عملکرد سازه بتن مسلح تأثیر بسزایي مي گذارد. حتي اگر تمام مراحل اجرا در حد مطلوب انجام گیرد، در صورت انبار کردن مصالح، در شرایط نامناسب، مقاومت و دوام بتن مورد نظر حاصل نمي گردد. در این بخش، نحوه صحیح انبار کردن مصالح براي ساخت بتن ارائه شده است.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سیمان سیمان فله اي

• ***سیمان فله‌اي :*** در اين حالت، سيمان بدون بسته‌بندي توسط كاميون‌هاي مخصوص حمل سيمان كه به بونكر موسوم است از كارخانه سيمان به كارگاه منتقل مي‌گردد. براي تخليه سيمان از بونكر، از يك پمپ باد كه بر روي بونكر نصب است، استفاده مي‌شود. پس از توقف بونكر در نزديك سيلو، لوله مخصوص تخليه به لوله بارگيري سيلو متصل مي‌گردد و سپس سيمان با فشار از طريق لوله بالاي سيلو به درون آن مي‌ريزد. سيلو، مخزن فلزي است كه مقطع آن دايره است و قسمت پايين مخزن به شكل مخروط است.



نحوه انتقال سیمان

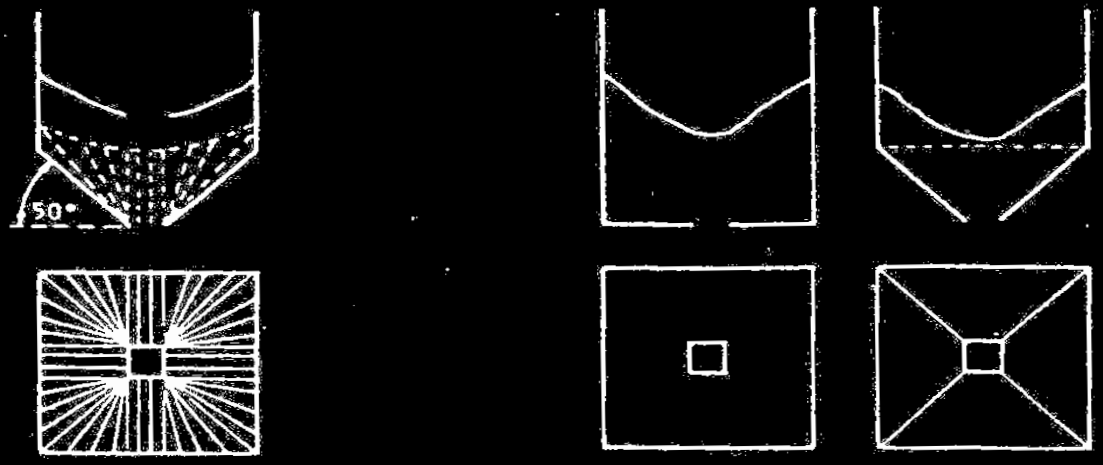
(سمت راست)
از سیلو به بونکر

(سمت چپ)
تخلیه سیمان به
داخل سیلو

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سیمان سیمان فله اي

• براي انبار كردن سيمان فله‌اي موارد زير توصيه مي‌شوند :
1- سطح داخلي سيلو بايد كاملاً صاف باشد تا تخليه ذرات سيمان به راحتي انجام گردد. شيب قسمت مخروطي سيلو بايد حداقل 50 درجه باشد. به مرور زمان ذرات سيمان به ديواره اطراف سيلو مي‌چسبد كه بهتر است هر چند وقت يكبار با فشار ملايم باد، سيلو را پاك و تميز كرد. شكل زير، شكل هندسي سيلو را به صورت غلط و صحيح نشان مي‌دهد.



صحيح
شيب سيلو در قسمت پايين 50 درجه است تا خروج سيمان به راحتي انجام شود.

غلط
چنانچه قسمت پايين سيلو مسطح و يا چهار طرف آن صاف باشد، سيمان بصورت مخلوط و يكنواخت خارج نمي شود.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سیمان سیمان فله اي

- براي انبار كردن سيمان فله‌اي موارد زير توصيه مي‌شوند :

2- سيمان فله را بايد در سيلوهاي فلزي استاندارد انبار كرد. لازم است از انبار كردن سيمان فله‌اي در انبارهاي غير استاندارد و ساخته شده با مصالح بنايي خودداري نمود.

3-انتهاي قيف بايد حدود 5/1 متر از زمين فاصله داشته باشد و قطر آن حدود 20 سانتيمتر باشد.

4- ارتفاع كل سيلو از سطح زمين بايد به 15 متر محدود شود تا بتوان با وسايل موجود آن را پر نمود و فشار وارده بر سيمان‌هاي زيرين افزايش نيابد.

5- در بالاي سيلو بايد يك هواكش كلاهك دار تعبيه شود تا هواي سيلو در هنگام بارگيري تخليه گردد.

انبار كردن مصالح در كارگاه

انبار كردن سيمان سيمان فله اي

• براي انبار كردن سيمان فله‌اي موارد زير توصيه مي‌شوند :

6- حداقل ضخامت ورق فولادي سيلو در پايين 5 ميليمتر بوده و مي‌توان بتدريج آن را در بالا به 3 ميليمتر كاهش داد.

7- براي كنترل ارتفاع سيمان و هواكش، سيلو بايد داراي نردبان فلزي باشد.

8- توصيه مي‌شود سيستم هوادهي براي ايجاد تلاطم در توده تحتاني سيمان جهت جلوگيري از كلوخه شدن زود هنگام آن به كار گرفته شود.

9- سيمان‌هاي مختلف و حتي سيمان‌هايي كه از يك نوع هستند و از دو كارخانه مختلف تهيه شده‌اند، نبايد در يك سيلو نگهداري شوند و براي هر نوع سيمان بايد سيلوي مجزا درنظر گرفته شود.

10- توصيه مي‌شود از انباشتن سيمان‌هاي داغ در سيلو خودداري شود، زيرا باعث كاهش كيفيت آن مي‌گردد.

انبار كردن مصالح در كارگاه

انبار كردن سيمان سيمان فله اي

• براي انبار كردن سيمان فله‌اي موارد زير توصيه مي‌شوند :

11- در كارگاه‌هايي كه امكان استفاده از سيلوهاي فلزي وجود ندارد، در صورت رعايت كليه موارد فني و اجرايي مي‌توان از سيلوهاي ديگر استفاده نمود. در اين گونه موارد توجه به نكات زير الزامي است :
- ارتفاع كف سيلو بايد از تراز زمين‌هاي مجاور خود بيشتر باشد، تا آب به داخل سيلو وارد نشود.
- كليه سطوح داخلي سيلو بايد در مقابل نفوذ رطوبت عايق گردد.
- سيلو بايد به گونه‌اي ساخته شود كه امكان باقي مانده سيمان در گوشه و يا زواياي آن وجود نداشته باشد.
- دريچه‌هاي ورودي و خروجي سيمان بايد به گونه‌اي طراحي شوند، كه هنگام برداشت سيمان، هميشه ابتدا سيمان‌هاي قديمي‌تر خارج گردند.
- در قسمت فوقاني سيلو بايد يك دريچه كوچك محافظت شده براي خروج رطوبت و عدم تعريق تعبيه گردد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سیمان سیمان کیسه اي

- ***سيمان پاكتي (كيسه‌اي)*** : سيمان پاكتي همان طور كه از نامش پيداست، توسط كارخانه در پاكت با وزن معين بسته‌بندي و عرضه مي‌شود. سيمان پرتلند نبايد در تماس با رطوبت انبار گردد، بلكه بايد به صورت خشك نگهداري شود تا از خرابي آن جلوگيري به عمل آيد. سيمان پرتلند به رطوبت حساس است، اما اگر به صورت خشك نگهداري شود، برا ي مدت طولاني‌تر كيفيت خود را حفظ مي‌كند. زمان گيرش سيمان پرتلند كه در تماس با رطوبت انبار شود، نسبت به سيماني كه خشك نگهداري شود، طولاني‌تر بوده و مقاومت كمتري رانشان مي‌دهد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سیمان سیمان کیسه اي

• در هنگام استفاده از سيمان‌هاي پاكتي موارد زير بايد رعايت شود :

1-در صورت امكان، پاكت‌ها بايد در انبار سرپوشيده و يا زير سايبان نگهداري شوند و در صورت خشك نبودن كف سايبان، بايد پاكت‌ها را بر روي تخته چوبي قرار داد. در كارگاه‌هاي كوچك كه ساخت انبار يا سايبان مقدور نيست، پاكتها را بايد هميشه بر روي سكوهاي چوبي قرار دادو روكشهاي ضد آب بايد تا روي لبه سكوها ادامه يابند تا از نفوذ باران به سيمان و سكو جلوگيري شود. در شكل 3، نحوه صحيح نگهداري پاكت‌هاي سيمان نشان داده شده است.

2- كف انبار بايد بين 80 تا 120 سانتيمتر از سطح زمين بالاتر باشد تا از ورود آب، نشت برف انبار شده در پشت ديوارها و حركت نم رو به بالا، حتي‌الامكان محافظت گردد، همچنين تخليه آن از تريلي حامل پاكت سيمان ساده‌تر است.

3- سقف و ديوارها بايد حتي‌الامكان آب‌بندي و نم‌بندي باشد. كف انبار بايد با بلوكاژ يا عايق مناسب نم‌بندي گردد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سیمان سیمان کیسه اي

- در هنگام استفاده از سيمان‌هاي پاكتي موارد زير بايد رعايت شود :

4- انبار داراي حداقل تعداد درب و پنجره باشد و ارتفاع انبار حتي‌الامكان كم و به 40/2 متر محدود شود.

نحوه صحيح نگهداري
پاكت‌هاي سيمان

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سیمان سیمان کیسه اي

• در هنگام استفاده از سيمان‌هاي پاكتي موارد زير بايد رعايت شود :

5- پاكت‌هاي سيمان بايد با فاصله از ديوار چيده شوند تا رطوبت ديوار را جذب نكنند. فاصله حدود 20 سانتيمتر مناسب است.

6- فاصله بين پاكت‌ها بستگي به رطوبت هوا دارد. اگر سيمان در نواحي خشك انبار مي‌شود مي‌توان بين پاكت‌ها چند سانتيمتر فاصله گذاشت تا جريان هوا بين پاكت‌ها باعث خشك شدن شود. در مناطق مرطوب، بايد پاكت‌ها را بهم چسباند تا رطوبت كمتري به آنها برسد.

7- ارتفاع و تعداد پاكت‌هايي كه رويهم چيده مي‌شود، عملاً تابع شرايط محيطي، نوع سيمان و مدت انبار كردن مي‌باشد. فشار وارده به پاكت‌هاي سيمان يكي از عواملي است كه در كلوخه شدن سيمان موثر است. توصيه مي‌شود كه در مناطق خشك، حداكثر 12 پاكت رويهم چيده شود و در مناطق مرطوب تعداد پاكت‌هاي رويهم حداكثر به 8 رديف محدود گردد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

شرایط سیمان قبل از مصرف

• سيماني كه به مدت طولاني انبار شود ممكن است به صورت كلوخه‌هاي فشرده درآيد. اين گونه كلوخه‌هاي سيمان را مي‌توان با غلتاندن پاكتها روي كف خرد كرد. به هر حال سيمان بايد در زمان مصرف به صورت پودر فاقد كلوخه باشد. در صورتي كه كلوخه‌ها به سهولت خرد نشوند، بايد سيمان را قبل از مصرف مورد آزمايشهاي استاندارد قرار داد. قابل ذكر است، خرد كردن كلوخه‌ها باعث رفع فساد سيمان نمي‌گردد و تنها موجب بهبود نسبي كيفيت بتن ساخته شده مي‌شود. به هر صورت، هر گاه كيفيت سيمان مشكوك باشد بايد نسبت به آزمايش مقاومت فشاري ملات ماسه سيمان استاندارد يا آزمايش افت وزني ناشي از سرخ شدن مبادرت نمود. به طور كلي انبار كردن سيمان به مدت طولاني در كاهش مقاومت و دوام بتن نقش بسزايي دارد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

کنترل سنگدانه ها قبل از انبار کردن

• بدليل اينكه احتمال دارد كيفيت سنگدانه‌هاي خريداري شده در مدت زمان اجراي يك پروژه تغييراتي داشته باشد، بايد قبل از انبار كردن سنگدانه به نكات زير توجه شود:

1- مواد ريزدانه در بسياري از معادن شن و ماسه مشاهده مي‌شود. آلودگي سنگدانه‌ها به اين عناصر سبب كاهش كارايي، افزايش جمع شدگي و كاهش مقاومت بتن مي گردد. در بعضي از موارد كه مقدار رس زياد است، امكان تخريب بتن وجود دارد، زيرا براثر تر و خشك شدن بتن، رس دچار تورم و جمع‌شدگي مي‌شود. چنانچه رس و شيل به سنگدانه‌ها چسبيده باشد، خطر بيشتري براي بتن دارند، زيرا از چسبندگي سنگدانه‌ها به خمير سيمان جلوگيري مي كند.
اگر مصالح سنگي از نوع شكسته باشد، مقداري پودر سنگ در مصالح وجود خواهندداشت كه در صورت كم بودن مقدار آن، چندان مشكل ساز نخواهد بود. حداكثر وزن مجاز مواد ريزدانه در ماسه 3 درصد براي بتن تحت سايش و 5 درصد براي ساير بتن‌هاست. در مورد ماسه شكسته اگر سنگدانه فقط حاوي پودر سنگ است مي‌توان مقادير مجاز را به ترتيب براي بتن تحت سايش و ساير بتن‌ها، 5 و 7 درصد در نظر گرفت. براي تعين مقدار مواد ريزدانه مي‌توان از دو روش آزمايشگاهي و كارگاهي استفاده نمود.

انبار کردن مصالح در کارگاه

تعیین مقدار مواد ریز دانه روش آزمایشگاهي

• ***الف- روش آزمایشگاهي :*** در روش آزمایشگاهي که به ذرات ریز الك نمره 200 (75 میکرومتر) موسوم است، سنگدانه بر روي الك نمر ه 200 شستشوي مي‌شود و مقدار ذرات عبور کرده از الك اندازه‌گیري مي‌شود، این ذرات که از الك عبور کرده‌اند نشان دهنده مقدار مواد ریزدانه است ، بنابراین :

$$A = \frac{B-C}{B} = 100$$

A = درصد مواد عبور کرده از الك نمره 200
B = وزن اولیه نمونه خشك شده به گرم
C = وزن خشك نمونه، پس از شستشو به گرم

انبار کردن مصالح در کارگاه

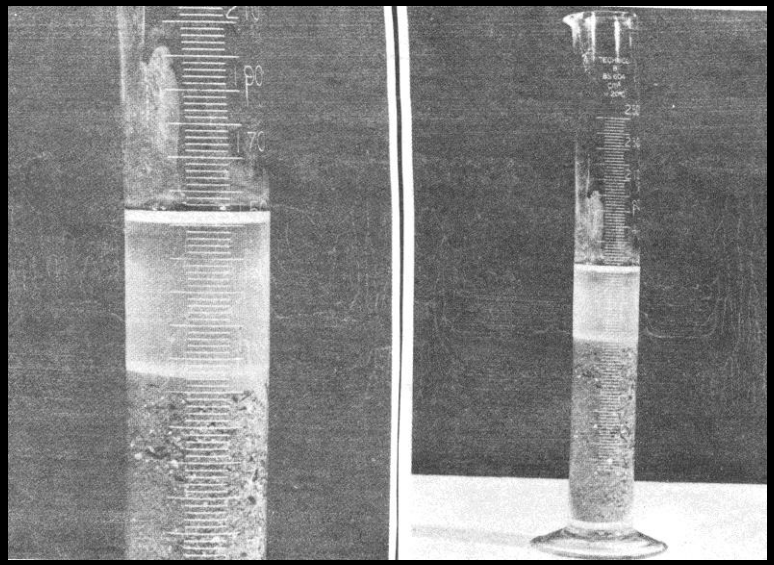
تعیین مقدار مواد ریز دانه روش کارگاهي

• **ب- روش کارگاهي** : اين روش كاملاً تقريبي است، اما آن را مي‌توان به آساني درکارگاه انجام داد. براي انجام دادن آزمايش، ابتدا محلول آب نمك 1 درصد (2 قاشق چايخوري نمك در يك ليتر آب) به مقدار 50 ميلي ليتر در ظرف استوانه‌اي شيشه‌اي به ظرفيت 250 ميلي ليتر ريخته مي‌شود. بتدريج مقداري ماسه در داخل ظرف ريخته شود تا حجم ماسه به 100 ميلي ليتر برسد. سپس مقدار بيشتري از محلول نمك به داخل ظرف ريخته شود تا حجم كل مواد به 150 ميلي ليتر برسد. ظرف رابايد تكان داد تا ذرات رس چسبيده به سنگدانه‌ها جدا شوند. سپس ظرف را بر روي يك سطح صاف قرار داده و به طور ملايم، بر روي سطح ضربه زده شود تا سطح تراز گردد. بعد از مدت 3 ساعت ، ارتفاع مواد ريزدانه بر روي سطح ماسه اندازه‌گيري مي‌شود و مقدار مواد ريزدانه بر حسب درصد ارتفاع مواد ريزدانه بر روي سطح ماسه به ارتفاع كل ماسه محاسبه مي‌گردد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

تعیین مقدار مواد ریز دانه روش کارگاهي

• اگر مقدار مواد ریزدانه کمتر از 10 درصد حجمي باشد، استفاده از آن بلامانع است ، اما در غیر این صورت باید آزمایش به روش آزمایشگاهي انجام شود. باید توجه کرد که روش کارگاهي، مقدار مواد ریزدانه را بر حسب حجم تعیین مي کند و تبدیل آن به وزن مشکل است. اما به عنوان راهنماي کلي و تقریبي، براي تبدیل حجم به مقدار وزني ، باید نسبت حجمي را در مورد ماسه گردگوشه به چهار و در مورد ماسه شکسته، به دو تقسیم نمود. شکل زیر ، آزمایش تعیین مواد ریزدانه کارگاهي را نشان مي‌دهد.



انبار کردن مصالح در کارگاه

تعیین مقدار مواد ریز دانه روش کارگاهي

• آلودگي سنگدانه‌ها به کلرید سبب خوردگي میلگرد و آلودگي به سولفات سبب ترك خوردگي و انبساط بتن مي‌گردد. بنابراین باید قبل از مصرف سنگدانه‌ها، آزمایشهاي مربوط بر روي آنها انجام شود و با مقادیر مجاز ذکر شده در آیین نامه بتن ایران (آبا) مقایسه گردند.

• بعضي از انواع سنگدانه‌ها با قلیایي موجود در سیمان واکنش شیمیایي انجام مي دهند و درنتیجه بتن، منبسط شده و تخریب مي‌گردد. تشخیص فعال بودن سنگدانه‌ها فقط با تعیین نوع سنگدانه و یا با مشاهده ظاهري سنگدانه امکان پذیر نیست، بلکه باید آزمایش‌هایي بر روي سنگدانه‌ها انجام گردد. در صورت عدم وسایل انجام دادن آزمایش، بهترین روش استفاده از سنگدانه‌هایي است که قبلاُ مورد استفاده ویا آزمایش قرار گرفته‌اند. این روش نتایج نشان مي‌دهد که سنگدانه‌هاي معدن مذکور واکنش زا نیست، اما به هر حال باید از سیمان با قلیائي کم استفاده نمود.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سنگدانه ها

• از آنجاکه سه چهارم حجم بتن را مصالح سنگي تشكيل مي‌دهد، روش انبار كردن و نگهداري مصالح سنگي اهميت زيادي دارد، يكي از مشكلاتي كه در هنگام انباشتن سنگدانه‌ها در كارگاه مشاهده مي‌شود، جدا شدن ذرات دانه هاي سنگي است. مصالح سنگي دانه‌بندي شده ممكن است در هنگام عمليات انباشتن دچار عارضه جداشدگي دانه‌ها شوند. براي كنترل جداشدگي ذرات مصالح سنگي و به طور كلي انبار كردن صحيح سنگدانه‌ها موارد زير بايد رعايت گردد، همچنين شكل صفحه بعد ، روشهاي صحيح و نادرست انبار كردن را نشان مي‌دهد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سنگدانه ها

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سنگدانه ها

• در هنگام انبار کردن سنگدانه‌ها موارد زیر باید رعایت گردد :

1- براي اجتناب از جدا شدن ذرات نبايد انباشته سنگدانه‌ها داراي ارتفاع زياد باشد، زيرا دانه‌هاي بزرگتر جدا شده و به پايين انتقال مي‌يابند. بهترين روش براي انباشتن سنگدانه استفاده از كاميون است، به نحوي كه تخليه مصالح در كنار يكديگر انجام پذيرد، تا بدين وسيله، انباشته‌هاي كوچك در مجاور هم ايجاد گردد. روش ديگر انباشتن سنگدانه، استفاده از كلامشل (چنگك) است كه سنگدانه‌ها را در طبقات با لايه‌هاي مختلف انبار مي كند.

2- عبور كاميون از بالاي انباشته و تخليه سنگدانه‌ها در انتهاي آن مجاز نيست، زيرا سبب جدا شدن دانه‌ها مي گردد. بهتر است لودر از كنار انباشته سنگدانه‌ها و از قسمت بالا به پايين، سنگدانه‌ها را برداشت نمايد و تمام لايه‌هاي افقي به طور همزمان مورد استفاده قرار گيرند. به طور كلي كاميونها و لودرها نبايد بر روي انباشته رفت و آمد نمايند، زيرا نه تنها باعث شكستن سنگدانه‌ها مي‌شوند، بلكه مواد مضر و آلوده را نيز به آن منتقل مي كنند.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سنگدانه ها

• در هنگام انبار کردن سنگدانه‌ها موارد زیر باید رعایت گردد :

3- سنگدانه‌ها باید روي سطح زمين سخت و خشك انبار شوند. اگر چنين مكاني در كارگاه وجود ندارد، بهتر است كه سنگدانه‌ها را بر روي سكوي بتني به ضخامت 10 سانتيمتر ريخت.

4- بهترين روش براي اجتناب از تغييرات دانه‌بندي و جدا شدن دانه‌ها، انبار كردن سنگدانه‌ها در اندازه‌هاي مختلف به طور جداگانه مي‌باشد. براي آنكه از مخلوط شدن اندازه‌هاي متفاوت سنگدانه‌ها جلوگيري شود، بهتراست در بين آنها ديوار جدا كننده ساخت. شكل 5 ، نحوه صحيح نگهداري سنگدانه‌ها با دانه‌بندي مختلف را نشان مي‌دهد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سنگدانه ها

- در هنگام انبار کردن سنگدانه‌ها موارد زیر باید رعایت گردد :

5- در کارگاه‌ها باید از انباشتن سنگدانه‌ها به طور مستمر نمونه‌برداري شود و آزمایش دانه‌بندي انجام پذیرد تا از انطباق آنها با دانه‌بندي مورد نظر اطمینان حاصل گردد. در صورتي که دانه‌بندي سنگدانه‌ها با دانه‌بندي مورد نظر منطبق نباشد باید نسبت به اصلاح آن اقدام شود.

استفاده از دیوار جدا کننده در نگهداري سنگدانه‌ها

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن سنگدانه ها

- در هنگام انبار کردن سنگدانه‌ها موارد زیر باید رعایت گردد :

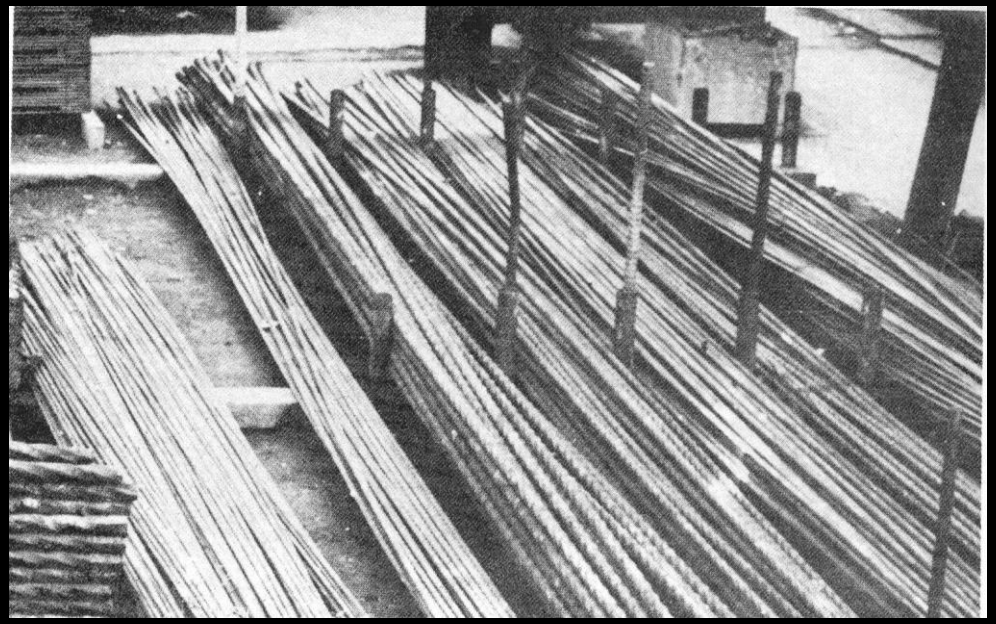
6- تغییر در مقدار رطوبت سنگدانه‌ها سبب تغییر مقدار کاراي در پیمانه‌هاي مختلف بتن مي‌گردد. مقدار رطوبت سنگدانه‌ها باید به طور مستمر مورد آزمایش و اندازه‌گیري قرار بگیرد و در صورت لزوم نسبت به تغییر مقدار آب مخلوط و همچنین طرح اختلاط اقدام گردد.

انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن میلگرد ها

- در هنگام انبار کردن میلگردها باید موارد زیر رعایت گردد :

1- میلگردها را باید بر حسب نوع و قطر آنها تفکیك و در کارگاه انبار کرد. در صورت وجود میلگردهاي هم قطر، اما با مقاومت و مشخصات متفاوت باید آنها را در محل‌هاي جداگانه انبار کرد و سطح مقطع آنها با رنگ علامتگذاري شوند (شکل زیر).



انبار کردن مصالح در کارگاه

انبار کردن میلگرد ها

• در هنگام انبار کردن میلگردها باید موارد زیر رعایت گردد :

2- در صورت تردید در نوع ومقاومت میلگردها باید آزمایش کششي بر روي آنها انجام گردد.
محل انبار میلگردها باید تمیز باشد و میلگردها نباید با خاك یا سایر مصالح در تماس باشند، زیرا وجود رطوبت در خاك سبب زنگ زدگي میلگردها مي‌شود و یا میلگردها آلوده به خاك شده و از پیوستگي آنها با بتن کاسته مي‌شود.

3- از میلگردهایي که شدیداً خوردگي دارند و یا خوردگي آنها از نوع حفره‌اي است نباید استفاده گردد. خوردگي یکنواخت به مقدار بسیار کم بدون مانع است، زیرا مقدار کم زنگ سبب افزایش مقاومت چسبندگي شده و امکان تبدیل لایه نازك به لایه محافظ یا انفعالي وجود دارد.
براي توضیحات بیشتر به فصل کنترل و آماده سازي قبل از بتن‌ریزي (فصل ششم) مراجعه شود.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

• به طور كلي، براي ساخت بتن در كارگاه‌ها بايد از روش وزني استفاده شود. به عبارت ديگر براي پيمانه كردن اجزاي مخلوط بايد توسط ترازوي مناسب و يا توسط مخلوط كن‌هاي مجهز به دستگاه توزين، مقادير اجزاي بتن وزن شوند.

اما تحت شرايط خاص، مي‌توان از روش حجمي براي اندازه‌گيري اجزاي بتن نيز استفاده نمود. منظور از شرايط خاص، عدم دسترسي به تجهيزات مورد نياز براي توزين مصالح، حجم كم بتن مورد نياز و اهميت كم سازه است. استفاده از روش حجمي وقتي مجاز است كه نكات زير رعايت گردد:

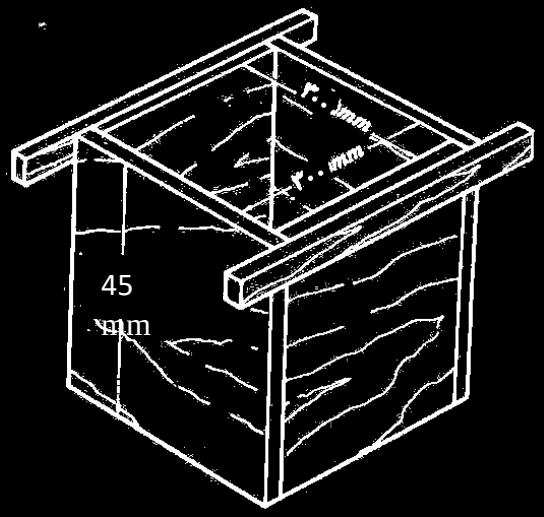
- براي بتن‌هايي كه مقاومت مشخصه آنها مساوي و يا كمتر از 25 MPa (C25) است.
- كنترل كيفيت بتن تازه، بر اساس اندازه‌گيري اسلامپ انجام شود.
- كنترل كيفيت بتن سخت شده بر اساس اندازه‌گيري مقاومت فشاري نمونه‌هاي استاندارد اعمال مي‌گردد.
- تمام دستورالعمل‌هاي ارائه شده در اين فصل، رعايت شود.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

تجهيزات مورد نياز براي روش حجمي

• براي تبديل نسبت‌هاي وزني به حجمي بايد از يك پيمانه با اندازه مشخص استفاده شود. در انتخاب پيمانه و استفاده از آن بايد نكات زير رعايت گردد :

1-انتخاب ابعاد اين پيمانه اختياري است، ولي با توجه به حجم يك پاكت سيمان 50 كيلوگرمي كه حدوداً 38 الي 42 ليتر مي‌باشد توصيه مي‌شود از يك ظرف با ابعاد 30×30 سانتيمتر و 45سانتيمتر ارتفاع استفاده گردد (شكل 1). ظرف پيمانه مي‌تواند داراي كف و يا بدون كف باشد.



2-جنس ظرف پيمانه بايد از موادي باشد كه اولاً آب زيادي جذب نكند و به مرور زمان دچار زنگ زدگي يا پوسيدگي نشود، ثانياً ابعاد آن بر اثر استفاده تغيير نكند. به هر حال، استفاده از ظرف پيمانه چوبي با رعايت نكات فوق بلامانع است.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

تجهيزات مورد نياز براي روش حجمي

• براي تبديل نسبت‌هاي وزني به حجمي بايد از يك پيمانه با اندازه مشخص استفاده شود. در انتخاب پيمانه و استفاده از آن بايد نكات زير رعايت گردد :

3-نحوه پر كردن مصالح داخل ظرف پيمانه در هر نوبت يكسان باشد. به طور مثال مي‌توان همه پيمانه‌هاي مصالح را با استفاده از بيل داخل ظرف ريخت، به گونه‌اي كه بدون اعمال هيچگونه ضربه يا لرزش (تراكم) مصالح در داخل ظرف پر گردد و سطح آن نيز صاف و با لبه‌هاي ظرف تراز شود.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در وزن آب مخلوط

• معمولاً در هنگام طرح مخلوط بتن، شرايط رطوبت سنگدانه‌ها به صورت اشباع با سطح خشك (SSD)[1] در نظر گرفته مي‌شوند و آب به صورت آب موثر يا آب آزاد در محاسبات منظور مي‌گردد. بنابراين در كارگاه، ابتدا بايد وضعيت سنگدانه‌ها از نظر مقدار رطوبت مشخص گردد. به طور كلي شرايط رطوبت سنگدانه‌ها به دو حالت زير مي‌باشد :

- مقدار رطوبت موجود سنگدانه كمتر از مقدار SSD است. در اين صورت بايد به مقدار تفاوت رطوبت SSD سنگدانه از رطوبت موجود آن، به مقدار آب آزاد مخلوط اضافه شود و همين مقدار از وزن سنگدانه كسر گردد. بايد توجه نمود كه مقدار رطوبت مورد نياز براي رسيدن به SSD(جذب آب سنگدانه) قبلاً توسط آزمايشگاه بايد اعلام شده باشد.

[1] -Saturated Surface Dry

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در وزن آب مخلوط

- مقدار رطوبت موجود سنگدانه بيشتر از مقدار SSD است. در اين حالت بايد به مقدار تفاوت رطوبت SSD سنگدانه از رطوبت موجود آن، از مقدار آب آزاد مخلوط كسر گردد و همين مقدار به وزن سنگدانه اضافه گردد.

با در نظر گرفتن مطالب فوق، مي‌توان براي تعيين مقدار اصلاح آب آزاد مخلوط بتن و سنگدانه، از روابط زير استفاده نمود :

(وزن سنگدانه‌ها در حالت موجود – وزن سنگدانه‌ها در حالت SSD) + آب آزاد = آب مصرفي

(درصد تغييرات رطوبت + 1) × وزن سنگدانه در حالت SSD = وزن سنگدانه در حالت موجود

در رابطه فوق بايد دقت نمود در صورتي كه سنگدانه‌هاي موجود داراي رطوبت كمتري نسبت به حالت SSD باشند، درصد تغييرات رطوبت عددي منفي و در غير اين صورت مثبت مي‌باشد.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در وزن آب مخلوط

• در موارد عدم دسترسي به تجهيزات لازم، و يا امكان كنترل رطوبت واقعي در كارگاه، مي توان با استفاده از جدول زير به عنوان يك راهنماي تقريبي نسبت به اصلاح مقدار آب و سنگدانه استفاده نمود.

نوع مصالح	تغييرات رطوبتي مصالح نسبت به وضعيت SSD	تغييرات آب (درصد)	تغييرات وزن سنگدانه (درصد)
ماسه	خيس (سطح سنگدانه‌ها كاملاً خيس بوده و بين ذرات نيز آب وجود دارد)	-(10-20)	+(2-4)
	مرطوب (سطح نمونه‌ها مرطوب است، اما از سطح آنها آب چكه نمي‌كند)	- (0-11)	+ (0-5/2)
	اشباع با سطح خشك (مغز دانه‌ها از آب اشباع است ولي سطح آنها خشك است)	-	-
	خشك شده در محيط (داخل دانه‌ها كمي آب وجود دارد، ولي در هوا خشك شده‌اند)	+(0-13)	- (0-5/2)
	خشك آوني (دانه‌ها كاملاً خشك بوده و هيچگونه رطوبتي ندارند)	+(13-20)	- (2-5)

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در وزن آب مخلوط

• در موارد عدم دسترسي به تجهيزات لازم، و يا امكان كنترل رطوبت واقعي در كارگاه، مي توان با استفاده از جدول زير به عنوان يك راهنماي تقريبي نسبت به اصلاح مقدار آب و سنگدانه استفاده نمود.

نوع مصالح	تغييرات رطوبتي مصالح نسبت به وضعيت SSD	تغييرات آب (درصد)	تغييرات وزن سنگدانه (درصد)
شن	خيس (سطح سنگدانه‌ها كاملاً خيس بوده و بين ذرات نيز آب وجود دارد)	- (5-10)	+ (2-5)
	مرطوب (سطح نمونه‌ها مرطوب است، اما از سطح آنها آب چكه نمي‌كند)	- (0-6)	+ (0-5/2)
	اشباع با سطح خشك (مغز دانه‌ها از آب اشباع است ولي سطح آنها خشك است)	-	-
	خشك شده در محيط (داخل دانه‌ها كمي آب وجود دارد، ولي در هوا خشك شده‌اند)	+ (0-6)	- (0-2)
	خشك آوني (دانه‌ها كاملاً خشك بوده و هيچگونه رطوبتي ندارند)	+ (5-10)	- (2-3)

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در وزن آب مخلوط

- در كارگاه، براي آنكه مشخص شود كه آيا رطوبت سنگدانه كمتر يا بيشتر از SSD است مي‌توان با آزمايش ساده زير وضعيت رطوبتي سنگدانه را تخمين زد.

مقداري از ماسه را برداشته و در مشت فشرده كنيد. حال اگر ماسه از هم جدا شود و به دست نچسبد و به شكل گلوله نيز درنيايد، نشان مي‌دهد رطوبت موجود كمتر از ظرفيت جذب آب بوده و احتمالاً رطوبت نسبي كم، و حدوداً 2-1 درصد است. در صورتيكه ماسه پس از فشردن در مشت از هم جدا نشود و خيلي كم به دست بچسبد رطوبت آن در حدود ظرفيت جذب آب بوده و بين 4-2 درصد تخمين زده مي‌شود. اگر ماسه حالت برق زدن و درخشش داشته و دست را خيس كند رطوبت آن زياد بوده و مي‌تواند بيش از 4 درصد باشد.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در حجم آن

- معمولاً با تغيير رطوبت سنگدانه، حجم آن نيز تغيير مي‌كند. هر چه اندازه سنگدانه ريزتر باشد اين پديده شديدتر مي‌باشد. به عبارت ديگر تغيير رطوبت ماسه اثر قابل توجه‌اي روي حجم آن خواهد گذاشت. براي مثال مقدار رطوبت 2 تا 5 درصد مي‌تواند حجم ماسه را بين 10 تا 20 درصد افزايش دهد. چنانچه ماسه ريزتر باشد، افزايش حجم تا 30 درصد نيز ممكن است، مشاهده گردد.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در حجم آن

• براي مشخص نمودن ميزان افزايش حجم يك ماسه مي‌توان از آزمايش ساده اي در محل استفاده نمود.
در اين آزمايش يك لوله آزمايش مدرج شيشه‌اي به ظرفيت حدود 500 الي 1000 ميلي ليتر انتخاب مي‌شود. سپس ماسه خشك آوني به داخل آن ريخته شده و سطح نهايي ماسه تعيين و ارتفاع ماسه از كف لوله اندازه‌گيري مي‌شود كه بهتر است از دو سوم ارتفاع نهايي درجه بندي شده تجاوز نكند. سپس ماسه خشك را تخليه نموده و يك درصد وزني رطوبت به آن افزوده و خوب مخلوط مي‌كنيم، اين ماسه را مجدداً در لوله مدرج فوق‌الذكر ريخته و ارتفاع مربوط را ثبت مي‌نمائيم (bi) . اين عمل را براي درصد رطوبت‌هاي مختلف انجام مي‌دهيم و مي‌توانيم رابطه رطوبت و افزايش حجم را براي ماسه‌هاي مورد نظر بدست آوريم.

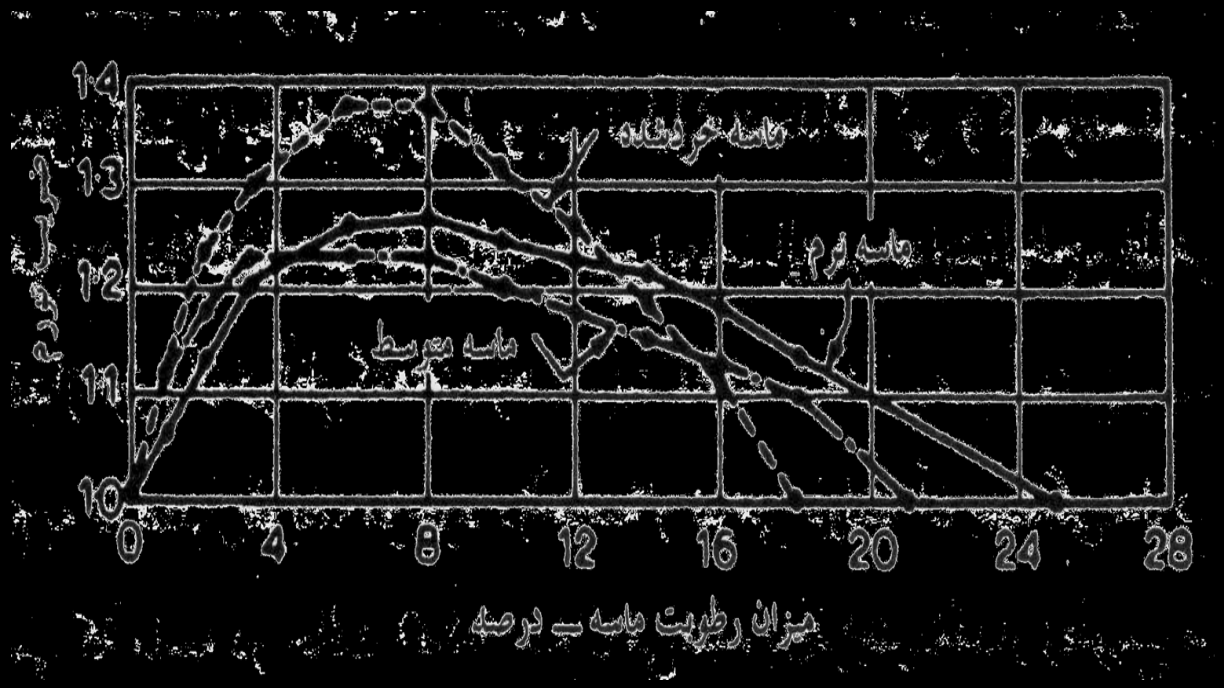
$$\text{درصد افزايش حجم} = \frac{b_i - a}{a} \times 100$$

a : ارتفاع اوليه
bi : ارتفاع در رطوبت i

توزین و پیمانه کردن اجزا مخلوط

اثر رطوبت سنگدانه ها در حجم آن

• چنانچه وضعیت رطوبت ماسه در کارگاه در طول انجام پروژه تغییر مي‌کند، باید با استفاده از آزمایش فوق، رابطه بین تغییرات رطوبت ماسه و افزایش حجم آن رسم گردد. براي مثال به شکل شماره زیر توجه گردد.



اثر رطوبت ماسه بر حجم آن
(به عنوان مثال)

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح

- براي پيمانه كردن مصالح بر حسب حجم بايد مراحل زير اجرا گردد :

1- به منظور اصلاح مقدار سنگدانه‌ها و همچنين آب مصرفي بر اساس تغييرات رطوبت سنگدانه‌ها نسبت به فرضيات طراحي (حالت SSD و يا حالت خشك)، بايد مقدار رطوبت آنها حداقل يك بار در روز و قبل از شروع به ساخت بتن و يا در صورت تغييرات قابل توجه در طي مدت ساخت بتن (مانند ريزش باران، برف و ...) تعيين شود. چنانچه امكان آزمايش تعيين مقدار رطوبت در كارگاه موجود نمي‌باشد، مي‌توان از توضيحات ارائه شده در بند " اثر رطوبت سنگدانه‌ها در وزن آب مخلوط " استفاده نمود.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح

• براي پيمانه كردن مصالح بر حسب حجم بايد مراحل زير اجرا گردد :

2- در ابتدا بايد وزن مخصوص انبوهي (وزن حجمي) اجزاء محاسبه گردد. بنابراين با استفاده از رابطه زير، وزن مخصوص انبوهي محاسبه مي‌شود :

$$D = \frac{B - A}{V}$$

كه در آن :

D = وزن حجمي انبوهي

A= وزن ظرف پيمانه

B = وزن مصالح و پيمانه

V = حجم پيمانه

منظور از پيمانه همان ظرفي است كه در بند " تجهيزات مورد نياز" شرح داده شده است. از آنجايي كه وزن حجمي مصالح با تغيير در ابعاد و شكل پيمانه تغيير مي كند، بايد در تمام طول انجام پروژه (ساخت بتن)، از يك پيمانه معين استفاده نمود.

بايد وزن حجمي هر يك از مصالح ، حداقل 2 بار براي هر پروژه اندازه‌گيري گردد. چنانچه تغييرات محسوسي در رطوبت سنگدانه‌ها مشاهده شود و يا در نوع مصالح حاصل گردد، اندازه‌گيري وزن حجمي بايد انجام و اصلاحات لازم اعمال گردد.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح

- براي پيمانه كردن مصالح بر حسب حجم بايد مراحل زير اجرا گردد :

3- در اين مرحله بايد حجم مصالح براي ساخت يك متر مكعب بتن بدست آيد. براي اين منظور با استفاده از رابطه زير حجم هر يك از مصالح (شن، ماسه و سيمان) محاسبه مي‌گردد :

$$V = \frac{W}{D}$$

كه در آن :

V = حجم هر يك از مصالح در حالت موجود

W = وزن اصلاح شده مصالح (طبق بند 2)

D = وزن حجمي مصالح (طبق بند 2)

در صورتي كه تعيين وزن حجمي مصالح در كارگاه، امكان نداشته باشد، بايد اثر رطوبت ماسه در حجم آن طبق بند " اثر رطوبت سنگدانه در حجم آن " تعيين گردد.

با استفاده از منحني رابطه تغييرات رطوبت در برابر حجم، مي‌توان مقدار حجم ماسه را در رطوبت‌هاي مختلف تخمين زد. در مورد ديگر مصالح (شن و سيمان) حجم آنها بدون تغيير فرض مي‌شود.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح

- براي پيمانه كردن مصالح بر حسب حجم بايد مراحل زير اجرا گردد :

4- پس از تعيين حجم هر يك از مصالح طبق بند 3، بر اساس حجم مفيد مخلوط‌كن، بايد حجم مخلوط بتن و سپس تعداد پيمانه مورد نياز، براي هر يك از مصالح تعيين گردد.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح مثال

- ***مثال :***

مطلوبست با فرض داشتن طرح اختلاط (بر اساس وزن مصالح در حالت SSD)، محاسبه حجم مصالح در يك متر مكعب بتن با مشخصات زير :

مشخصات طرح اختلاط (براي يك متر مكعب)

سيمان (kg/m^3)	شن در حالت SSD (kg/m^3)	ماسه در حالت SSD (kg/m^3)	آب (kg/m^3)
350	924	900	175

مشخصات مصالح

مشخصات	شن در حالت SSD (kg/m^3)	ماسه در حالت SSD (kg/m^3)	آب (kg/m^3)
ظرفيت جذب آب (%)	5/2	2/4	-
رطوبت موجود در كارگاه (%)	5/1	7/2	-
وزن مخصوص انبوهي مصالح در حالت SSD (Lit/m^3)	62/1	67/1	22/1

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح راه حل

• راه حل :

ابتدا با توجه به اينكه رطوبت مصالح سنگي در كارگاه كمتر از ظرفيت جذب آب حالت SSD مي‌باشد (بر اساس داده‌هاي مسأله) وزن مصالح بر اساس حالت موجود اصلاح مي‌گردد :

وزن ماسه در حالت موجود = 900×

$$(1+\frac{2.7-4.2}{100}) = 886.5\, kg/m^3$$

وزن ماسه در حالت موجود = 924×

$$(1+\frac{1.5-2.5}{100}) = 914.8\, kg/m^3$$

آب مصرفي = 175+(900 -886.5) + (924-914.8) = 197.7 kg/m³

به منظور تبديل وزن مصالح به حجم، در ساخت يك متر مكعب بتن، بايد وزن مخصوص انبوهي شن و ماسه در وضعيت رطوبت موجود مجدداً محاسبه شود و يا با توجه به روابط بدست آمده اصلاح گردد.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح راه حل

• راه حل :

جهت سهولت و با در نظر گرفتن تغييرات بسيار جزئي در وزن مخصوص انبوهي شن (بر اساس تغييرات رطوبت) تنها وزن مخصوص انبوهي ماسه مجدداً محاسبه مي‌گردد. با فرض وزن مخصوص انبوهي ماسه در رطوبت موجود در كارگاه برابر با 71/1، ادامه مسأله به شكل زير قابل حل مي‌باشد :

حجم سيمان = ليتر $\frac{350}{1.22} = 286.9 \approx 287$

حجم شن = ليتر $\frac{915}{1.62} = 564.8 \approx 565$

حجم ماسه = ليتر $\frac{887}{1.71} = 518.7 \approx 519$

حجم آب = ليتر $\frac{198}{1} = 198$

مراحل فوق به صورت خلاصه و گام به گام در جدول 2 صفحه بعد ارائه شده است.

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح راه حل

تعيين نسبت‌هاي مخلوط (يک نمونه مثال حل شده)

مشخصات كلي پروژه	
نام پروژه : *مثال*	روش ساخت بتن : روش حجمي / روش وزني
مقاومت مشخصه بتن :	اسلامپ بتن مورد نياز :
حجم اسمي مخلوط كن :	حجم مفيد مخلوط كن :

داده‌هاي اجزاء بتن

گام	ويژگي	شن درشت	شن ريز	ماسه	سيمان	آب	مواد افزودني
-	ظرفيت جذب آب (٪)	5/2	-	2/4			
1	رطوبت موجود كارگاهي (٪)	5/1	-	7/2			
2	وزن مخصوص انبوهي SSD (Lit/m^3)	62/1	-	67/1			-
2	وزن مخصوص انبوهي خشک (Lit/m^3)	-	-	-	22/1	1	
-	دما (^oC)						

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح راه حل

تعيين نسبت‌هاي مخلوط (يک نمونه مثال حل شده)

مشخصات كلي پروژه	
نام پروژه : *مثال*	روش ساخت بتن : روش حجمي / روش وزني
مقاومت مشخصه بتن :	اسلامپ بتن مورد نياز :
حجم اسمي مخلوط كن :	حجم مفيد مخلوط كن :

مقادير وزني اجزاء بتن براي يک متر مكعب

گام	مقادير وزني	شن درشت	شن ريز	ماسه	سيمان	آب	مواد افزودني
-	وزن در حالت SSD (Kg/m^3)	924	-	900	350	آزاد: 175	-
-	وزن در حالت خشک (Kg/m^3)	-	-	-		كل: -	
3	وزن در حالت موجود در كارگاه (Kg/m^3)	915	-	887		مصرفي: 198	

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح راه حل

تعيين نسبت‌هاي مخلوط (يک نمونه مثال حل شده)

مشخصات كلي پروژه	
نام پروژه : *مثال*	روش ساخت بتن : روش حجمي / روش وزني
مقاومت مشخصه بتن :	اسلامپ بتن مورد نياز :
حجم اسمي مخلوط كن :	حجم مفيد مخلوط كن :

مقادير حجمي اجزاء بتن براي يک متر مكعب

گام	مقادير حجمي	شن درشت	شن ريز	ماسه	سيمان	آب	مواد افزودني
4	حجم در حالت SSD (Lit)				287	آزاد:	-
4	حجم در حالت خشک (Lit)					كل:	
5	حجم در حالت موجود در كارگاه (Lit)	565	-	519		مصرفي: 198	

توزين و پيمانه كردن اجزا مخلوط

دستورالعمل براي پيمانه كردن حجمي مصالح راه حل

تعيين نسبت‌هاي مخلوط (يک نمونه مثال حل شده)

مشخصات كلي پروژه	
نام پروژه : *مثال*	روش ساخت بتن : روش حجمي / روش وزني
مقاومت مشخصه بتن :	اسلامپ بتن مورد نياز :
حجم اسمي مخلوط كن :	حجم مفيد مخلوط كن :

تعداد پيمانه اجزاء بتن براي حجم مورد نياز (حجم مفيد مخلوط‌كن)							
گام	تعداد پيمانه	شن درشت	شن ريز	ماسه	سيمان	آب	مواد افزودني
6	تعداد پيمانه در حالت موجود در كارگاه						

مشخصات بتن تازه (ساخته شده)

مقدار اسلامپ (پس از.....دقيقه) :	مشاهدات ظاهري : (جداشدگي/آب انداختگي/بافت دانه بندي بتن)
نوع اسلامپ : (ريزشي/برشي/معمولي)	وزن مخصوص بتن : دما :

اختلاط بتن

- بتن بايد به نحوي مخلوط شود، تا ظاهري يكنواخت داشته باشد و كليه مواد تشكيل دهنده آن به صورت همگن در مخلوط‌كن پخش شوند. پس از مخلوط كردن بتن، تمام قسمت‌هاي مخلوط بايد داراي وزن مخصوص، درصد هوا، اسلامپ و مقدار سنگدانه و خمير سيمان يكسان بوده و مخلوط به دست آمده همگن و يكنواخت باشد. مخلوط كردن بتن معمولاً با وسليل مكانيكي انجام مي‌شود، اما بعضي از مواقع امكان دارد در كارهاي كم اهميت و كوچك، مخلوط كردن بتن به صورت دستي انجام گردد.

اختلاط بتن

اختلاط دستي

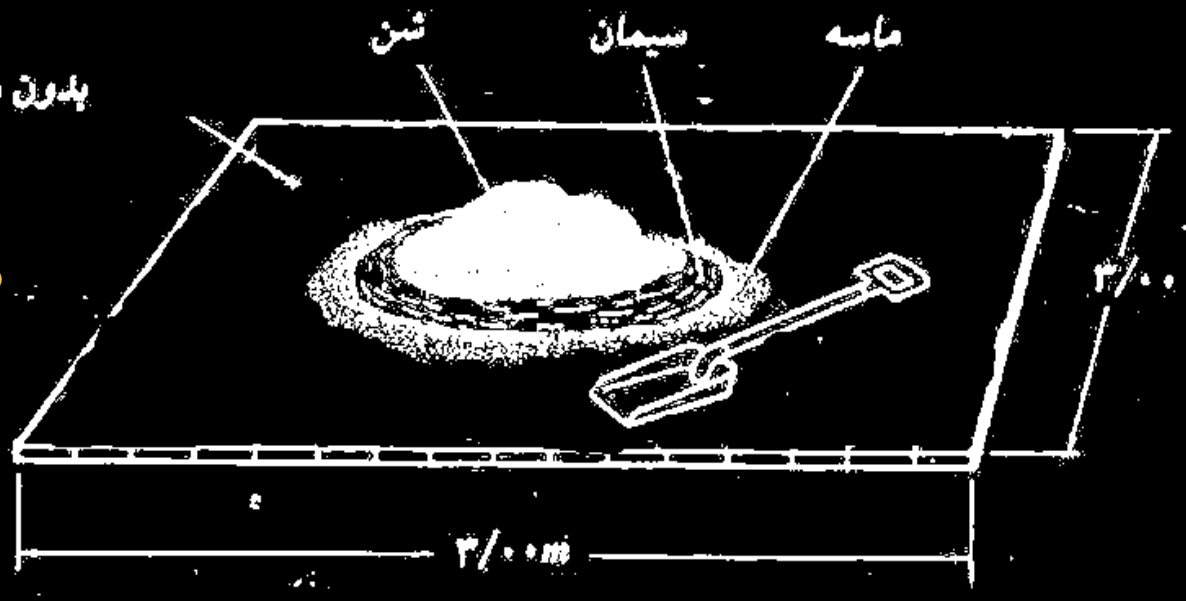
- ***اختلاط دستي :***

هدف از مخلوط نمودن، پوشاندن سطح کليه ذرات سنگدانه‌ها با خمير سيمان همگن مي‌باشد. در مخلوط کردن، ترکيب کليه مواد متشکل بايد به نحوي باشد که مخلوط حاصل يکنواخت گردد. در مواردي که امکان ساخت بتن با دستگاه مخلوط‌کن فراهم نيست و بتن بايد با دست مخلوط شود، به منظور اطمينان از توليد بتن يکنواخت بايد دقت بيشتري گردد.

اختلاط بتن

اختلاط دستي

- حداكثر حجم بتن براي هر بار ساخت با دست، 300 ليتر مي‌باشد. براي مخلوط كردن دستي بايد موارد زير رعايت گردد و به شكل زير نيز مراجعه شود.



روش اختلاط بتن با دست

اختلاط بتن

اختلاط دستي

- عمليات مخلوط كردن بايد بر روي سطح صاف و تميز كه آب را جذب نمي‌كند، انجام شود. توصيه مي‌شود از يك ورق گالوانيزه استفاده شود.

براي ساخت بتن با دست، بايد سنگدانه‌ها را به صورت لايه يكنواختي بر روي سطح پهن كرد. سپس سيمان را روي سنگدانه‌ها پخش كرد و مواد خشك از يك طرف سطح به طرف ديگر آن زير و رو گردد تا اينكه مخلوط يكنواخت حاصل شود. اين عمل بايد حداقل سه مرتبه تكرار شود. آنگاه آب با استفاده از يك آبفشان تدريجاً اضافه گردد به طوري كه آب يا دوغاب سيمان به طرف خارج مخلوط جريان نيابد. مخلوط بايد سه بار ديگر زيرورو گردد و نوك بيل به صورت مكرر داخل مخلوط شود تا از لحاظ رنگ و رواني يكنواخت گردد. در حين مخلوط كردن نبايد اجازه داد خاك و يا ديگر مواد خارجي در بتن مخلوط گردد.

از آبخوره كردن مصالح اكيداً خودداري شود. توصيه مي‌شود براي جبران برخي از كاستي‌ها در اختلاط دستي، حدود 5 تا 10 درصد به مقدار سيمان افزوده گردد.

اختلاط بتن

اختلاط مكانيكي

- ***مخلوط كن‌هاي مكانيكي*** :

امروزه مخلوط كن‌هاي متنوعي وجود دارد، اما به طور كلي مي‌توان آنها را به دو گروه تقسيم كرد :

- مخلوط‌كن هاي استوانه‌اي
- مخلوط‌كن‌هاي عمودي يا تغاري

اختلاط بتن

اختلاط مكانيكي مخلوط كن استوانه اي

- ***مخلوط كن استوانه‌اي :*** مخلوط‌كن‌هاي با ديگ استوانه‌اي در ظرفيت‌هاي از 140 تا 2800 ليتر ساخته مي‌شوند و توليد آنها بين 4 تا 90 متر مكعب در ساعت است. سرعت دوران ديگ حدود 10 تا 35دور در دقيقه است. ترتيب ريختن مصالح به داخل اين نوع مخلوط‌كن‌ها بستگي به نوع مخلوط دارد، ولي معمولاً ترتيب ريختن عبارت است از : شن، سيمان، ماسه و آب كه بهتر است ابتدا قسمتي از آب مخلوط به مخلوط‌كن ريخته شود و سپس در حين اختلاط مصالح، بقيه آب بتدريج به مخلوط افزوده شود. مخلوط‌كن‌هاي داراي ديگ استوانه‌اي به دو نوع ديگ كج شونده و ديگ غير كج شونده تقسيم مي‌شوند.

اختلاط بتن

اختلاط مكانيكي مخلوط كن استوانه اي

- در مخلوط‌كن‌هاي كج شونده (شكل زير)، بتن بعد از اتمام اختلاط با كج شدن ديگ تخليه مي‌شود. تخليه بتن در مخلوط‌كن كج شونده بسيار سريع بوده و در نتيجه امكان جدا شدن دانه‌ها وجود ندارد، بنابراين، اين نوع مخلوط‌كن براي بتن با كارايي كم و يا براي بتن با مصالح سنگي درشت مناسب است.

انواع
مخلوط‌كن‌هاي
كج شونده

اختلاط بتن

اختلاط مكانيكي مخلوط كن استوانه اي

- در نوع مخلوط‌كن‌هاي غير كج شونده (شكل زير) ، محور ديگ هميشه به صورت افقي است و تخليه با معكوس كردن حركت ديگ انجام مي‌پذيرد. به دليل آنكه تخليه با سرعت كم انجام مي‌گيرد، امكان جدا شدن سنگدانه‌ها وجود دارد. بنابراين اگر مخلوط بتن مستعد جداشدگي ذرات مي‌باشد، نبايد از اين نوع مخلوط‌كن استفاده شود.

يک نمونه مخلوط‌كن غير كج شونده

اختلاط بتن

اختلاط مكانيكي مخلوط كن عمودي

- ***مخلوط كن عمودي :*** اين نوع مخلوط‌كن از يك ظرف استوانه‌اي تشكيل شده است كه درمحور آن تيغه‌ها نصب شده اند. در بعضي از انواع آن، تيغه‌ها و ظرف در جهت عكس يكديگر مي‌چرخند و در بعضي ديگر، فقط تيغه‌ها چرخش دارند. چرخش تيغه‌ها سبب مي‌گردد تا اختلاط به نحو مطلوب انجام گيرد و از چسبيدن ملات بر روي ديواره ظرف جلوگيري شود. در هنگام اختلاط، كيفيت مخلوط قابل مشاهده بوده و چنانچه نياز به تنظيم مخلوط باشد، امكان آن وجود خواهد داشت.

اختلاط بتن

اختلاط مكانيكي مخلوط كن عمودي

- اين نوع مخلوط‌كن‌ها، به خصوص براي بتن‌هايي با چسبندگي زياد و كارايي كم و همچنين ساخت مقدار كم بتن مناسب است، به همين دليل معمولاً در آزمايشگاه نيز مورد استفاده قرار مي‌گيرند (شكل زير).

مخلوط‌كن عمودي

اختلاط بتن

کامیون مخلوط کن (تراک میکسر)

- ***کامیون مخلوط کن (تراك ميكسر) :***

در برخي از كارخانه‌هاي توليد بتن، از تراك ميكسر هم براي اختلاط بتن و هم براي حمل آن استفاده مي‌شود. در اين مورد، در فصل پنجم (انتقال بتن) توضيحات بيشتر ارائه شده است.

اختلاط بتن

کامیون مخلوط کن (تراک میکسر) مدت مخلوط کردن

- **مدت مخلوط کردن :**

مدت بهينه مخلوط كردن بستگي به عوامل زير دارد :

- نوع مخلوط كن
- شرايط و وضعيت مخلوط كن(از نظر وضعيت فني و ظاهري)
- سرعت دوران مخلوط كن
- مقدار يا حجم بتن
- نوع مخلوط بتن
- ترتيب و نحوه ريختن مصالح در داخل ديگ مخلوط كن

با در نظر گرفتن تعداد عوامل موثر، بهترين روش براي تعيين مدت مطلوب مخلوط كردن، انجام دادن آزمايش با مخلوط كن و بتن مورد نظر است. معمولاً مخلوط‌هاي خشك (اسلامپ كم) نياز به مدت اختلاط طولاني‌تر دارند. درمواردي كه بتن حاوي سنگدانه‌هاي شكسته است نياز به مدت بيشتري نسبت به سنگدانه‌هاي طبيعي (گرد) براي مخلوط كردن دارد .

اختلاط بتن

کامیون مخلوط کن (تراک میکسر) مدت مخلوط کردن

تحقیقات نشان مي‌دهد که تعداد چرخش مخلوط‌کن با سرعت ارائه شده توسط سازنده، مهمتر از زمان مخلوط کردن است و به طور کلي بيش از 20 چرخش براي مخلوط شدن مطلوب بتن، لازم نمي‌باشد. براي انواع مخلوط‌کن تا 1 m3 ظرفيت، که با سرعت صحيح کار کنند، زمان مورد نياز براي مخلوط کردن کمي بيش از 1 دقيقه است. معمولاً زمان مناسب مخلوط کردن بين 1 تا 5/1 دقيقه است. براي مخلوط‌کن‌هايي که با سرعت زياد کار مي‌کنند، زمان 30 ثانيه کفايت مي‌کند. به طور کلي مي‌توان از جدول زير، به عنوان راهنماي زمان مخلوط کردن استفاده نمود. زمانهاي ارائه شده در جدول زير ، پس از آنکه مصالح به غير از آب در مخلوط‌کن قرار داده شدند، شروع مي‌گردد.

مدت مخلوط کردن

ظرفيت مخلوط کن (m^3)	زمان مخلوط کردن (دقيقه)
2 يا کمتر	5/1
5/2	2
0/3	5/2
0/5	3

اختلاط بتن

کامیون مخلوط کن (تراک میکسر) مدت مخلوط کردن

- به عنوان راهنمايي مي‌توان به خاطر سپرد كه براي هرمتر مكعب اضافي، به مدت مخلوط كردن يك چهارم دقيقه افزوده مي‌شود. براي بتن با مقاومت زياد توصيه مي‌شودكه مدت مخلوط كردن افزايش يابد. هر چند افزايش مدت، سبب كاهش كارايي مخلوط و گاه ظرفيت توليد بتن مي گردد.

اختلاط بتن

اصول بكارگيري مخلوط كن ها

- براي آنكه اختلاط بتن تازه به نحو مناسب انجام شود، رعايت نكات زير ضروري است:

1- در مخلوط كن‌هاي عمودي، بهتر است كه تمام مصالح همزمان در مخلوط‌كن ريخته شود (قبل از آنكه مخلوط‌كن شروع به چرخش كند) و از ريختن مصالح پشت سر هم در حين چرخش مخلوط‌كن اجتناب گردد. ريختن مصالح به طور همزمان موجب مي‌شود كه مخلوط بتن يكنواخت باشد.

2- عمل مخلوط كردن بايد تا رسيدن به رنگ، ظاهر و رواني يكنواخت مخلوط بتن، ادامه يابد.

3- نبايد مخلوط‌كن را بيش از ظرفيت بارگيري كرد. مقدار مصالح بيش از حد، سبب مي‌شود تا مخلوط بتن نامناسب گردد و امكان آسيب رساندن به مخلوط‌كن نيز وجود دارد.

اختلاط بتن

اصول بكارگيري مخلوط كن ها

- براي آنكه اختلاط بتن تازه به نحو مناسب انجام شود، رعايت نكات زير ضروري است:

4- احتمال دارد سنگدانه‌هاي درشت كه در بتن مخلوط شده، به طور يكنواخت پخش نگردد. بنابراين به جاي آنكه مخلوط بتن به صورت بخش‌هاي كوچك از مخلوط‌كن تخليه شوند، بهتر است تمام مخلوط بتن يكجا در داخل يك ظرف تخليه گردد.

5- سرعت مخلوط‌كن بايد بر اساس توصيه كارخانه سازنده تنظيم شود.

6- ممكن است در اولين پيمانه مخلوط بتن، مقداري ملات سيمان در مخلوط‌كن باقي بماند. بنابراين بهتر است حدود 5 درصد سيمان، آب و ماسه در اولين پيمانه، بيشتر از پيمانه‌هاي بعدي مورد استفاده قرار گيرد.

7- در صورت فرسوده شدن و خراب شدن تيغه‌هاي مخلوط‌كن، بايد تيغه‌ها تعمير يا جايگزين شوند.

8- پس از اتمام عمليات مخلوط كردن، ديگ مخلوط‌كن بايد كاملاً شسته و تميز شود.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

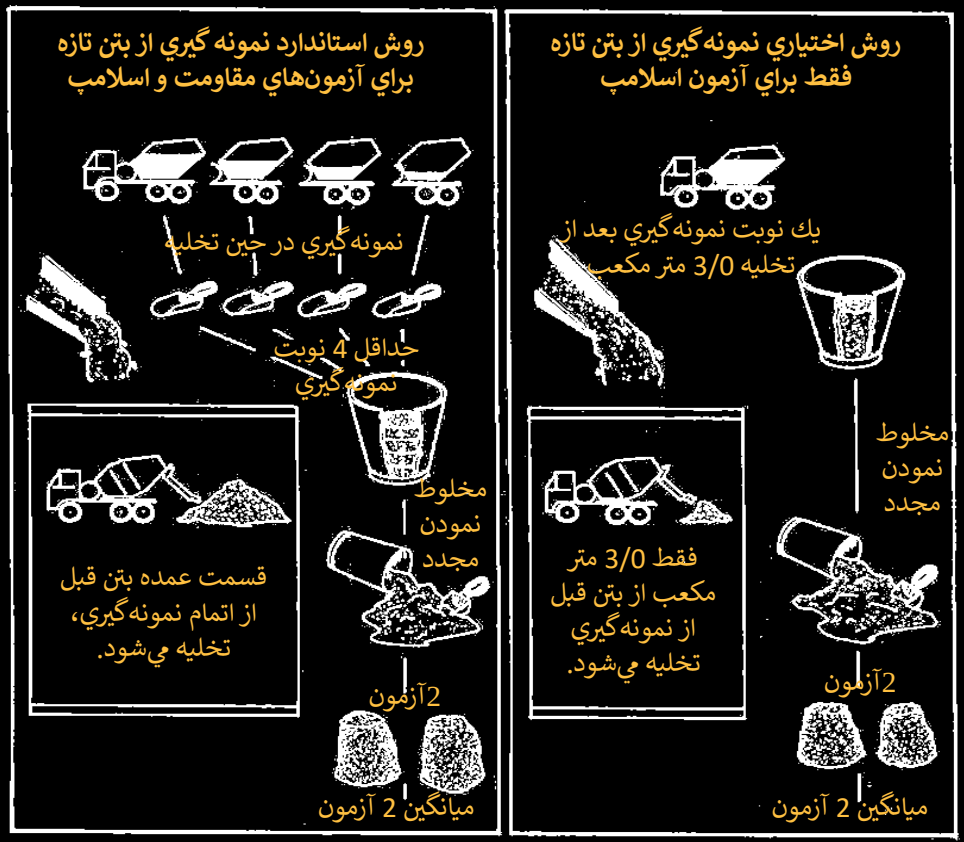
- در اين فصل، روش نمونه‌برداري براي تعيين كارايي بتن و همچنين نمونه‌گيري از بتن تازه ارائه شده است.

منظور از بتن تازه، بتني است كه عمل اختلاط اجزاي آن انجام شده ولي گيرش اوليه آن آغاز نشده است. درنمونه‌برداري از بتن تازه بايد به موارد زير توجه نمود :

1- جهت نمونه‌برداري از مخلوط كن‌ها، بايد ظرف نمونه‌برداري يا فرغون را به گونه‌اي جلو قسمت خروجي مخلوط كن قرار داد كه بتن به راحتي وارد ظرف شده و قسمتي از بتن يا دانه‌هاي آن به خارج ريخته نشود.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

2-نمونه‌برداري از ماشين‌هاي حمل (تراك ميكسر) بايد طي 4 مرحله متناوب انجام پذيرد، به گونه‌اي كه طي هرمرحله تقريباً به ميزان مساوي نمونه برداشته شود(شكل زير) .



بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

3-در نمونه‌برداري از كاميون‌هاي كمپرسي و به طور كلي ماشين‌ها و وسايلي كه قمست بالاي آنها باز است، بايد بر حسب يكي از روشهاي ذكر شده دربندهاي فوق عمل گردد.

4-حجم نمونه بتني تهيه شده بايد حداقل پنج برابر حجم مورد نياز براي آزمونه‌ها باشد، اما در هر صورت نبايد از 25 ليتر (حدوداً نصف يك فرغون) كمتر باشد.

5-در صورتي كه هدف از نمونه‌برداري تنها آزمون اسلامپ، تعيين درصد هواي بتن و يا تعيين وزن مخصوص بتن مي‌باشد مي‌توان نمونه‌برداري را در يك مرحله و به ميزان كمتر از 25 ليتر انجام داد.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

6-نمونه تهيه شده قبل از انجام شدن هر آزموني بايد روي سطحي كه آب جذب نمي‌كند مجدداً مخلوط شده و سپس مورد آزمون قرار گيرد.

7-مدت زمان نمونه‌برداري تا زمان قالب‌گيري نبايد بيش از 15 دقيقه باشد، و در تمام اين مدت بايد بتن در مقابل از دست دادن آب، يا اضافه شدن آب، جداشدگي، وزش باد و يا تابش مستقيم آفتاب و همچنين گرما و سرما محافظت شود.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه

- به طور كلي، كارايي مخلوط بتن را مي‌توان ميزان سهولت در مخلوط كردن ، جابجايي، ريختن و تراكم بتن در محل نهايي خود، بدون جداشدگي و ايجاد غير يكنواختي بتن دانست. كارايي بتن به عوامل متعددي ارتباط دارد. اما از مهمترين پارامترهاي تأثيرگذار در كارايي بتن را مي‌توان ميزان سيمان، دانه‌بندي و مقدار ماسه و همچنين مقدار آب مخلوط دانست. به طورمعمول افزايش مقدار سيمان، ماسه و آب باعث افزايش كارايي مي‌گردد. در حالي كه ممكن است در بعضي از موارد، بتن سفت‌تر شود. بايد توجه داشت كه افزايش مصالح مورد اشاره باعث غير اقتصادي شدن و در برخي موارد، كاهش دوام و عمر مفيد بتن مي‌شود. لذا در يك طرح مناسب بايد ضمن حصول كارايي مناسب، پارامترهاي مقاومت فشاري، دوام و اقتصاد را نيز تأمين نمود.
جهت اندازه‌گيري و تعيين همه ابعاد كارايي بتن، تاكنون هيچ روش آزمون مشخصي ابداع نشده است. اما ازآنجا كه مهمترين شاخص‌هاي كارايي بتن، رواني(شلي و سفتي)، تراكم پذيري، خوشكاري بتن است، مي‌توان با آزمونهاي اسلامپ و ماله‌كشي به وسيله ماله فلزي روي سطح بتن، كارايي انواع بتن‌ها را ارزيابي نمود.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

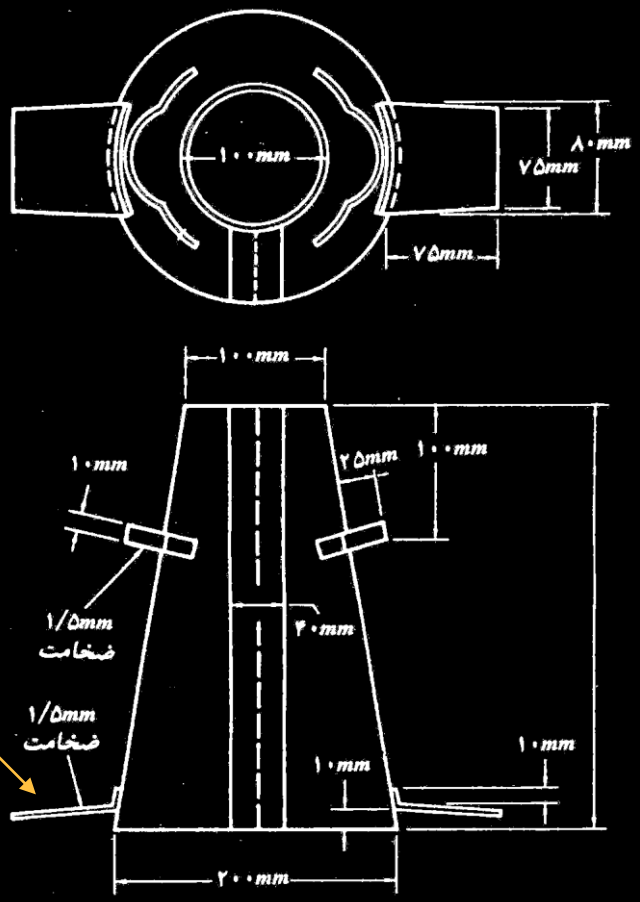
- *آزمون اسلامپ :*

اين روش آزمون علي رغم محدوديت‌ها و خطاهاي ذاتي كه دارد، به علت سهولت در اجرا، كم هزينه بودن، سرعت در انجام دادن آزمون، دربسياري از كارگاه‌هاي ساختماني دنيا مورداستفاده قرار مي‌گيرد. نتايج اين آزمون نشان دهنده ميزان رواني و تغييرات يكنواختي در مخلوط‌هاي بتني است كه با يك نسبت مشخص از مصالح تهيه مي‌شوند.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

- در اين آزمون از يك مخروط ناقص از جنس فلز ضد زنگ به ارتفاع 300 ميليمتر و با قطر پايين 200 و قطر بالاي 100 ميليمتر، يك ميله فولادي به قطر 16 ميليمتر و ارتفاع 600 ميليمتر كه انتهاي يك سر آن گرد شده و همچنين يك صفحه فلزي به ابعاد تقريبي 500×500 ميليمتر استفاده مي‌شود



مخروط آزمايش اسامپ

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

- مراحل آزمايش اسلامپ به شرح زير است :

1- قالب اسلامپ (مخروط ناقص) بايد كاملاً تميز و مرطوب شده باشد، اما نبايد خيس باشد.

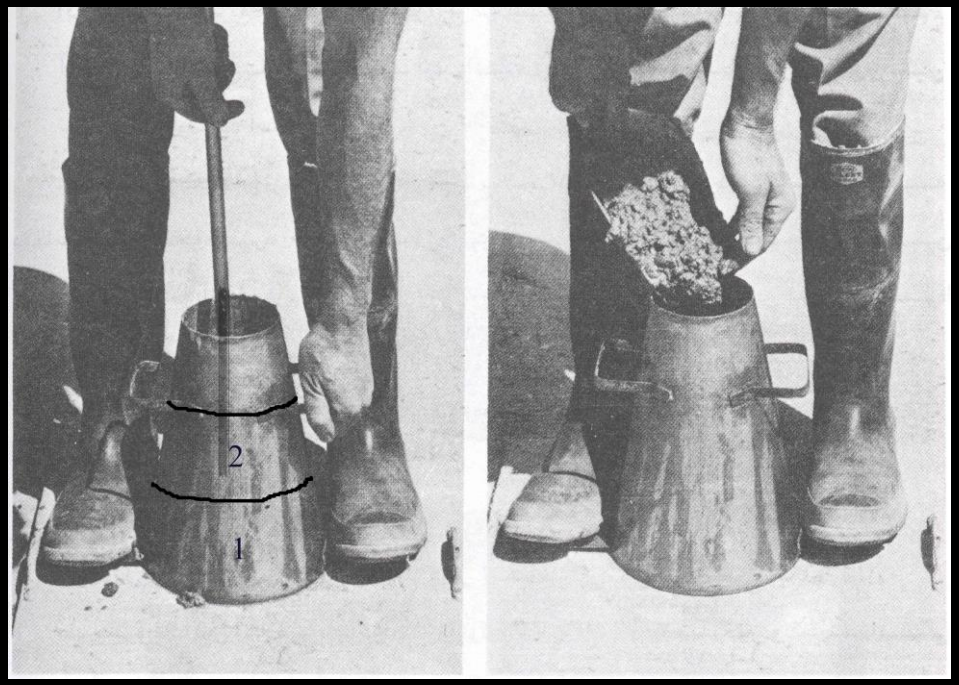
2- قالب اسلامپ بايد بر روي يك سطح صاف، افقي، غير جاذب آب قرار داده شود، اگر چنين سطحي موجود نيست بايد قالب را روي يك ورق فولادي قرار داد.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

- مراحل آزمايش اسلامپ به شرح زير است :

3- با گذاشتن دو پا بر روي دو گيره قالب اسلامپ، بايد قالب محكم در محل خود نگه داشته شود (شكل زير).
در فاصله زماني مورد نظر بعد از پايان اختلاط بايد بتن در سه لايه داخل مخروط ريخته شود، بگونه‌اي كه ارتفاع هر لايه پس از تراكم تقريباً مساوي يك سوم ارتفاع مخروط باشد.
هر لايه با استفاده از 25 ضربه ميله تراكم، متراكم مي‌شود. در لايه‌هاي بعدي بايد ميله تراكم، اندكي در لايه قبلي نفوذ نمايد.



محكم نگه داشتن قالب اسلامپ در محل خود ، ريختن و متراكم كردن در 3 لاليه برابر

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

- مراحل آزمايش اسلامپ به شرح زير است :

3- چنانچه پس از متراكم ساختن لايه فوقاني، بتن پايين‌تر از لبه مخروط بود، مجدداً بايد مقداري بتن روي آن ريخته و سطح آن را با حركت اره‌اي و يا غلتشي ميله تراكم و يا ماله صاف نمود .

صاف كردن سطح بتن و تميز نمودن اطراف مخروط اسلامپ

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

- مراحل آزمايش اسلامپ به شرح زير است :

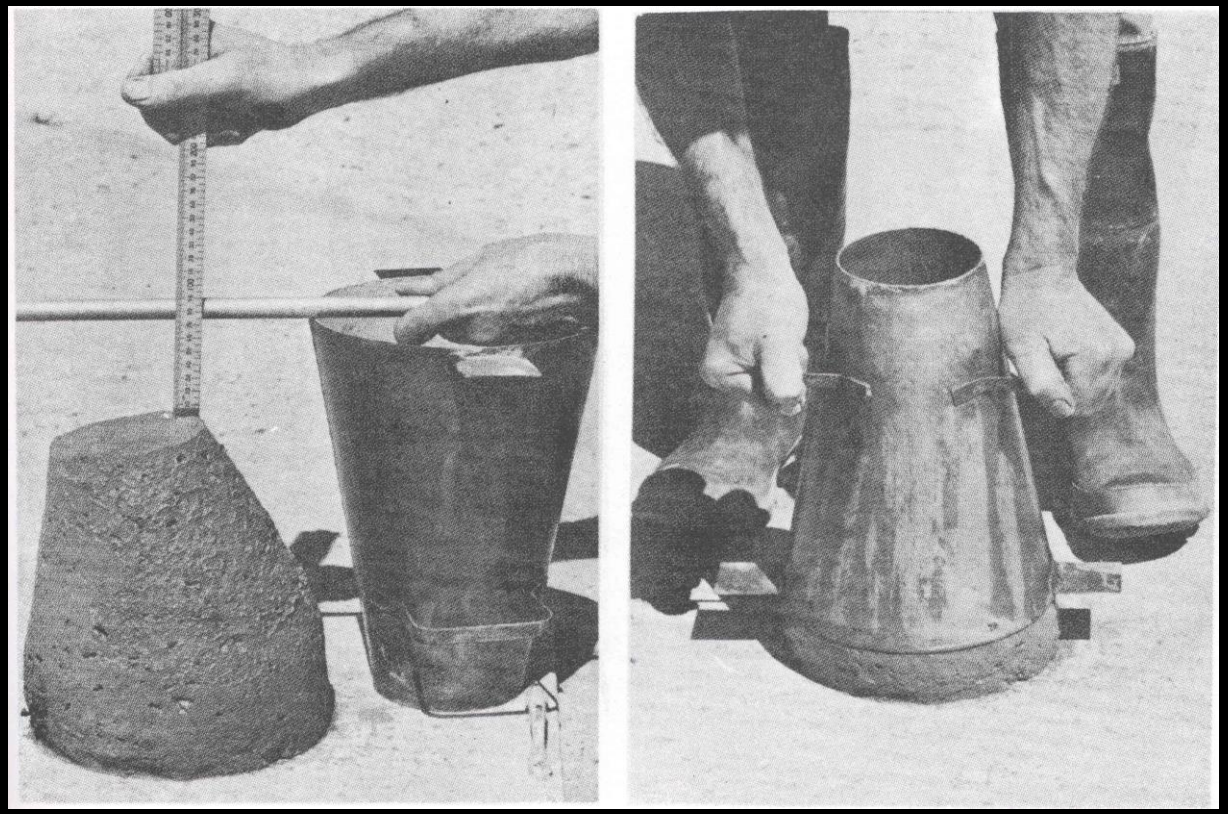
4- سپس در حالي كه مخروط با استفاده از دستگيره‌هاي موجود، كاملاً با دست نگه داشته شده است، (پس از برداشتن پاها از پاگيره‌ها) و پس از تميز نمودن اطراف مخروط از اضافه بتن ريخته شده روي سطح، مخروط را به آرامي و بدون هيچ حركت جانبي، چرخشي و يا ضربه‌اي، به طور عمودي به سمت بالا بكشيد. اين عمل بايد طي مدت 5 تا 10 ثانيه انجام شود (شكل صفحه بعد).

5- پس از بيرون كشيدن قالب مي‌توان آن را به صورت بر عكس بر روي سطح صاف و كنار مخلوط بتن قرار داد (شكل صفحه بعد). سپس بايد ميله تراكم بر روي قالب قرار داده شود و ارتفاع بين زير ميله و بالاترين نقطه مخروط بتن اندازه‌گيري شود.

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

کارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

- مراحل آزمایش اسلامپ به شرح زیر است :



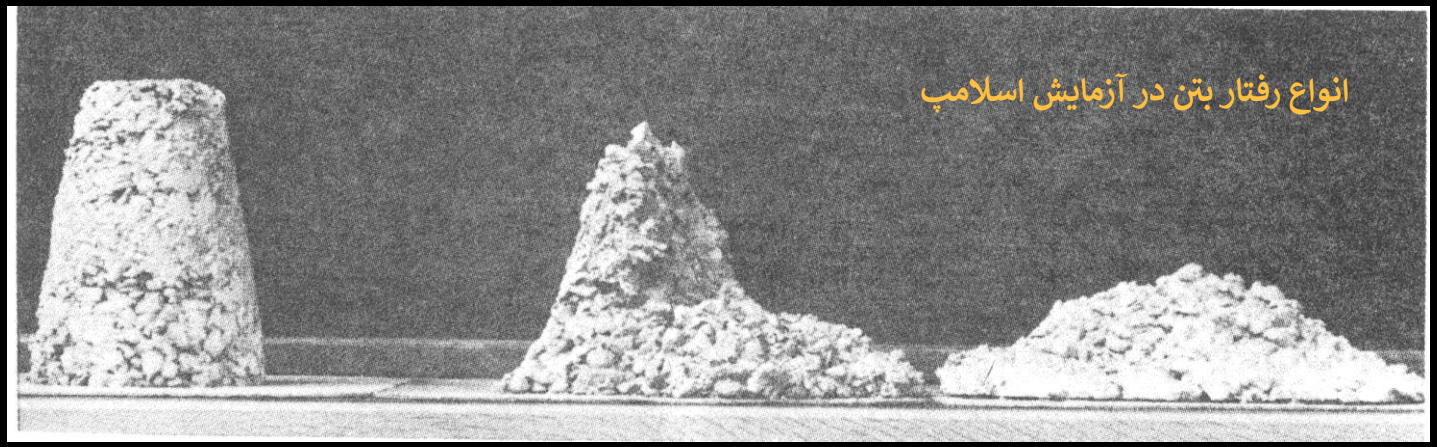
بالا آوردن
قالب اسلامپ با دست

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه آزمون اسلامپ

- مراحل آزمايش اسلامپ به شرح زير است :

6- چنانچه بلافاصله پس از برداشتن مخروط، بتن در هم فرو ريخته شود (نوع ريزشي) و يا از يك طرف بريزد (نوع برشي) (شكل زير) بايد آزمون را يكبار ديكر تكرار نمود، و در صورتي كه دوباره همان نتيجه حاصل شود مي‌توان نتيجه گرفت كه بتن داراي حالت خميري نبوده و يا داراي چسبندگي لازم نيست و بايد يا از روش ديگري براي اندازه گيري كارايي استفاده نمود و يا در طرح اختلاط و يا در ساخت بتن تجديد نظر نمود.



بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

کارآيي بتن تازه طبقه بندي رواني و ميزان اسلامپ

- طبقه‌بندي رواني بتن بر اساس آزمون اسلامپ (بر اساس استاندارد ملي ايران به شماره 3519)، مطابق جدول زير مي‌باشد.

طبقه‌بندي رواني بتن بر اساس آزمايش اسلامپ

طبقه‌بندي رواني	ميزان اسلامپ (mm)
S_1	10 تا 40
S_2	50 تا 90
S_3	100 تا 150
S_4	بيشتر از 160

بررسي وضعيت ظاهري و اندازه گيري رواني

كارآيي بتن تازه طبقه بندي رواني و ميزان اسلامپ

- پس از اتمام آزمايش اسلامپ بايد اطلاعات زير ثبت گردد :

- تاريخ آزمايش
- زمان آزمايش د رطول روز
- فاصله زماني اختلاط بتن تا آزمايش
- مقدار اسلامپ به ميليمتر
- نوع اسلامپ (معمولي يا واقعي - برشي - ريزشي)
- محل بتن ريزي و موقعيت قطعه

انتقال بتن

• انتقال بتن، مرحله مهمي در روند اجراي كارهاي بتني محسوب مي‌گردد. انتقال بتن از مخلوط كن تا محل نهايي بتن‌ريزي، بايد به نحوي انجام شود كه از جدا شدن اجزاي بتن جلوگيري گردد. از طرف ديگر، سرعت انتقال بايد تا حدي باشد كه بتن‌ريزي به صورت متوالي انجام شود و از گرفتن بتن لايه قبلي اجتناب شود، حتي لايه زيرين نبايد به مرز گيرش اوليه نزديك شده باشد. عدم آلودگي به مواد مضر در طول حمل و عدم تبادل شديد حرارتي در اين مدت از اصول مهم مرحله انتقال بتن است.

انتخاب روش يا وسيله انتقال بتن تابع شرايط كارگاه و زمين، حجم كار، ارتفاع بكارگيري و تخليه و فاصله انتقال مي‌باشد. در اين فصل چند وسيله ساده انتقال بتن شرح داده شده است.

انتقال بتن

استانبولي و زنبه

- *استانبولي و زنبه*

براي انتقال بتن، در حجم‌ها و مسافت‌هاي خيلي كم و يا مكان‌هايي كه امكان استفاده از فرغون وجود ندارد مي‌توان از استانبولي و يا زنبه استفاده كرد.

از استانبولي براي انتقال حدود 25 كيلوگرم (10 ليتر) بتن استفاده مي‌شود، مسافت بهينه 10 متر و حداكثر مسافت قابل حمل، 25 متر توصيه مي‌شود.

حداكثر ظرفيت توصيه شده براي حمل با زنبه 60 كيلوگرم (25 ليتر) بتن و طول حمل نيز 25 تا 30 متر مي‌باشد.

انتقال بتن

چرخ دستي يا فرغون

- ***چرخ دستي يا فرغون :***

توصيه مي‌شود، در كارگاه‌هاي كوچك كه حجم ساخت بتن از 450 ليتر در هر نوبت تجاوز نمي‌كند، از فرغون استفاده شود. در هنگام استفاده از فرغون بايد موارد زير را رعايت كرد :

1- حجم جابجائي با فرغون حدود 50 الي 60 ليتر بتن است كه حدود 125 تا 150 كيلوگرم وزن دارد.

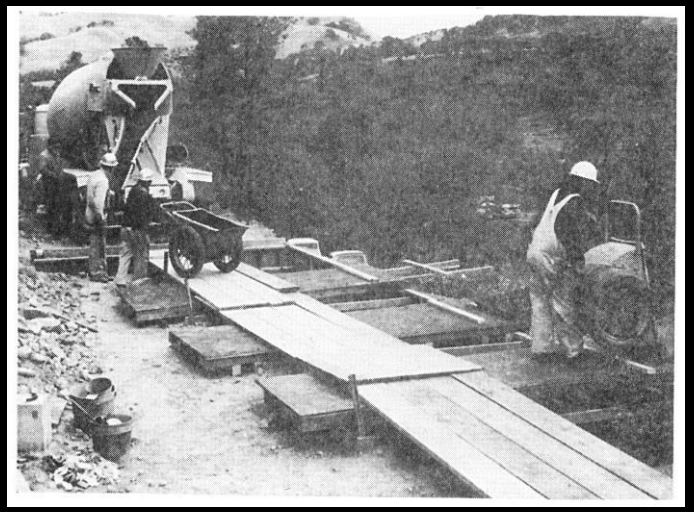
2- حداكثر مسافت مجاز براي انتقال بتن به وسيله فرغون 100 متر است. ولي توصيه مي‌شود مسافت حمل به 50 تا 60 متر محدود گردد.

انتقال بتن

چرخ دستي يا فرغون

- در هنگام استفاده از فرغون بايد موارد زير را رعايت كرد :

3- معمولاً در هنگام حركت فرغون، اجزاي مخلوط بتن تمايل به جدا شدن دارند، بنابراين سطح عبور فرغون بايد كاملاً مسطح و هموار باشد (شكل 1). به كارگيري از تخته‌الوار و يا بويژه نيمرخ‌هاي ناوداني فولادي براي اين منظور توصيه مي‌شود، كه مي‌تواند به افزايش سرعت نيز منجر گردد.



استفاده از چرخ دستي
براي انتقال بتن
(هموار كردن مسير و روش انتقال)

انتقال بتن

چرخ دستي يا فرغون

- در هنگام استفاده از فرغون بايد موارد زير را رعايت كرد :

4- در پيمانه اول، بخشي از سيمان، آب و ماسه بر سطح فرغون مي‌چسبند ، بنابراين در پيمانه اول بايد حدود 5 درصد به سيمان، آب و ماسه اضافه گردد.

5- نبايد از مخلوط‌كن ، به طور مستقيم بخشي از مخلوط به فرغون منتقل شود ، زيرا اين عمل باعث جداشدگي در مخلوط بتن مي‌شود. بنابراين ابتدا بايد تمام مخلوط از مخلوط‌كن خارج گردد و در يك ظرف و يا بر روي سكوي تميز تخليه گردد. سپس از آن ظرف ، مقدار مورد نياز از مخلوط را با فرغون حمل كرد.

6- قبل از استفاده از فرغون بايد آن را كاملاً تميز نمود. همچنين در پايان كار روزانه تميز كردن فرغون ضروري است.

انتقال بتن

دامپر (فرغون موتوري)

- ***دامپر (فرغون موتوري) :***

در كارگاه‌هايي با وسعت نسبتاً وسيع و داراي سطح هموار مي‌توان از دامپر استفاده نمود (شكل زير). حداكثر طول حمل با اين وسيله 300 متر و طول حمل بهينه 100 متر است با استفاده از دامپر مي‌توان در حدود 250 تا 750 كيلوگرم (حدود 100 تا 300 ليتر) بتن را حمل كرد. بايد توجه نمود، مسير حمل بايد كاملاً هموار بوده و در هنگام انتقال بايد با حداقل سرعت حركت نمود، در غير اين صورت امكان جداشدگي وجود دارد.

انتقال بتن
با استفاده از فرغون موتوري

انتقال بتن

دلو یا جام

- **دلو یا جام :**

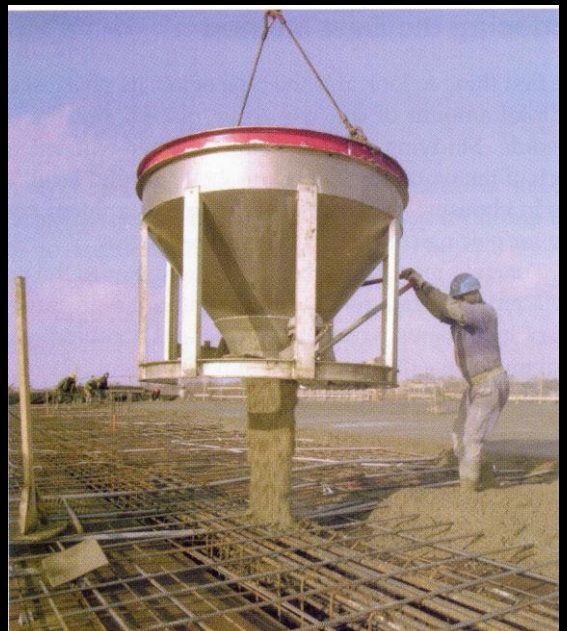
براي انتقال بتن به وسيله دلوها يا جام‌ها نياز به بالا برنده و يا جرثقيل است. معمولاً دلوها داراي ظرفيت بين 100 تا 1000 ليتر هستند ، اما حجم جام‌ها بيشتر است كه براي پروژه‌هاي بزرگ استفاده مي‌شود.

انتقال بتن

دلو یا جام

- در هنگام استفاده از دلو یا جام تمهیدات زیر باید رعایت گردد :

1- دریچه بازشو دلو و جام باید به نحوي طراحي شده باشد که به راحتي اجازه خروج مخلوط بتن را بدهد. همچنین باید شیب ظرف در حد زیاد باشد تا امکان باقي ماندن بتن در ظرف وجود نداشته باشد (شکل زیر). دریچه بازشو باید داراي ضامن باشد تا در طول انتقال بر اثر برخورد با موانع، ناگهان باز نشود.



انتقال بتن با جام و روش تخلیه آن
(توجه شود بتن در نزدیکترین نقطه نسبت به بتن ریزي قبلي تخلیه مي‌شود)

انتقال بتن

دلو یا جام

- در هنگام استفاده از دلو یا جام تمهیدات زیر باید رعایت گردد :

2- در پيمانه اول، بخشي از سيمان، آب و ماسه بر سطح دلو يا جام مي‌چسبد. بنابراين در پيمانه اول، بايد حدود 5 درصد به سيمان، آب و ماسه اضافه گردد.

3- بعد از اتمام کار، جام و دلو ، باید کاملاً شسته و تمیز شوند.

انتقال بتن

ناوه (سطح شيبدار يا شوت)

- *ناوه (سطح شيبدار يا شوت)* :

ناوه يا ناوداني وسيله‌اي ساده، ارزان و سريع براي انتقال بتن به نقاط پايين‌تر و در ارتفاع كمتر مي‌باشد (شكل 4). توجه به موارد زير در هنگام استفاده از ناوه ضروري است:

1- ناوه طولاني باعث جداشدگي اجزا و خشك‌شدن مخلوط بتن مي‌گردد ، بنابراين بايد از ناوه كوتاه استفاده كرد. به عنوان راهنمايي، در صورت استفاده از يك ناوه، چنانچه بتن دچار جداشدگي گرديد بايد در نوع وسيله و يا طول آن تجديد نظر نمود.

انتقال بتن

ناوه (سطح شيبدار يا شوت)

• توجه به موارد زير در هنگام استفاده از ناوه ضروري است:

2- شكل مقطع ناوه ترجيحاً دايره‌اي و يا نيم دايره باشد و از به كار بردن مقاطع مستطيل با گوشه‌هاي تيز (به علت باقي ماندن بتن و افزايش اصطكاك – اثر جدار-) خودداري گردد.

3- قطر ناوه بايد حداقل 8 برابر حداكثر اندازه سنگدانه باشد.

4- شيب ناوه بايد حداكثر به، 2 به 3 و يا حداقل 3 به 2 محدود شود.

5- براي آنكه مخلوط درون ناوه مجدداً مخلوط گردد ، بهتر است كه در انتهاي ناوه از يك ناوداني و يا قيف هادي عبور كند. اين عمل همچنين باعث مي‌شود كه از جداشدگي اجزاي بتن جلوگيري شود، بويژه اگر سرعت بتن روي ناوه زياد باشد.

انتقال بتن

ناوه (سطح شیبدار یا شوت)

- توجه به موارد زیر در هنگام استفاده از ناوه ضروري است:

6- مخلوط بتن بايد داراي كارايي كافي و چسبنده باشد تا به راحتي درون ناوه حركت كند. به عنوان راهنمايي بايد از بتن‌هايي با اسلامپ 5 تا 10 سانتيمتر استفاده نمود، به هرحال ساير عوامل، مانند عيار سيمان، دانه‌بندي، شكل و بافت سنگدانه‌ها و نسبت آب به سيمان در اين مسئله موثرند.

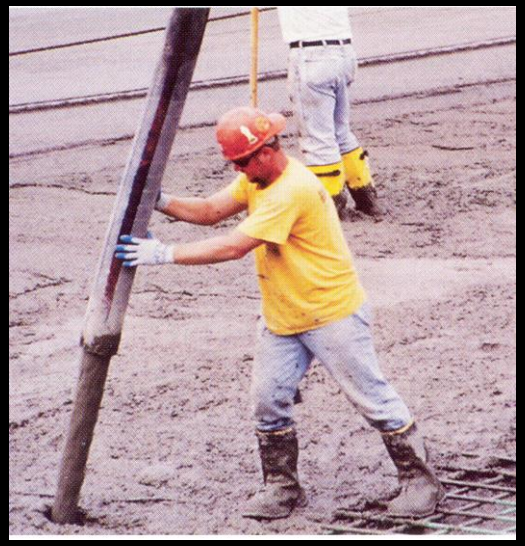
انتقال بتن با استفاده از سطح شیبدار

انتقال بتن

شوت سقوطي

- *شوت سقوطي :*

شوت سقوطي داراي سطح مقطع دايره‌اي است و قطر آن در بالا حداقل 8 برابر حداكثر اندازه سنگدانه و در پايين حداقل 6 برابر حداكثر اندازه سنگدانه است (شكل 5). شوت سقوطي مي تواند از نوع صلب يا انعطاف‌پذير باشد. بهتر است از لوله‌هاي پارچه‌اي يا پلاستيكي باز شونده استفاده گردد.



شوت قوطي

سمت راست انتقال بتن با استفاده از شوت سقوطي

سمت چپ
(تركيب ناوه و شوت سقوطي)

انتقال بتن

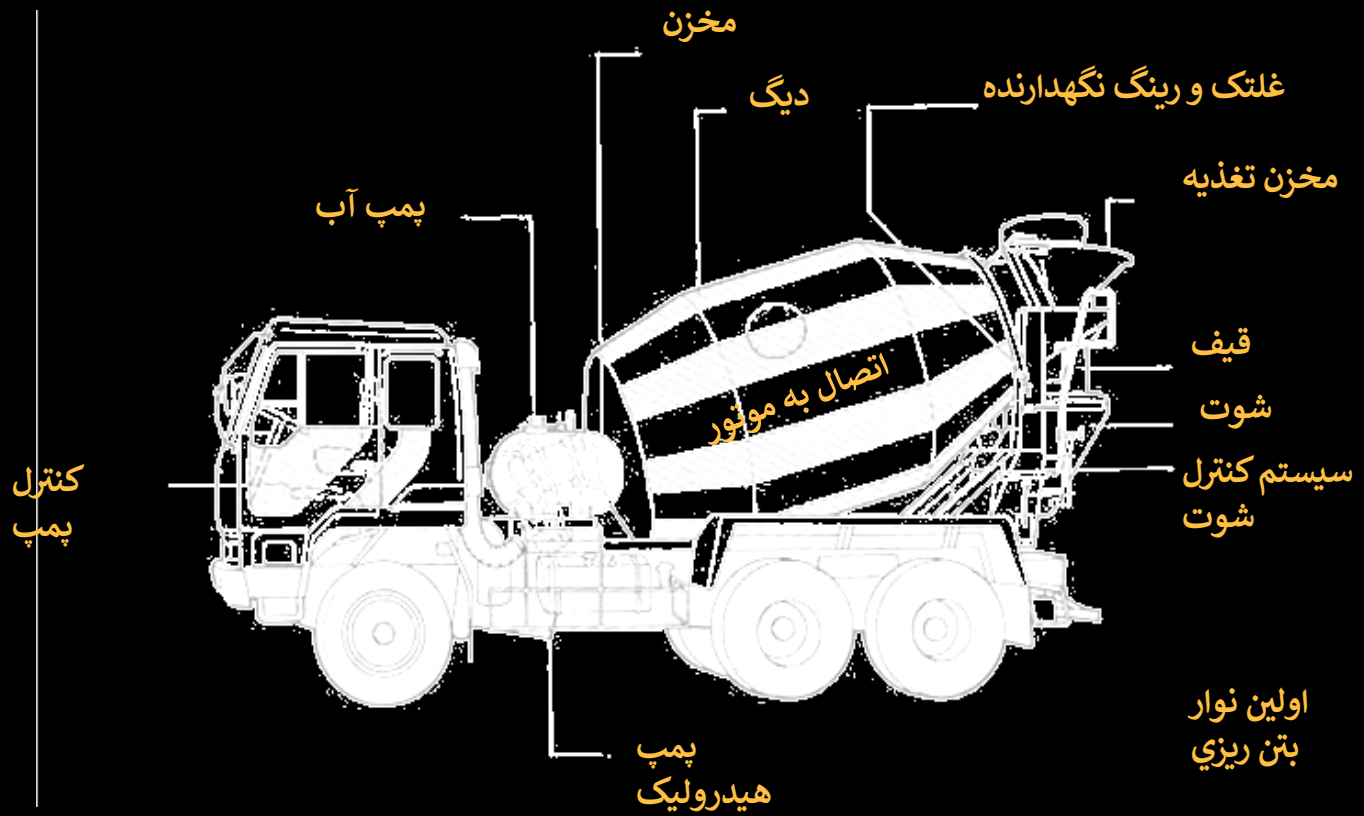
کامیون مخلوط کن (تراک میکسر)

- ***کامیون مخلوط‌کن (تراك ميكسر) :***

تراك ميكسر وسيله‌اي براي حمل بتن آماده است. كارخانه‌هاي بتن آماده معمولاً به دو گروه تقسيم مي‌شوند. برخي كارخانه‌ها فقط عمليات پيمانه كردن را انجام مي‌دهند، و برخي ديگر از كارخانه‌ها غير از عمليات پيمانه كردن، عمل مخلوط كردن را نيز انجام مي‌دهند. به عبارت ديگر، در كارخانه، مصالح پيمانه شده و مقادير معين مصالح بتن به درون كاميون مخلوط‌كن ريخته مي‌شود، اما عمل اختلاط در حين حمل، قبل از تخليه بتن در ديگ كاميون مخلوط‌كن صورت مي‌گيرد و آب مخلوط در حين حمل و يا در محل كارگاه به مخلوط خشك اضافه مي‌گردد. بر همين اساس به اين روش، پيمانه خشك نيز گفته مي‌شود. اما در گروه دوم كارخانه‌ها، بتن آماده شده، به درون ديگ كاميون مخلوط‌كن ريخته مي‌شود. شكل صفحه بعد جزئيات كاميون مخلوط‌كن را نشان مي‌دهد.

انتقال بتن

کامیون مخلوط کن (تراک میکسر)



انتقال بتن

کامیون مخلوط کن (تراک میکسر)

- در هنگام استفاده از کامیون مخلوط‌کن، موارد زیر باید رعایت گردد :

1- از زماني كه آب به مخلوط خشك بتن افزوده مي‌شود تعداد دوران 70 تا 100 دور با سرعت تند براي اختلاط اوليه كافي است. اگر بتن آماده در داخل ديگ حمل شود و بخواهيم در هنگام تخليه همگني را مجدداً به دست آوريم، كافي است 30 تا 40 دور با سرعت كند بتن را بهم زنيم. حداكثر تعداد دوران ديگ به 300 دور (شامل دور كند و تند)، محدود مي‌گردد، به اين ترتيب، مدت حمل در شرايط عادي (به غير از بتن ريزي در هواي گرم و سرد) از زمان بارگيري تا تخليه ، به 1 تا 5/1 ساعت محدود مي‌شود. اما از 300 دور چرخش ديگ فقط حداكثر 100 دور بايد سرعت مخلوط كردن و بقيه بايد با سرعت بهم زدن باشد، زيرا زمان طولاني حمل و يا تعداد چرخش زياد ديگ باعث كاهش اسلامپ، سايش سنگدانه‌ها و بدنه ديگ و همچنين كاهش مقاومت و دوام بتن مي‌گردد.

2- درمواردي كه مدت انتقال بتن طولاني است و يا احتمال وجود ترافيك سنگين وجود دارد، بهتر است از روش مخلوط خشك استفاده شود و آب مخلوط در كارگاه به ساير مصالح اضافه گردد. هر چند در اين حالت، كنترل دقيق مقدار آب با اشكال رو به رو مي‌گردد و نياز به نظارت دقيق است تا آب مخلوط به مقدار تعيين شده افزوده شود.

انتقال بتن

کامیون مخلوط کن (تراک میکسر)

- در هنگام استفاده از کامیون مخلوط کن، موارد زیر باید رعایت گردد :

3- استفاده از کاميون مخلوط کن براي بتن‌هاي زير توصيه نمي‌شود:
- بتن با اسلامپ کمتر از 40 میلیمتر
- بتن با حداکثر اندازه سنگدانه بیش از 50 میلیمتر
- بتن با نسبت آب به سیمان کمتر از 4/0 (بدون استفاده از مواد افزودني روان کننده و یا فوق‌روان کننده)
- در روش پیمانه خشك نباید از میکروسیلیس به صورت پودر استفاده گردد، زیرا توزیع ذرات میکروسیلیس در مخلوط به صورت یکنواخت انجام نمي‌شود.

4- اگر از کاميون مخلوط کن براي اختلاط اوليه (پيمانه خشك) استفاده شود، حجم بتن ساخته شده در آن بايد به دو سوم ظرفيت اسمي ديگ محدود گردد. به عنوان مثال، با کاميون مخلوط کن با ظرفيت اسمي 6 متر مکعب مي‌توان 4 متر مکعب بتن به روش پيمانه خشك را، مخلوط کرد.

كنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• قبل از آنكه عمليات بتن‌ريزي انجام شود، بايد محل بتن‌ريزي كنترل گردد. مواردي كه در زير شرح داده شده، ضوابط كنترل و آماده سازي است كه قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد. به عبارت ديگر، چنانچه مهندس ناظر اشكالي در هر يك از موارد زير مشاهده كند، بايد از ريختن بتن جلوگيري نمايد و نسبت به رفع مشكل مربوط اقدام گردد :

1- اگر بتن‌ريزي بر روي زمين انجام مي‌شود، سطح زمين بايد عاري از هر گونه مواد زايد، تميز و متراكم باشد. بايد بسته به شرايط رطوبت محيط و زمين، از ساعتها قبل بر روي زمين آب پاشي شود تا رطوبت زمين در حالت اشباع با سطح خشك بوده، ولي عاري از آب اضافي باشد.

2- ابعاد قالب‌ها بايد مطابق با نقشه‌هاي اجرايي باشد و اندازه داخلي قالب‌ها در حد رواداريهاي مجاز باشد.

كنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• ضوابط كنترل و آماده سازي است كه قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد :

3 - قالب‌ها بايد در محل خود كاملاً محكم نصب شده باشند. بنابراين با اعمال ضربه و نيرو به قالب‌ها هيچگونه لغزشي نبايد در قالب‌ها مشاهده گردد. به عبارت ديگر، از مهار بودن قالب‌ها اطمينان حاصل شود.

4- داخل قالب‌ها بايد كاملاً تميز و عاري از هر گونه مواد زايد باشد. وجود مواد زايد مانند خرده چوب، آب، برف، يخ، گل و لاي و شاخه و برگ درختان سبب كيفيت نامطلوب بتن مي گردد. بنابراين قبل از بتن ريزي در صورت وجود هر نوع ذرات و مواد زيان آور در قالب، بايد به روش دستي و يا با استفاده از هواي فشرده، درون قالبها تميز گردد. لازم است قالب ستون، ديوار و حتي تيرها داراي دريچه نظافت (تخليه) باشد تا عمل تميز كردن قالب به راحتي انجام گردد.

كنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• ضوابط كنترل و آماده سازي است كه قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد :

5 - براي آنكه از چسبندگي بتن به قالب جلوگيري گردد و همچنين آب بتن توسط قالب چوبي جذب نگردد، بايد سطوح قالب روغنكاري شود. روغن مصرفي بايد از نوع مناسب باشد. مقدار روغنكاري بايد در حدي باشد كه از چكه كردن آن جلوگيري شود و نه آنقدر مقدار روغن كم باشد كه تمام سطوح قالب بطور يكنواخت آغشته نشود.

6 - قبل از بتن ريزي، وضعيت ميلگرد از نظر خوردگي بايد بررسي شود. اگر بر سطح ميلگرد زنگ كم مشاهده گردد (زنگ با ناخن و يا گوني زبر از بين برود) و آج آن صدمه نديده باشد، استفاده از آن ميلگرد بدون مانع است. حتي اين مقدار زنگ باعث افزايش مقاومت پيوستگي مي‌شود. اما اگر مقدار زنگ روي ميلگردها زياد است، بايد با ابزار مناسب نسبت به زدودن زنگ اقدام شود. روش مناسب زدودن زنگ، ماسه پاشي است، اما فرچه يا سنباده و يا برس مناسب نيست، زيرا فقط سبب صيقلي شدن زنگ مي‌گردد. مقدار زياد زنگ نه تنها فرآيند خوردگي را تشديد مي‌كند، بلكه سبب كاهش مقاومت پيوستگي بين ميلگرد و بتن مي‌گردد. در صورتي كه خوردگي سبب آسيب ديدگي آج ميلگرد و يا سبب ايجاد حفره در ميلگرد شده باشد، بايد از به كار بردن آن ميلگرد اجتناب گردد.

كنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• ضوابط كنترل و آماده سازي است كه قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد :

7 - ممكن است روي سطح ميلگرد، قشري از ملات حاصل از بتن ريزي قبلي مشاهده شود. چنانچه فاصله زماني بتن‌ريزي قبلي و بعدي فقط چند ساعت باشد، نياز به پاك كردن ملات از سطح ميلگردها نيست، در غير اين صورت بايد آن قشر ملات پاك شود.

8 - ميلگردها بايد توسط فاصله‌دهنده‌هاي پلاستيكي (لقمه) در موقعيت خود تثبيت شده باشند تا هنگام بتن‌ريزي، ميلگردها حركت نكنند. در صورتي كه امكان دسترس به فاصله‌دهنده‌هاي پلاستيكي وجود ندارد مي‌توان از قطعات پيش ساخته ملات يا بتن با ضخامت مورد نظر، استفاده گردد. موقعيت و فواصل ميلگردها بايد مطابق با نقشه‌هاي اجرايي و در حد رواداريهاي مجاز باشد. همچنين ضخامت پوشش بتني بر روي ميلگردها بايد كنترل گردد، زيرا رعايت نكردن ضخامت مورد نظر و يا كم بودن ضخامت پوشش، سبب كاهش دوام سازه مي‌شود.

كنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• ضوابط كنترل و آماده سازي است كه قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد :

9- لقمه‌هاي ساخته شده از ملات و يا بتن بايد داراي ضوابط زير باشد:
- نسبت آب به سيمان آن مساوي و يا كمتر از بتن اصلي باشد.
- حداكثر اندازه سنگدانه كوچكتر يا مساوي يك سوم ضخامت لقمه (پوشش بتني روي ميلگرد) باشد.
- بتن يا ملات مورد نظر بايد همچون بتن‌هاي معمول به خوبي مخلوط ، ريخته، متراكم و عمل آوري شود، زيرا بايد عملكردي مشابه بتن اصلي (بويژه از نظر دوام) داشته باشد.
- در صورتي كه در لقمه‌ها از مفتول‌هاي فولادي ميلگردگذاري استفاده مي‌شود بايد ضوابط حداقل پوشش بتني روي ميلگردها رعايت گردد.

كنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• ضوابط كنترل و آماده سازي است كه قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد :

10- در صورتي كه فاصله زماني بين بتن‌ريزي جديد و لايه قبلي طولاني باشد، براي اجتناب از بروز درز سرد بايد به چند مورد توجه شود. درز سرد به معني اين است كه پيوستگي مطلوب بين لايه قبلي بتن و لايه جديد بتن وجود نداشته باشد.
به منظور جلوگيري از بروز درز سرد بايد از ضخامت لايه‌هاي بتن ريزي كاسته شود، از سيمان‌هاي كندگير و يا مواد ديرگير كننده استفاده شود. همچنين مي‌توان با خنك كردن بتن، زمان گيرش را افزايش داد تا احتمال ايجاد درز سرد كم شود. يكي از راه‌هاي ايجاد درز سرد بويژه در شالوده‌ها يا ديوارها، كاهش فاصله درزهاي اجرايي (ساخت) است. اين كاهش بايد با تأييد طراح و دستگاه نظارت انجام گيرد كه مستلزم رعايت ضوابط مربوط است.

كنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• ضوابط كنترل و آماده سازي است كه قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد :

10-در صورت بروز درز سرد بايد سطح لايه قبلي بتن با وسيله‌اي مناسب زبر گردد. اگر آخرين لايه بتن‌ريزي با توجه و آگاهي توقف بتن‌ريزي در روز انجام مي‌شود، عمليات زبر كردن سطح بسيار آسان خواهد بود، زيرا به راحتي مي‌توان روي سطح بتن تازه، ايجاد شيار كرد. اما اگر بتن سخت شده باشد، بايد زبر كردن سطح بتن توسط ابزاري مانند تيشه انجام شود. از طرف ديگر بايد شرايط رطوبت لايه قبلي در حالت اشباع با سطح خشك باشد. براي رساندن شرايط رطوبت به اين حالت، بايد بسته به شرايط رطوبت محيط و شرايط رطوبت بتن قديم، از چند ساعت قبل از بتن‌ريزي، نسبت به آب پاشي بتن قبلي اقدام كرد. اما در زمان بتن‌ريزي لايه جديد، سطح بتن قديم بايد عاري از آب اضافي باشد. همچنين روي سطح بتن قديم بايد كاملاً تميز و پاك باشد. چنانچه سنگدانه‌هايي سست بر روي سطح بتن قديم مشاهده مي‌شود بايد از بتن قديم جدا شوند.
همچنين توصيه مي‌شود به منظور ايجاد پيوستگي بيشتر بين بتن قديم و جديد، اولين پيمانه بتن جديد كه روي بتن قديم قرار مي گيرد، حتي‌الامكان ريزدانه‌تر، داراي عيار سيمان و اسلامپ بيشتري باشد ولي نبايد تغيير زيادي در مشخصات بتن از نظر مقاومت و دوام ايجاد شود.

کنترل و آماده سازي قبل از بتن ريزي

• ضوابط کنترل و آماده سازي است که قبل از عمليات بتن‌ريزي بايد مورد توجه مهندس ناظر قرار بگيرد :

11- در هواي سرد، سطح زمين ويا سطح بتن قديم و يا قالبي که قرار است روي آن بتن‌ريزي شود، نبايد يخ زده باشد. در صورت مشاهده يخ ، بايد ابتدا نسبت به برطرف کردن يخ زدگي با وسايل مناسب اقدام گردد.

12- تمام وسايل و ابزار بتن‌ريزي، مانند فرغون و ويبره (لرزاننده) به صورت تميز و آماده بکار در محل مستقر شده باشند.

عمليات بتن ريزي

- در اين فصل، مراحل بتن‌ريزي به ترتيب ارائه شده است. بايد توجه داشت كه اين مراحل نقش مهمي در كسب مقاومت بتن دارد و حتي در صورت انتخاب مصالح مناسب و در صورتي كه مراحل اجرايي به طور مطلوب انجام نگردد، خواص و دوام مورد نظر حاصل نمي‌گردد.

عمليات بتن ريزي

تمهيدات كلي در بتن ريزي

- *تمهيدات كلي در بتن‌ريزي :*

عمل بتن‌ريزي و تراكم بتن، معمولاً توأم و وابسته بوده و اغلب همزمان انجام مي‌شود. اجراي صحيح اين عمليات براي حصول اطمينان از مقاومت و دوام سازه بسيار حايز اهميت است. در هنگام بتن‌ريزي، رعايت موارد كلي زير ضروري است :

1- بتن بايد تا حد امكان نزديك به محل نهايي مورد نظر ريخته شود و نبايد به مقدار زياد در يك نقطه انباشته گردد و سپس به نقاط ديگر منتقل شود. در غير اينصورت امكان جداشدگي در اجزاي بتن مي‌باشد و كيفيت مطلوب، حاصل نمي‌گردد. رعايت اصول و نكات كلي انتقال بتن نيز الزامي است.

عمليات بتن ريزي

تمهيدات كلي در بتن ريزي

- در هنگام بتن‌ريزي، رعايت موارد كلي زير ضروري است :

2- بتن بايد در لايه‌هاي افقي با ضخامت‌هاي مساوي ريخته شود و هر لايه بايد به طور مطلوب متراكم گردد و سپس لايه بعدي ريخته شود. تا آنجا كه عملي باشد، هرلايه بايد به صورت كامل و بدون وقفه اجرا گردد. ضخامت لايه‌ها تابع اندازه و شكل قالب، رواني بتن، فاصله ميلگردها و روش تراكم مي‌باشد. هر چند حداكثر ضخامت لايه بتن به 6/0 متر و حداقل آن به 15/0 متر و يا سه برابر حداكثر اندازه سنگدانه (هر كدام بزرگتر باشد) محدود مي گردد، معمولاً دراعضاي بتن مسلح ضخامت 2/0 تا 4/0 متر پيشنهاد مي گردد.

3- بتن‌ريزي بايد به طور مستمر انجام شود و لايه جديد قبل از سخت شدن لايه قبلي ريخته شود تا پيوستگي بين لايه‌ها تأمين شود و از بروز صفحات ضعيف كه درز سرد ناميده مي‌شود، اجتناب گردد (براي اطلاعات بيشتر به فصل ششم مراجعه شود).

4- بتن بايد تمام زواياي قالب و اطراف ميلگردها را كاملاً پر كند.

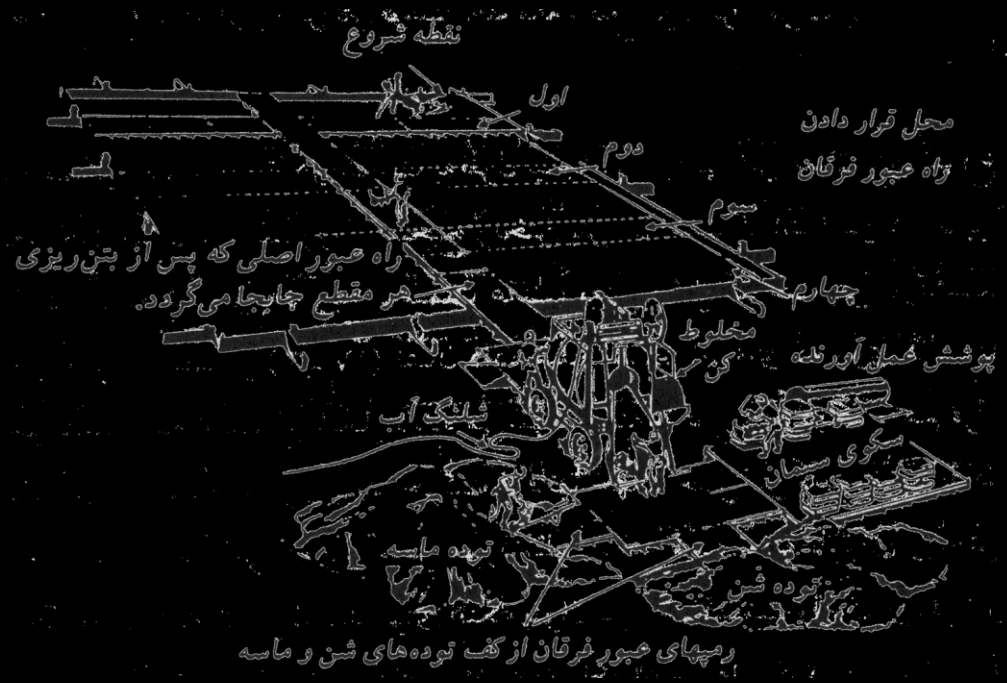
عمليات بتن ريزي

بتن ريزي دال ها

- ***بتن‌ريزي دالها :***

بتن‌ريزي دالها نياز به تمهيدات خاص به شرح زير دارد :

1- درصورتي كه سطح دال وسيع است، ابتدا بايد راه‌هاي دسترس عبور فرغون يا وسايل حمل بتن و افراد را ايجاد نمود. بدين منظور مي‌توان با استفاده از تخته‌هاي محكم مسير عبور را برقرار كرد.
شكل 1 ، روش انتقال بتن با استفاده از راه‌هاي دسترس را نشان مي‌دهد.



محل قرار دادن مصالح و ريختن بتن در دالها و يا كف‌هاي مسلح

عمليات بتن ريزي

بتن ريزي دال ها

- بتن‌ريزي دالها نياز به تمهيدات خاص به شرح زير دارد :

2- بتن بايد در نزديكترين محل نهايي خود ريخته شود، زيرا جابجايي بتن در قالب باعث جداشدگي ذرات مي‌شود (شكل زير). در صورت نياز به جابجايي، بايد توده بتن به صورت يكجا حركت داده شود. براي اين كار مي‌توان از يك وسيله پارويي شكل استفاده نمود و بتن را بصورت توده‌اي حركت داد. از پرتاب كردن بتن با وسايلي مانند بيل از نقطه‌اي به نقطه ديگر اكيداً خودداري گردد.
همچنين بايد سعي شود در ريختن بتن با جام تا حد امكان آن را به قالب و يا سطح بتن‌ريزي نزديك كرد تا موجب جداشدگي و يا اعمال ضربه به قالب و ميلگردها نشود .

ريختن بتن
در نزديكي
محل مورد نياز

عمليات بتن ريزي

بتن ريزي دال ها

- بتن‌ريزي دالها نياز به تمهيدات خاص به شرح زير دارد :

3- بتن‌ريزي بايد در جلو لايه قبلي بتن انجام شود و نبايد در انتهاي لايه قبلي بتن‌ريزي شود. روش صحيح و ناصحيح عمليات درشكل 3 نشان داده شده است. در روش صحيح، بتن درون فرغون در جلو بتن قبلي ريخته مي‌شود، اما در روش ناصحيح با گذاشتن يك سكو بر روي بتن قبلي، بتن جديد ريخته شده است. اين عمل باعث جداشدگي اجزاي بتن مي گردد. .

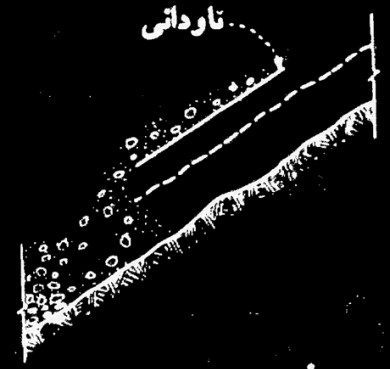
روش صحيح ريختن بتن

عمليات بتن ريزي

بتن ريزي دال ها

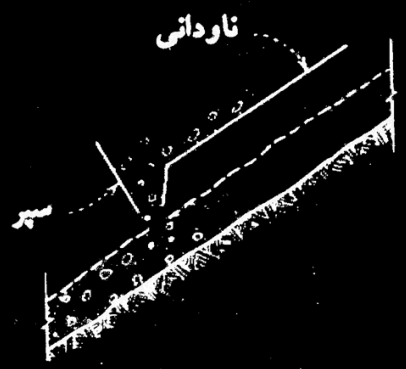
- بتن‌ريزي دالها نياز به تمهيدات خاص به شرح زير دارد :

4- بتن‌ريزي روي سطوح شيب‌ءدار، از پائين شيب شروع مي‌شود و به تدريج به سمت بالا رفته و خاتمه
مي يابد. لازم است براي اين نوع بتن‌ريزي، از بتني با رواني يا اسلامپ كم (حدود 50 ميليمتر) استفاده گردد. همچنين كاهش سرعت بتن‌ريزي نيز مي‌تواند در اين خصوص موثر باشد. در شكل 4 اين عمليات بصورت صحيح و ناصحيح نشان داده شده است.



غیرصحیح

برای بتن‌ریزی یک سطح شیب‌دار تخلیه بتن از یک ناودانی با انتهای آزاد را نشان می‌دهد. سنگدانه‌های درشت جدا شده و به انتهای سطح شیب‌دار می‌رود.



صحیح

سپر و قسمت ریختن بتن را در انتهای ناودانی قرار دهید تا جداشدگی پیش نیامده و بتن روی شیب باقی بماند.

روشهاي صحيح و ناصحيح بتن‌ريزي در سطح شيب‌دار

عمليات بتن ريزي

بتن ريزي ستون ها و ديوارها

- ***بتن‌ريزي ستونها و ديوارها :***

تجربه نشان مي‌دهد كه در هنگام بتن‌ريزي از ارتفاع بيش از 2 متر، چنانچه تمهيدات خاص اعمال نگردد، كيفيت بتن نامطلوب خواهد بود. هر چند، آيين نامه‌هاي معتبر محدوديت خاصي را براي اين منظور ارائه ننموده‌اند. بتن‌ريزي در ارتفاع زياد سبب مي‌شود كه بتن با قالب و ميلگردها برخورد كند و دچار ضربه ناگهاني شود و در نتيجه جداشدگي اجزا در بتن رخ مي‌دهد. معمولاً در كشور ما آثار جداشدگي در قسمت پايين ستونها و ديوارها (حدود 5/0 تا 1 متري) مشاهده مي گردد كه تصور اكثر دست اندركاران آن است كه، به علت عدم تراكم كافي بتن كرمو و فاقد ريزدانه و ملات شده است، در حالي كه عمدتاً جداشدگي و تراكم بيش از حد موجب بروز اين عارضه (پديده) مي‌شود.

عمليات بتن ريزي

بتن ريزي ستون ها و ديوارها

- بنابراين اجراي موارد زير در بتن‌ريزي از ارتفاع ضروري است :

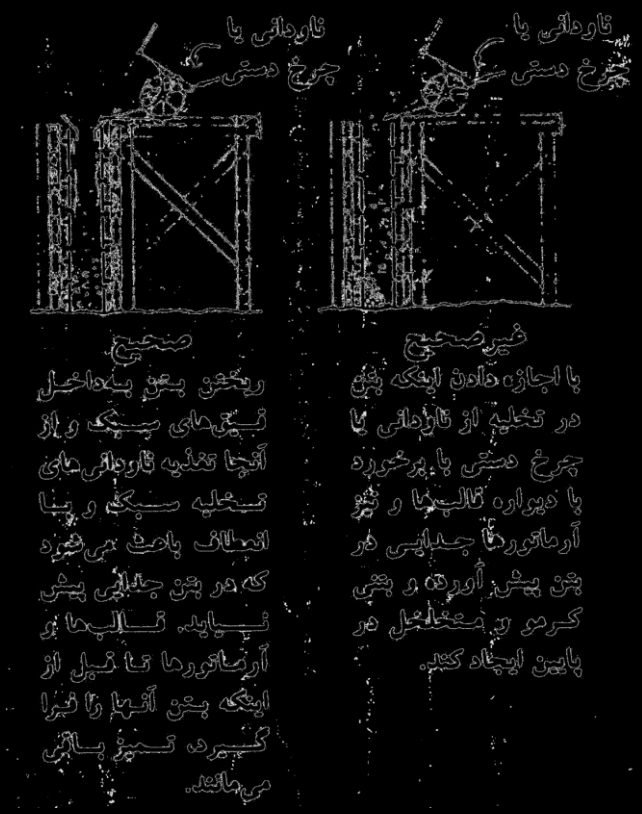
1- درمواردي كه تراكم ميلگرد در ستون و يا ديوار درحد كم باشد و سطح مقطع قالب فضاي كافي را ايجاد كند مي‌توان از لوله‌هاي آويز ، ناودان و يا قيف هادي براي بتن‌ريزي استفاده كرد. ناودان شامل يك لوله ويك قيف بالاي آن مي‌باشد. لوله ناودان درداخل قالب گذاشته مي‌شود و بتن‌ريزي به صورت تدريجي اما پيوسته انجام مي‌گردد. با ريختن بتن، بتدريج لوله ناودان به طرف بالا هدايت مي‌شود. اين عمل باعث مي‌شود كه از عارضه جداشدگي ذرات بتن جلوگيري گردد.

عمليات بتن ريزي

بتن ريزي ستون ها و ديوارها

- بنابراين اجراي موارد زير در بتن‌ريزي از ارتفاع ضروري است :

2- قطر لوله‌ها بايد حداقل 8 برابر اندازه بزرگترين سنگدانه باشد، اما در قسمت پايين (بعد از 2 يا 3 متر ارتفاع) قطر لوله را مي‌توان كاهش داد و 6 برابر اندازه بزرگترين سنگدانه در نظر گرفت. لوله‌ها مي‌توانند به صورت پلاستيكي و يا پارچه‌اي باشند كه در صورت وجود بتن، قطر مورد نظر را مي‌توان بدست آورد.
اين لوله‌ها نسبت به لوله‌هاي صلب (انعطاف ناپذير) ارجحيت دارند. عمليات صحيح و ناصحيح بتن‌ريزي در ارتفاع، در شكل زير نشان داده شده است.



تخلیه بتن در ستون ويا ديوار، با استفاده از چرخ دستي، يا جام

عمليات بتن ريزي

بتن ريزي ستون ها و ديوارها

- بنابراين اجراي موارد زير در بتن‌ريزي از ارتفاع ضروري است :

3- در مواردي كه ستون يا ديوار داراي ميلگرد در حد زياد و متراكم است، امكان دارد كه استفاده از لوله‌هاي ناودان براي ريختن بتن عملي نباشد. بنابراين مي‌توان با تعبيه دريچه يا باز شو در قالب، بتن‌ريزي را انجام داد. مي‌توان فواصل دريچه‌ها را حدود 5/1 متر تا 2 متر در نظر گرفت. از طرف ديگر، به كارگيري دريچه، امكان رؤيت بتن در قالب را فراهم مي كند و كنترل لرزاننده دستي نيز بهتر انجام مي‌شود. در شكل 6 ، روش ايجاد دريچه را نشان مي‌دهد. در اين روش، بتن تا تراز پايين دريچه تحتاني ريخته و متراكم مي‌شود، سپس اين دريچه بسته و از دريچه تراز بالايي بتن ريزي ادامه مي‌يابد.

استفاده از يك دريچه در بتن‌ريزي در ارتفاع و يا درمواردي كه تراكم ميلگرد زياد است.

متراکم کردن بتن

• پس از جاگذاري بتن، بايد حبابهاي هواي ناخواسته با عمل تراکم حذف و يا کم گردد تا حداکثر چگالي در بتن حاصل شود. مقدار هواي محبوس بستگي به کارايي بتن دارد. بتن با کارايي کم، هواي حبس شده بيشتري دارد، به همين دليل براي بتن با اسلامپ کم، نياز به تراکم بيشتري احساس مي‌شود. وجود حبابهاي هوا باعث کاهش مقاومت بتن، افزايش نفوذپذيري بتن وکاهش مقاومت پيوستگي بين ميلگرد و بتن مي‌شود
(شکل زير).

اثر تراکم
در حذف يا کاهش منافذ

متراكم كردن بتن

- براي تراكم بتن مي‌توان از دو روش زير استفاده نمود :

- تراكم دستي
- تراكم مكانيكي

موثرترين روش تراكم بتن با كارايي متوسط (اسلامپ رده‌هاي S3 , S2) استفاده از لرزاننده يا ويبراتور است، زيرا بتن‌هاي خيلي سفت به فشار و بتن‌هاي شل به لرزش حساس هستند. عمل لرزاننده كاهش دادن اصطكاك داخلي بين سنگدانه‌هاست تا آنها به يكديگر نزديك شده و حبابهاي هوا به سطح برسند. در ابتداي عمل تراكم، سنگدانه‌هاي درشت از لرزاننده دور مي‌شوند، زيرا جرم سنگدانه‌هاي درشت بيشتر از سنگدانه‌هاي ريز است. پس از برخورد سنگدانه‌هاي درشت، ملات شروع به جاري شدن بين سنگدانه‌ها مي‌كند.

متراکم کردن بتن

تراکم دستي

- ***تراکم دستي :***

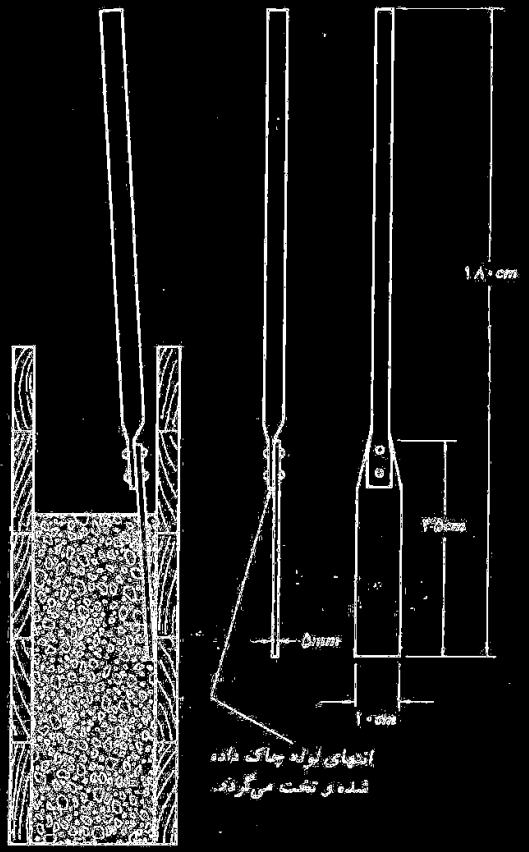
در کارهاي کوچك و محدود که امکان استفاده از لرزاننده‌ها و وسایل مکانیکي وجود ندارد مي‌توان براي تراکم بتن از وسائل دستي به شرح زیر استفاده کرد :

1-در مخلوط‌هاي خمیري و روان (با اسلامپ بیش از 50 میلي‌متر ، رده S2 به بالا)، مي‌توان با اجازه دستگاه نظارت از میله فولادي (تخماق) یا وسائل مشابه براي تراکم بتن استفاده نمود. میله بایستي به اندازه کافي وارد بتن شود تا بتواند به راحتي به انتهاي قالب یا انتهاي لایه مربوط به همان بتن‌ریزي برسد، ضخامت میله بایستي چنان انتخاب شود که به راحتي از بین میلگردها عبور نماید.

متراكم كردن بتن

تراكم دستي

- مي‌توان براي تراكم بتن از وسائل دستي به شرح زير استفاده كرد :



2.با عملياتي شبيه بيل‌زني مي‌توان ظاهر سطوح بتني قالب گيري شده را بهتر كرد (شكل زير). يك وسيله بيل مانند بايد مكرراً به درون بتن و در مجاورت قالب فرو برده و بيرون آورده شود. اين عمل درشت دانه‌هاي بزرگتر را وادار مي‌سازد تا از قالب رانده شود و حبابهاي هواي محبوس بتوانند بالا بيايند. در اين خصوص بايد دقت كرد تا به وضعيت ميلگردها و قالبها آسيبي نرسد. در اين حالت، ضخامت بتن حدود 3/0 متر توصيه مي‌شود.

متراكم كردن بتن

تراكم مكانيكي (لرزاننده ها)

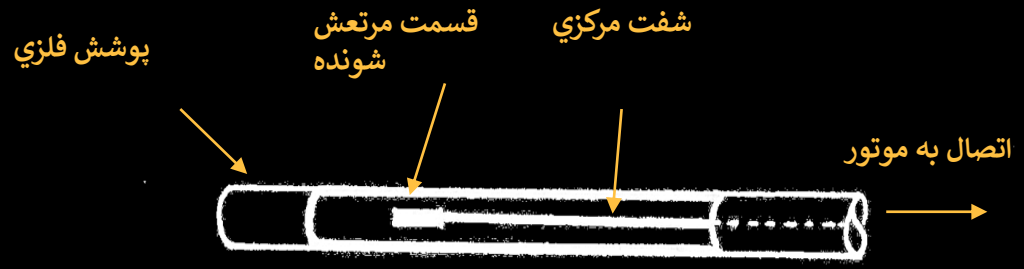
- ***تراكم مكانيكي (لرزاننده ها) :***

متراكم كردن بتن، با وسايل مكانيكي مناسب‌ترين روش براي تراكم بتن است. معمولترين نوع وسايل مكانيكي، ويبراتور يا لرزاننده داخلي (خرطومي) است. هر چند در مواردي كه تراكم ميلگرد زياد است مي‌توان از لرزاننده‌هاي قالب نيز استفاده نمود.

متراكم كردن بتن

تراكم مكانيكي (لرزاننده ها)

- لرزاننده خرطومي از يك محرك انعطاف پذير (در درون پوشش) كه سبب چرخش ميله مركزي مي‌شود، تشكيل شده است (شكل 3). بر اثر چرخش ميله مركزي، يك قطعه فلزي كه به ميله متصل است به پوشش فلزي ضربه مي‌زند كه سبب لرزاندن آن مي گردد. لرزاننده‌ها بر اساس قطر آن طبقه‌بندي مي‌شوند، قطر لرزاننده تا حد 15 سانتيمتر موجود است، اما معمولاً در كارگاه‌هاي ساختماني، قطر 5/2 تا 5/7 سانتيمتر به كار گرفته مي‌شود.



جزئيات لرزاننده خرطومي

متراکم کردن بتن

تراکم مکانیکي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

1 -براي اجتناب از حبس هوا، لايه بتن بايد داراي ضخامت كم و نازك باشد، ولي در هر صورت لايه نبايد كمتر از 150 ميليمتر يا سه برابر حداكثر اندازه سنگدانه بتن باشد. معمولاً حداكثر ضخامت لايه 500 تا 600 ميليمتر است.

2 - معمولاً زمان كافي براي اعمال لرزش با لرزاننده خرطومي بين 5 تا 15 ثانيه است. اما مدت زمان دقيق بايد بر اساس ظاهر شدن شيره بتن بر سطح و تغيير صداي لرزاننده تعيين شود. اگر زمان لرزاندن كم باشد سنگدانه‌ها حركت مي كنند، اما ملات فرصت كافي براي جاري شدن ندارد و بتن متخلخل مي‌شود. اگر زمان لرزاندن زياد باشد، مقدار زيادي شيره بتن به سطح آمده كه باعث جداشدگي در بتن و ايجاد ترك و كاهش مقاومت سطح بتن و كرمو شدن قسمت‌هاي زيرين بتن مي‌شود.

متراکم کردن بتن

تراکم مکانيکي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

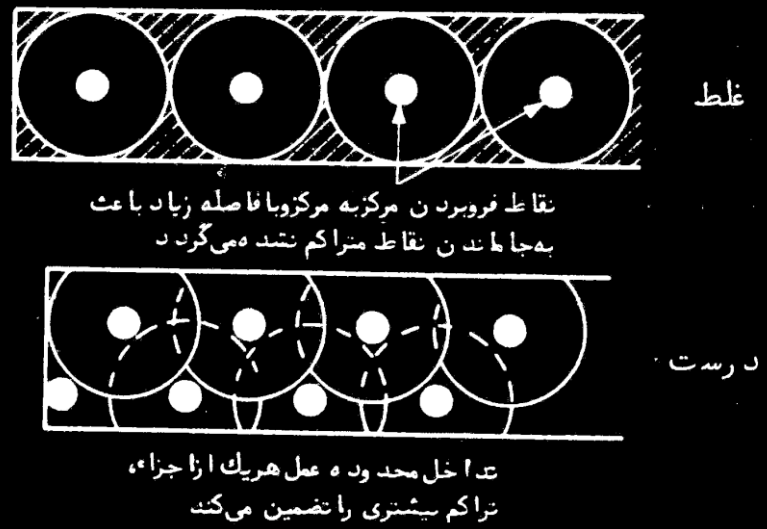
3-براي حذف مؤثر هوا، ويبراتور بايد سريعاً به داخل بتن وارد گردد و با حرکت ملايم بالا-پايين به آهستگي ويبراتور خارج شود. نفوذ سريع ويبراتور سبب مي‌شود تا بتن به طرف بالا و خارج حرکت کرده و هوا خارج مي گردد. در زماني که ويبراتور به آهستگي خارج مي‌شود، هواي بالاي ويبراتور به طرف بالا رانده مي‌شود و از طرف ديگر، باعث جاري شدن ملات به صورت يکنواخت مي‌شود. ضمناً در بتن‌هاي سفت جاي ميله ويبراتور به اين ترتيب پر مي‌شود.

4- لرزاننده بايد به صورت عمودي و در فواصل يکنواخت به داخل بتن فرو برده شود و از خواباندن لرزاننده به صورت کاملاً مايل يا افقي پرهيز گردد، مکر براي دال‌ها با ضخامت بيش از 1/0 متر و قطر خرطومي مناسب.. فواصل مورد نظر بر اساس شعاع عمل لرزاننده تعيين مي‌شود. از طرف ديگر، شعاع‌هاي عمل بايد تا چند سانتيمتر يکديگر را پوشش دهند. معمولاً اين فاصله 5/1 برابر شعاع عمل لرزاننده توصيه مي‌شود. اين فاصله براي لرزاننده‌هاي تا قطر 75 ميليمتر بين 150 تا 500 ميليمتر است و به قطر لرزاننده و نوع بتن مورد استفاده بستگي دارد (شکل صفحه بعد). محدوده شعاع عمل لرزاننده در جدول 1 مشاهده مي‌شود.

متراکم کردن بتن

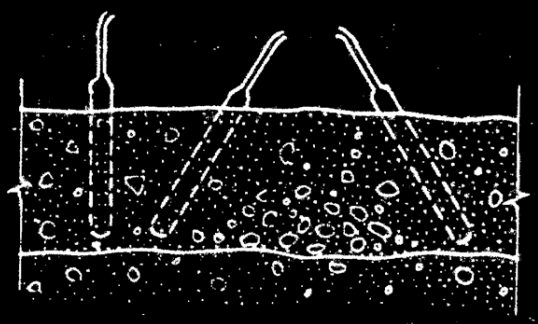
تراکم مکانیکي (لرزاننده ها)

همپوشاني، شعاع عمل ویبراتور و
انجام ویبره بصورت عمودي
(تعیین فواصل ویبراتور)



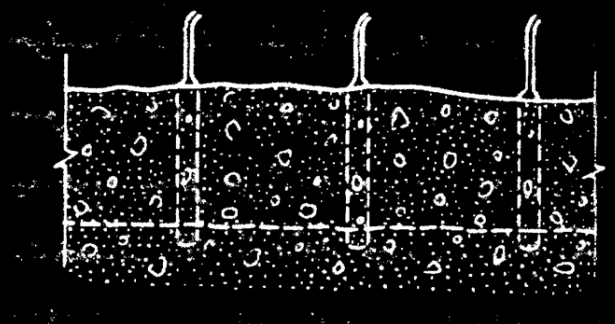
متراکم کردن بتن

تراکم مکانیکي (لرزاننده ها)



غیرصحیح

وارد کردن لرزاننده به‌داخل بتن تحت زوایای مختلف و به‌صورت تصادفی و نامنظم و در فواصل متفاوت و عدم عمق کافی برای فرو رفتن در لایه قبلی که باعث عدم یکپارچگی دو لایه می‌گردد.



صحیح

نفوذ به‌طور قائم لرزاننده در بتن و یک چند سانتی‌متری به‌داخل لایه قبلی که هنوز سخت نشده است و نیز رعایت فاصله منظم بین محل فرو بردن لرزاننده سبب تحکیم و تراکم کامل بتن می‌شود.

لرزاندن منظم هر لایه جدید بتن‌ریزی

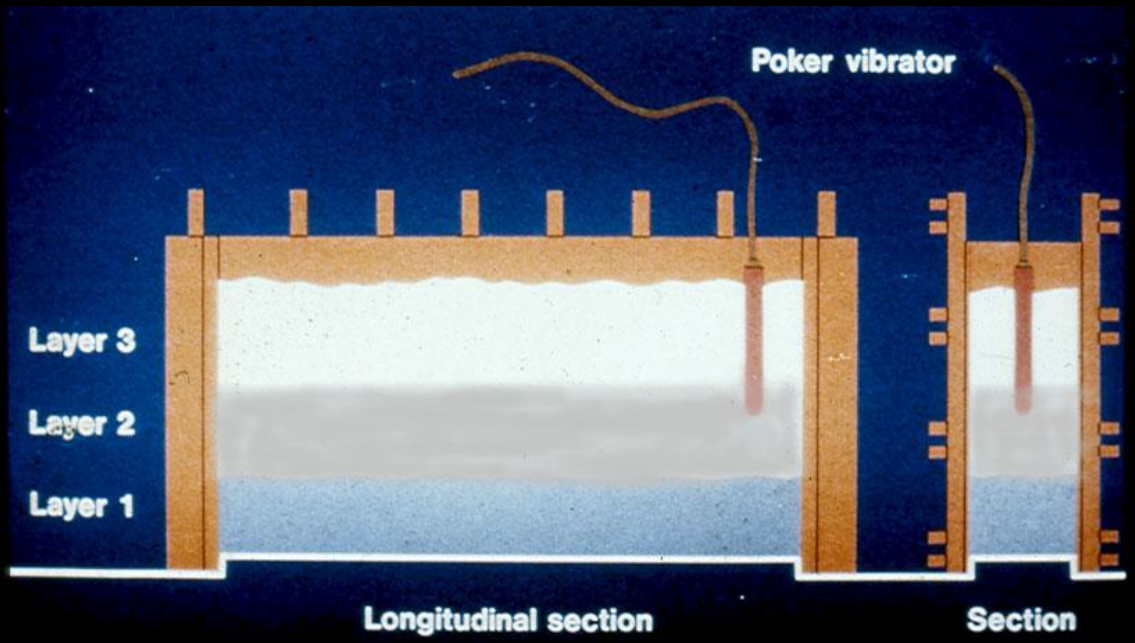
استفاده از ویبراتور براي متراکم نمودن بتن

متراکم کردن بتن

تراکم مکانیکي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

5- هنگامي كه لايه قبلي بتن، حالت خميري دارد و هنوز به مرز گيرش اوليه آن نزديك نشده است، لرزاننده بايد به مقدار 50 تا 100 ميليمتر به داخل لايه قبلي نفوذ كند (شكل زير).



متراکم کردن بتن

تراکم مکانيکي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

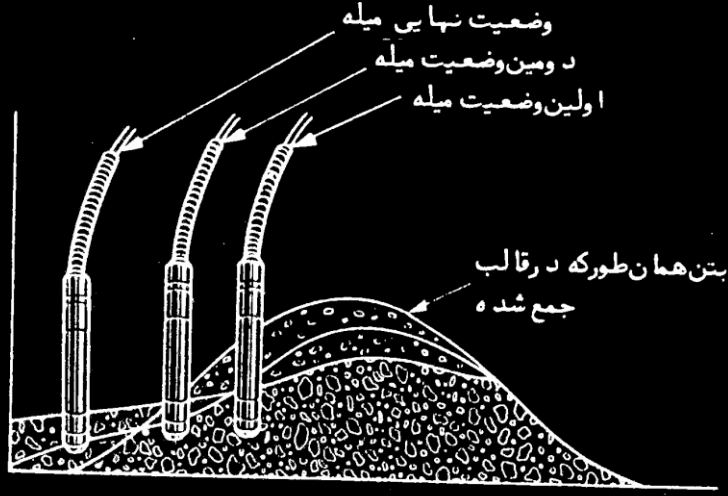
6- لرزاننده نبايد با سطح قالب و ميلگرد تماس داشته باشد، زيرا ممكن است باعث صدمه زدن به سطح قالب شود و يا سبب لرزش ميلگردها در بتن قبلي كه در حال گيرش مي‌باشند، گرديده و موجب كاهش پيوستگي بتن و ميلگرد شود. همچنين لرزش قالب در قسمتهايي كه بتن آن در حال گيرش مي باشد مي‌تواند به نماي قسمت سطحي آسيب رساند.

متراكم كردن بتن

تراكم مكانيكي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

7- لرزاننده نبايد براي حركت جانبي و هل دادن بتن استفاده گردد، زيرا سبب جداشدگي اجزاي مخلوط بتن مي‌شود. براي صاف و تراز كردن سطح بتن مي‌توان لرزاننده را به وسط توده بتن داخل كرده تا بتن هموار گردد و از هر گونه حركت جانبي اجتناب شود. در صورتي كه ضروري باشد تا با ويبراتور جابجايي انجام شود، در شكل 7 نحوه صحيح نشان داده شده است.



نحوه صحيح جابجايي بتن با ويبراتور

متراکم کردن بتن

تراکم مکانيكي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

8- به عنوان يك قانون كلي، هر چه سنگدانه‌ها بزرگتر باشند و كارايي (اسلامپ) كمتر باشد، نياز به ويبراتوري با قطر بزرگ احساس مي‌شود. معمولاً قطر 5/2 سانتيمتر براي مقاطع پر ميلگرد و كوچك استفاده مي‌شود. در چنين مواردي، دامنه نوسان ويبراتور كم بوده و قدرت تراكم نسبتاً كاهش مي‌يابد. در جدول 1، اطلاعات كلي مربوط به بازده و كاربرد انواع لرزاننده‌هاي داخلي داده شده است. مقادير جدول تقريبي است. لازم است قطر و قدرت لرزاننده با توجه به كارايي بتن، حداكثر اندازه سنگدانه‌ها و ابعاد قالب و حجم بتني كه در هر نوبت ريخته مي‌شود، انتخاب گردد.

متراكم كردن بتن

تراكم مكانيكي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

گروه	قطر لرزاننده (سانتيمتر)	بسامد (دور در دقيقه)	دامنه نوسان (سانتيمتر)	شعاع عمل (سانتيمتر)	حجم بتن‌ريزي به ازاء هر لرزاننده	كاربرد
1	2-4	9000تا15000	4/0-08/0	8-15	8/0-4	براي بتن هاي خميري و روان و دراعضاي نازك و اعضاي پيش‌تنيده و نمونه‌هاي آزمايشگاهي
2	3-6	8500تا12500	-10/0 05/0	13-25	3/2-8	بتن خميري براي ديوارهاي نازك،تيرها،شمع‌هاي پيش‌ساخته، ستونها و دالهاي ناك
3	5-9	8000تا12000	-13/0 06/0	18-36	6/4-15	براي بتن نسبتاً خميري (كمتر از 8 سانت اسلامپ)،در اعضاي عمومي،مانند ديوارها، ستون،تيرهاودالهاي ضخيم

متراکم کردن بتن

تراکم مکانیکي (لرزاننده ها)

- در هنگام استفاده از لرزاننده خرطومي بايد موارد زير رعايت گردد :

گروه	قطر لرزاننده (سانتيمتر)	بسامد (دور در دقيقه)	دامنه نوسان (سانتيمتر)	شعاع عمل (سانتيمتر)	حجم بتن‌ريزي به ازاء هر لرزاننده	كاربرد
4	8-15	7000تا10500	15/0- 08/0	30-51	11-31	براي بتن‌ريزي حجيم و اعضاي سازه‌اي با اسلامپ 0 تا 50 سانتيمتر كه كمتر از 3 متر مكعب بتن در هر نوبت ريخته مي‌شود
5	13-18	5500تا8500	20/0- 10/0	40-61	19-38	براي بتن‌ريزي حجيم، مانند سدها،ديوارهاي ضخيم و ستون‌هاي پلها كه د ر هر نوبت بيش از 3 مترمكعب ريخته مي‌شود

متراکم کردن بتن

تراکم مجدد

- معمولاً تراکم مجدد 1 تا 2 ساعت پس از تراکم اولیه و قبل از اینکه بتن به مرز گیرش اولیه نزدیك شود، انجام مي گردد. این عمل براي بهبود تراکم، پیوستگي بتن و میلگرد، کاهش ترك خوردگي و منافذ ناشي از جمع‌شدگي و آب‌آوري بویژه در مورد بتن‌هایي با اسلامپ بیش از 75 میلیمتر مفید است. بنابراین تراکم مجدد براي تولید بتن با کیفیت بهتر، مورد استفاده قرار مي گیرد. اما اگر با تأخیر زیاد و در حین گیرش اولیه انجام شود، سبب صدمه زدن به بتن و کاهش مقاومت مي‌شود. به هر حال تأخیر در تراکم مجدد به دماي بتن و محیط مجاور و نوع سیمان و بتن بستگي دارد. لرزش مجدد براي بتن‌هایي با اسلامپ کمتر از 50 میلیمتر (رده S1) که به خوبي متراکم شده است توصیه نمي‌شود و ممکن است آثار زیانباري داشته باشد.

متراکم کردن بتن

تراکم مجدد

نمونه‌اي از نحوه نامناسب تراکم بتن

پرداخت سطح بتن

• معمولاً پرداخت سطح بتن، بلافاصله پس از اتمام بتن‌ريزي و تراكم بتن انجام مي‌شود. روش پرداخت اثر مهمي در مقاومت فشاري، نفوذپذيري و مقاومت سايشي لايه سطحي بتن دارد.
مراحل پرداخت سطح به شرح زیر است :

- شمشه يا تراز كردن
- تخته ماله كشي با تخته ماله دستي بلند و كوتاه
- ماله كشي
- پرداخت نهايي

پرداخت سطح بتن

شمسه یا تراز کردن

- *شمشه یا تراز کردن :*

شمشه كاري روندي براي حذف بتن اضافي و تراز كردن سطح بتن در ارتفاع يا تراز مورد نظر است. اين عمل بايد بلافاصله پس از بتن‌ريزي و تراكم انجام پذيرد. وسيله‌اي كه براي شمشه‌گيري استفاده مي‌شود، شمشه يا شابلون ساخته شده از چوب، آلومينيوم يا آلياژ منيزيم است. در هنگام شمشه كاري، شمشه بر روي سطح بتن بايد به صورت اره‌اي حركت داده شود و درهر حركت، مسافت كوتاهي به طرف جلو منتقل گردد. بنابراين بتن اضافي (بالاتر از سطح تراز) در جلو شمشه جمع شده و سپس قسمت‌هايي كه پايين‌تر از سطح تراز است توسط بتن جمع‌آوري شده، در جلو شمشه پرشده و سطح بتن تراز مي‌گردد (شكل صفحه بعد).

پرداخت سطح بتن

شمسه یا تراز کردن

استفاده از شمشه براي تراز کردن سطح یک دال

پرداخت سطح بتن

شمسه یا تراز کردن

- در هنگام حرکت شمشه به طرف جلو باید مقدار مسافت طي شده بسیارکوتاه باشد تا شمشه سبب آسیب‌دیدگي سطح بتن نگردد. در بعضي موارد، شمشه مجهز به ویبره است و عمل تراز کردن همزمان با تراکم بتن (فقط براي دالهاي کف) انجام مي‌شود (شکل زیر).

استفاده از شمشه‌هاي داراي ویبره براي تراز کردن و متراکم نمودن سطح، بصورت همزمان

پرداخت سطح بتن

تخته ماله كشي با تخته ماله دسته بلند و كوتاه

- ***تخته ماله كشي با تخته ماله دسته بلند و كوتاه*** :

تخته ماله دسته بلند است، قطعه‌اي مستطيلي شكل به عرض تقريبي 200 ميليمتر عرض و به طول 1 تا 5/1 متر كه دسته‌اي به طول 1 تا 5 متر به آن متصل است. منظور از عمل تخته ماله‌كشي با تخته ماله دسته كوتاه، مانند تخته ماله دسته بلند است و فقط دسته آن كوتاهتر مي‌باشد. بنابراين معمولاً فقط يكي از آنها در عمليات پرداخت استفاده مي‌شود. اگر سطح بتن بزرگ بوده، ولي تمام سطح بتن در دسترس نباشد، تخته ماله دسته بلند مناسب‌تر است و درغير اين صورت تخته ماله دسته كوتاه در سطوح محدود و كوچك كاربرد بهتري دارد. بايد توجه داشت كه دسته بلند تخته ماله ازدقت كار مي كاهدو فقط در سطح‌هاي وسيع به ناچار به كار مي‌رود. معمولاً تخته ماله دسته كوتاه 70 تا 100 ميليمتر عرض و 150 تا 200 ميليمتر طول دارد و دسته‌اي كوتاه بر روي آن نصب شده است.

پرداخت سطح بتن

تخته ماله كشي با تخته ماله دسته بلند و كوتاه

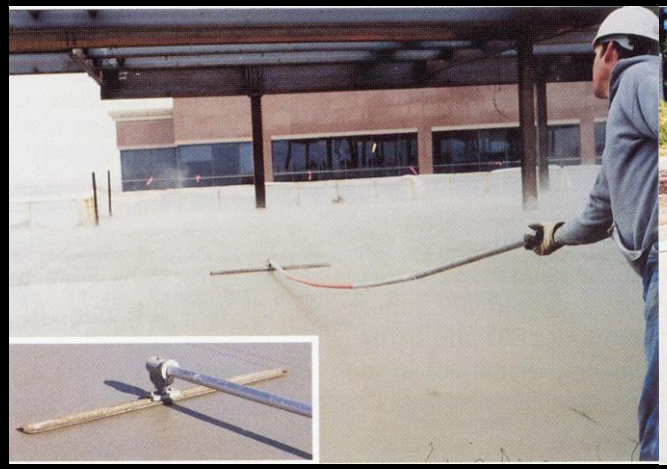
- معمولاً جنس تخته ماله از چوب، آلياژ آلومينيوم و يا منيزيم است. براي بتن معمولي نوع چوبي بهتر است زيرا چوب، ملات (خمير سيمان و ماسه) را بر سطح حركت داده و در نتيجه سطح بتن به صورت باز باقي مانده و آب آوري شدت نمي‌يابد. درمواردي كه بتن از نوع سبك است و يا چسبنده باشد، بايد از تخته ماله از نوع آلياژ منيزيم استفاده گردد. تخته ماله منيزيمي فقط خمير سيمان وماسه بسيار ريز موجود در سطح را حركت مي‌دهد و انرژي كمتري صرف ماله‌كشي مي‌شود و همچنين سطح بتن گسيخته نمي‌گردد. هنگامي كه براي بتن با وزن مخصوص (چگالي) معمولي از تخته ماله منيزيمي استفاده مي‌شود بهتر است كه اولين ماله‌كشي با ماله چوبي باشد تا سطح نيمه بسته بتن باز گردد، زيرا تخته ماله منيزيمي سطح بتن را مسدود مي‌كند (شكل صفحه بعد).

پرداخت سطح بتن

تخته ماله كشي با تخته ماله دسته بلند و كوتاه

- عمل تخته ماله كشي بايد بلافاصله پس از شمشه كردن صورت گيرد و قبل از آنكه آب آوري در سطح بتن مشاهده گردد، بايد به اتمام برسد. به طور كلي عمل پرداخت كه در هنگام آب آوري انجام مي‌پذيرد سبب جدا شدن لايه سطحي بتن مي‌گردد و اين نكته بايد به عنوان يك اصل در عمليات پرداخت سطح بتن مورد توجه قرار گيرد. تخته ماله‌كشي به دلايل زير استفاده مي‌شود :

- حذف لبه‌هاي باقي مانده از عمل شمشه كاري
- پر كردن منافذ



تخته ماله‌كشي
با تخته ماله دسته بلند

پرداخت سطح بتن

ماله كشي

- پس از تعبيه درزها، سطح بتن بايد ماله‌كشي شود، ماله‌كشي به علل زير انجام مي‌گيرد :

- فرو بردن سنگدانه‌هاي درشت به درون بتن
- حذف ناهمواري‌ها ومنافذ باقي ماتده و ايجاد يك سطح كاملاً هموار
- تراكم سطح بتن

ماله به صورت نوع دستي و مكانيكي موجود است. ماله دستي از جنس چوبي، آلومينيومي و منيزيمي است. ماله آلومينيومي و منيزيمي راحت‌تر در سطح بتن حركت مي‌كنند، در اين صورت از مقدار انرژي مورد نياز كاسته مي‌شود. براي ماله‌كشي بتن حباب دار (به علت استفاده از ماده افزودني حباب ساز) استفاده از ماله فلزي ضروري است زيرا ماله چوبي بر سطح بتن چسبيده و سبب خرابي سطح مي‌گردد.

پرداخت سطح بتن

ماله كشي

- عرض ماله دستي بايد به صورت كاملاً افقي (بدون ايجاد زاويه) بر روي سطح بتن قرار داده شود و آن را به صورت اره‌اي و قوسي حركت داده تا منافذ پر شده و سطح بتن كاملاً هموار گردد. ماله‌كشي سبب مي‌شود تا سطح بتن هموار شده (ولي صاف نمي‌شود) و مقاومت مناسبي در مقابل ليز خوردن به وجود آيد و معمولاً به عنوان پرداخت نهايي تلقي مي‌گردد. ماله كشي با دستگاه مكانيكي نيز امكان‌پذير است. دستگاه ماله‌كشي شامل يك محور عمودي است كه به آن چند پره به شكل ماله متصل است و حركت دوراني پره‌ها سبب هموار شدن سطح بتن مي‌گردد (شكل صفحه بعد).

پرداخت سطح بتن

ماله کشي

مرحله ماله‌کشي

پرداخت سطح بتن

پرداخت نهايي

- *پرداخت نهايي* :

بعد از عمل ماله‌كشي مي‌توان با وسيله پرداخت نهايي، سطح بتن را كاملاُ صاف نمود. مرحله پرداخت نهايي بلافاصله بعد از ماله‌كشي و با وسيله دستي يا ماشين انجام مي‌پذيرد. وسيله دستي كه براي پرداخت نهايي استفاده مي‌شود(شكل 5)، يك صفحه فولادي پهن به ابعاد 100×400 ميليمتر است. استفاده از صفحه فولادي با ابعاد كوچكتر براي مرتبه دوم و يا سوم پرداخت نهايي اشكالي ندارد. در بعضي موارد (مانند دالها)، پرداخت نهايي با دستگاه مكانيكي انجام مي‌شود. اين دستگاه مشابه ماله دستي است، تنها تفاوت آن، ابعاد كوچكتر پره‌ها و امكان تغيير و فشار بر روي آنهاست. در مرحله اول پرداخت، پره‌ها به صورت مستقيم و در مراحل بعدي، به زاويه پره‌ها افزوده مي شود (شكل صفحه بعد).

پرداخت سطح بتن

پرداخت نهايي

پرداخت نهايي با وسيله دستي

پرداخت نهايي با وسيله مكانيكي

پرداخت سطح بتن

ماله كشي

- بايد توجه داشت با پرداخت نهايي از مقاومت لغزش سطح بتن كاسته مي‌شود، اما مقاومت سايش سطح افزايش مي‌يابد. بنابراين اگر مقاومت سايشي بتن در حد نسبتاً زياد ضروري است بايد حداقل يكبار نسبت به پرداخت نهايي اقدام گردد و باافزايش تعداد عمل پرداخت نهايي، مقاومت سايش افزايش مي‌يابد. اما اگر مقاومت لغزشي اهميت بيشتري دارد، بايد مرحله پرداخت نهايي حذف گردد.

پرداخت سطح بتن

توقف در عمليات پرداخت

- هر گاه آب حاصل از آب آوري بر سطح بتن مشاهد گرديد، بايد عمليات پرداخت متوقف گردد تا آب از سطح بتن تبخير شود. معمولاً آب حاصل از آب انداختن پس از ماله‌كشي با تخته ماله دسته بلند و كوتاه مشاهده مي‌شود. اما به هر حال هنگامي كه آب انداختن در بتن رخ دهد بايد عمليات به صورت موقت متوقف شود. ادامه عمليات پرداخت كه معمولاً مرحله ماله‌كشي است بايد با يك آزمايش ساده انجام گردد. اين آزمايش بر اين اساس است كه فشار پا بر روي بتن بايد حداكثر 5 ميليمتر اثر بگذارد. اين حالت نشان مي‌دهد كه سطح بتن آماده ماله‌كشي مي‌باشد.
اگر شرايط رطوبت و دماي محيط به صورتي است كه امكان تبخير آب حاصل از آب انداختن در مدت كوتاه وجود ندارد، مي‌توان با يك تمهيد ساده نسبت به رفع آب سطح بتن اقدام نمود. با گذاشتن يك لايه گوني بر سطح بتن و ريختن گرد سيمان بر روي سطح پارچه چتايي، سريعاً آب سطح جذب و حذف مي‌گردد. اما بايد توجه داشت كه به هيچوجه نبايد گرد سيمان بر روي سطح بتن به صورت مستقيم ريخته شود، زيرا باعث تضعيف بيشتر لايه سطحي بتن مي‌گردد.
بنابراين بايد توجه داشت كه در صورت مشاهده آب انداختن، اگر عمليات پرداخت انجام شود، يك لايه سست از خمير سيمان بر سطح بتن تشكيل مي‌شود كه سبب كاهش شديد مقاومت سايشي بتن و دوام سطحي مي‌گردد.

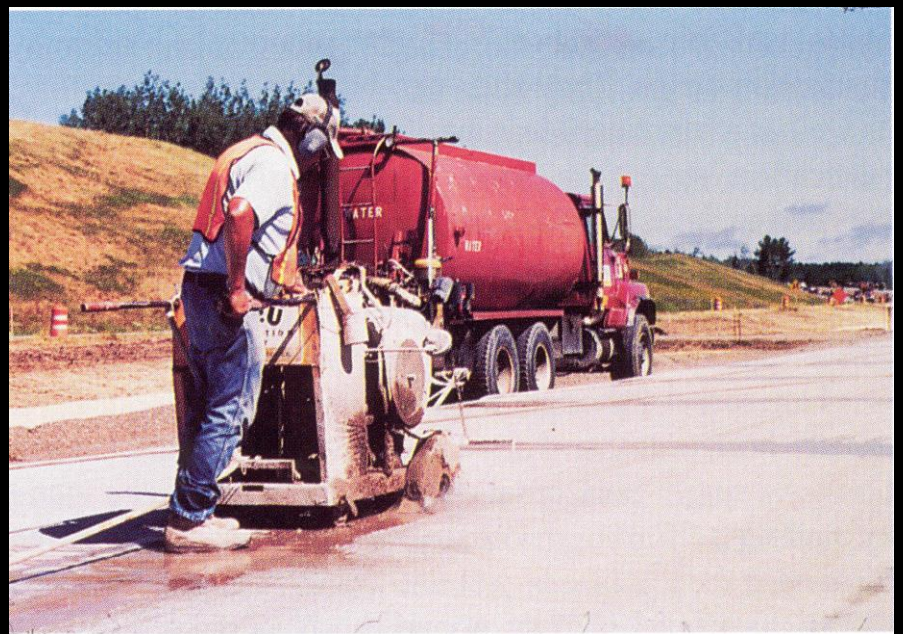
درز انقباض (جمع شدگي)

• معمولاً بتن، تحت جمع‌شدگي خميري و خشك شدگي قرار مي‌گيرد و چنانچه جمع‌شدگي تحت قيد قرار بگيرد، بتن احتمالاً ترك مي‌خورد. براي جلوگيري از بروز تركها در سطح بتن، درزهاي انقباض تعبيه مي‌شود. در مواردي كه ميلگرد به اندازه كافي در عضو بتني در نظر گرفته شده باشد تا تنش‌هاي جمع‌شدگي را تحمل كند، نياز به درز انقباض نيست. در چنين مواردي، ميلگرد از تشكيل تركهاي قابل رؤيت جلوگيري مي‌كند.
منظور از ايجاد درزهاي انقباض (كنترل يا جمع‌شدگي)، تعيين محلهايي از قبل پيش بيني شده براي بروز تركها مي‌باشد. به عبارت ديگر چنانچه درزهاي انقباض در عضو بتني ايجاد نگردد و يا در فواصل نادرست اجراشوند، تركها در محلهاي نامشخص به وجود مي‌آيند. با ايجاد درزهاي انقباض، يك منطقه ضعيف ايجاد مي‌گردد كه تركهاي جمع‌شدگي در همان محلها شكل مي‌گيرند.

درز انقباض (جمع شدگي)

• در اين فصل، توصيه‌هايي براي ايجاد درزهاي انقباض دردالهاي كف ارائه شده است. براي ساخت درزهاي انقباض موارد زير بايد رعايت شوند :

1- براي ساخت درزهاي انقباض مي‌توان از وسيله دستي لبه‌زن استفاده نمود. اره ماشيني، وسيله ديگري براي ساخت درزهاي انقباضي است، ولي عمل برش هنگامي بايد آغاز گردد كه بتن سخت شده باشد، در غير اين صورت باعث جابجايي سنگدانه‌ها مي‌گردد(شكل زير).



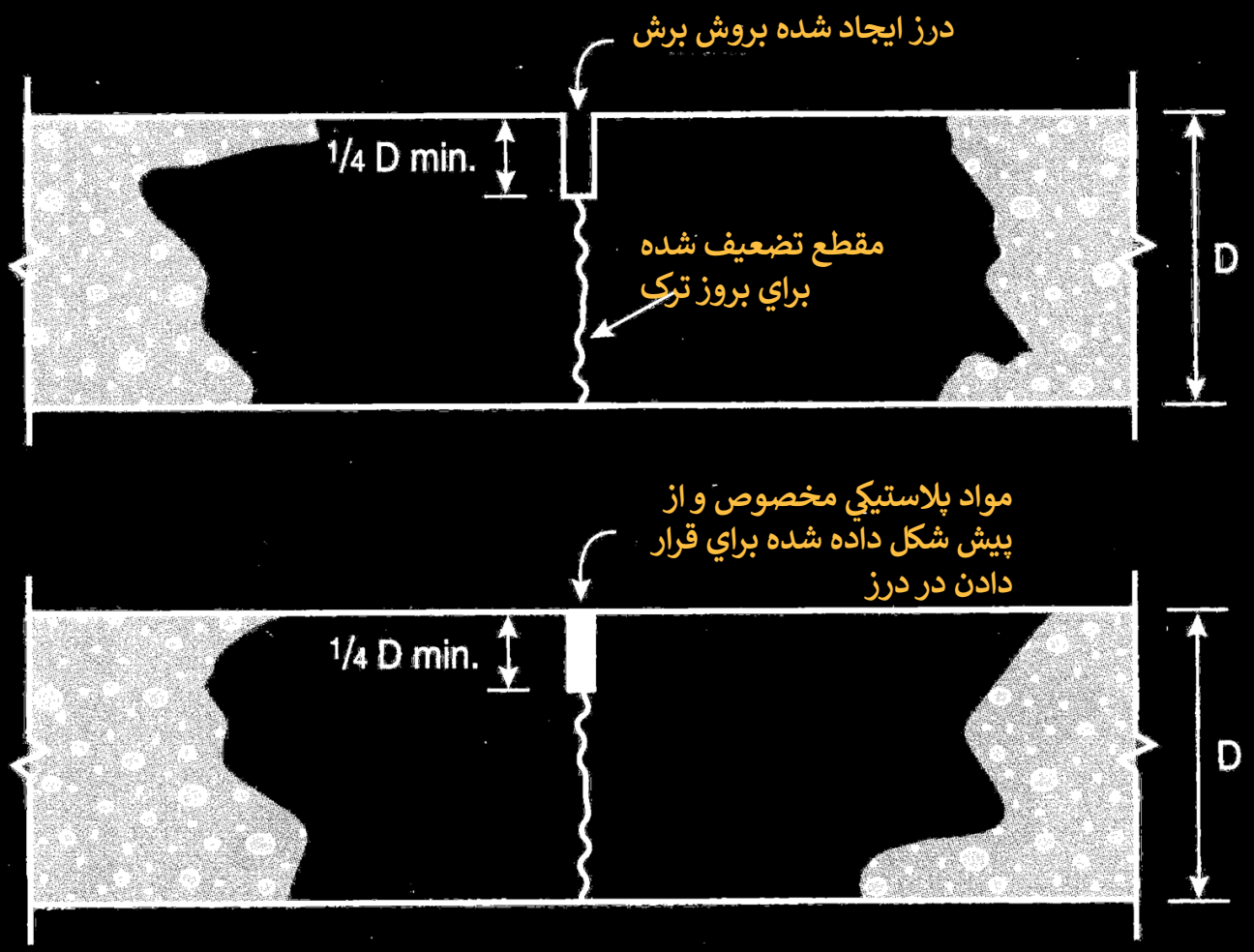
استفاده از دستگاه برش براي ايجاد درز

درز انقباض (جمع شدگي)

- براي ساخت درزهاي انقباض موارد زير بايد رعايت شوند :

ايجاد درزهاي انقباض در بتن تازه نيز با استفاده از نوارهاي پلاستيكي، فلزي و چوبي امكان‌پذير است. براي نصب نوارها، يك شيار به وسيله ماله و يا شيارزن در بتن تازه ايجاد كرده و سپس نوارها در آن شيار گذاشته مي‌شود. پس از اتمام عمليات ايجاد درزها، بايد با استفاده از ماده درزگير، نسبت به پر كردن درزها اقدام نمود(شكل صفحه بعد). با پر كردن درزها، از لبه‌هاي درز محافظت شده و عبور ترافيك (آمد و شد) بدون اشكال انجام مي‌گردد.

درز انقباض (جمع شدگي)



درز ایجاد شده بوسیله برش و پر کردن آن با نوارهایي از جنس پلاستیک

درز انقباض (جمع شدگي)

• براي ساخت درزهاي انقباض موارد زير بايد رعايت شوند :

2- فاصله درزهاي انقباض معمولاً بين 24 تا 36 برابر ضخامت دال است. براي تعيين فاصله تقريبي درزها به جدول زير مراجعه شود. فاصله درزهاي انقباض به اسلامپ، حداكثر اندازه دانه‌بندي و شكل و بافت سطحي سنگدانه‌ها، نسبت آب به سيمان، عيار و نوع سيمان بستگي دارد و بهتر است فواصل درزها را به مراتب كمتر از جدول زير در نظر گرفت.

ضخامت دال (mm)	اسلامپ 100 تا 150 ميليمتر- فواصل درزها (متر)*		اسلامپ كمتر از 100 mm فواصل درزها (متر)
	حداكثر اندازه سنگدانه 20 mm	حداكثر اندازه سنگدانه بيش از 20 mm	
100	0/3	4/2	60/3
125	90/3	0/3	50/4
150	50/4	60/3	40/5
175	40/5	20/4	30/6
200	00/6	80/4	20/7
225	90/6	40/5	10/8
250	50/7	00/6	0/9

شايان ذكر است ، مقادير اسلامپ ذكر شده براي بتن بدون استفاده از مواد افزودني روان كننده يا فوق روان كننده است و چنانچه از بتن با مواد افزودني استفاده گردد، اسلامپ قبل از استفاده از مواد افزودني مي باشد.

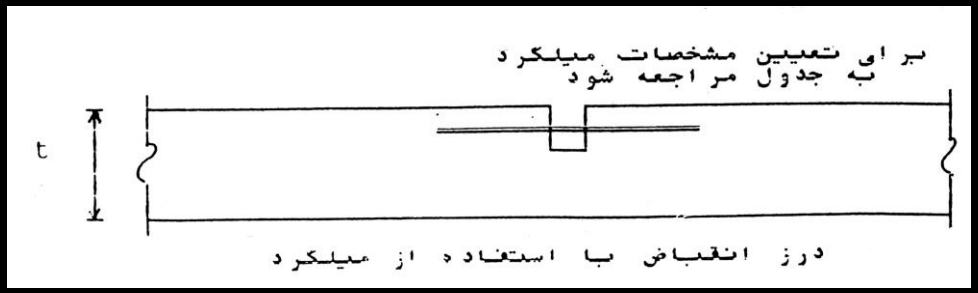
درز انقباض (جمع شدگي)

- براي ساخت درزهاي انقباض موارد زير بايد رعايت شوند :

3- براي انتقال بهتر بار درمحل درزهاي انقباض مي‌توان از ميلگرد (داول) در وسط ضخامت دال استفاده نمود. مشخصات ميلگرد در جدول 2 ارائه شده است. در هنگام تعبيه بايد دقت نمود تا ميلگرد به بتن پيوستگي نداشته باشد.

فواصل ميلگردها در درزها

ضخامت دال (mm)	قطر ميلگرد (mm)	طول ميلگرد (mm)	فواصل ميلگرد (mm)
120-150	20	400	300
180-200	25	460	300
230-280	35	460	300



درز انقباض با استفاده از ميلگرد

درز انقباض (جمع شدگي)

- براي ساخت درزهاي انقباض موارد زير بايد رعايت شوند :

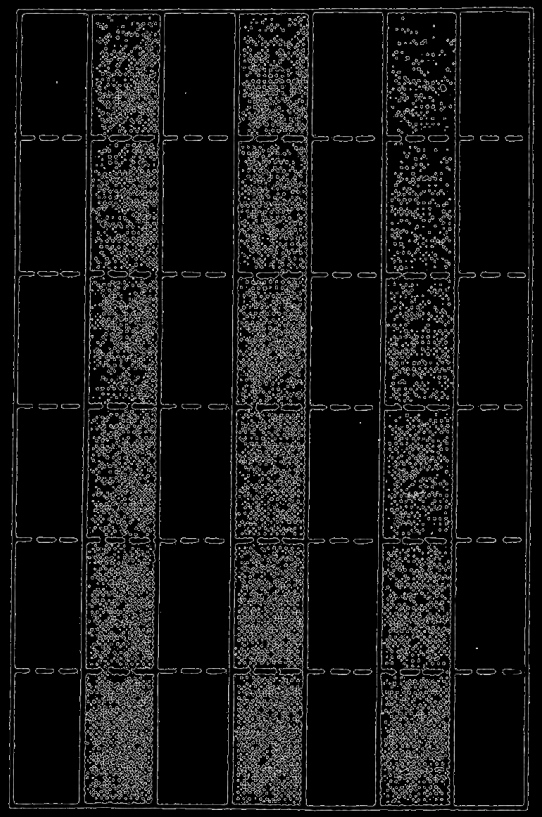
4- براي تراكم سطح كوچك دالها مي‌توان از دستگاه ويبره استفاده كرد، اما براي سطوح وسيع توصيه مي‌شود كه با استفاده از يك تير فولادي كه بر روي آن ويبره متصل است، عمليات تراكم اجرا گردد.

5- يك روش مناسب براي ساخت دال، به روش نواري موسوم است (شكل 4). بر اساس اين روش ابتدا عرض دال به چند نوار طولي تقسيم مي‌گردد و قالبها نصب مي‌گردند. سپس بتن به صورت نوارهاي يك در ميان ريخته مي‌شود. پس از بتن‌ريزي سري اول نوارهاي طولي، قالبها باز مي‌شوند و خود نوارهايي كه بتن‌ريزي شده‌اند به صورت قالب براي نوارهاي ديگر مورد استفاده قرار مي‌گيرند. درزهاي انقباض در حد فاصل نوارها اجرا مي‌گردد.

درز انقباض (جمع شدگي)

- براي ساخت درزهاي انقباض موارد زير بايد رعايت شوند :

6- توصيه مي‌شود هنگامي كه بتن تازه است، درز انقباض (براي جمع‌شدگي خميري) اجرا گردد، زيرا اگر بتن سخت شود، بايد از وسايلي مانند اره برقي براي ايجاد درز استفاده كرد. بر همين اساس در زماني كه بتن تازه است با گذاشتن يك نوار چوبي يا فلزي در محل مورد نظر مي‌توان درز را ايجاد كرد. ايجاد درز در بتن سخت شده براي كنترل جمع‌شدگي ناشي از خشك شدن به كار مي‌آيد.



درز انقباض (جمع شدگي)

- براي ساخت درزهاي انقباض موارد زير بايد رعايت شوند :

7- براي اجراي عمليات پرداخت سطح بتن دال به فصل پرداخت مراجعه شود.

8- محل درزها بايد با يك تركيب مناسب پر شوند تا به دال از نظر نفوذ مواد زيان‌آور، خسارت وارد نگردد. اين تركيب مي‌تواند ملات سيمان با ماسه سيليسي و با نسبت كم آب به سيمان باشد (در صورتي كه صرفاً درز انقباضي براي جمع‌شدگي خميري داشته باشيم اين نوع ماده پركننده مي‌تواند به كار رود).

درز ساخت (اجرايي)

- در بعضي از موارد امكان بتن‌ريزي يك عضو سازه‌اي در يك نوبت وجود ندارد. همچنين طبق توصيه آيين نامه‌ها گاه لازم است بين اجراي اعضاي قائم و افقي فاصله زماني رعايت گردد. در چنين مواردي از درز ساخت استفاده مي‌شود. به عبارت ديگر درز ساخت، سطح بتن سخت شده است كه در تماس با بتن تازه قرار مي‌گيرد.

درز ساخت (اجرايي)

آماده سازي درز ساخت

- *آماده‌سازي درز ساخت :*

در محل درز ساخت بين بتن قديم و بتن تازه بايد پيوستگي ايجاد نمود. رعايت مواردي به شرح زير باعث افزايش مقاومت پيوستگي بين بتن قديم و بتن تازه مي‌شود :

1- تمام مواد زايد، گردوخاك و روغن بايد از سطح بتن قديم پاك گردد. براي پاك كردن سطح مي‌توان از برس، هواي فشرده و يا آب با فشار زياد استفاده كرد و در صورتي كه آلوده به مواد روغني باشد بايد با استفاده از حلال مناسب پاك گردد. احتمال دارد كه به دليل آب انداختگي بتن، يك لايه ضعيف از خمير سيمان در سطح بتن قديم مشاهده گردد كه جدا كردن اين لايه با ابزار ذكر شده ضروري است.

درز ساخت (اجرايي)

آماده سازي درز ساخت

- رعايت مواردي به شرح زير باعث افزايش مقاومت پيوستگي بين بتن قديم و بتن تازه مي‌شود :

2- سطح بتن قديم بايد زبر و ناهموار گردد. روش موثر براي زبر كردن سطح بتن، استفاده از برس زدن است كه 2 تا 4 ساعت پس از اتمام تراكم بايد انجام شود. وقتي نوك سنگدانه‌هاي درشت بيرون از سطح بتن قرار مي گيرند نشان دهنده زبري مناسب است. اگرعمليات زبر كردن به روز بعد از بتن‌ريزي موكول شود، نياز به كار زياد خواهد داشت، بنابراين بهتر است زبر كردن در روز بتن‌ريزي و در ساعات اوليه گيرش انجام شود.

3- بعد از آماده سازي سطح بتن قديم و چند ساعت قبل ار بتن‌ريزي، بايد سطوح درزهاي اجرايي با آب كاملاً اشباع شوند، اما بايد صبر كرد تا آب اضافي روي سطح خشك شود و يا با استفاده از هواي فشرده، آب اضافي را از سطح زدود.

درز ساخت (اجرايي)

موقعيت درز ساخت

- *موقعيت درز ساخت :*

درز ساخت در تيرها بهتر است در محلي كه كمترين تنشها و بويژه نيروهاي برشي وجود دارد، ايجاد شود. بنابراين در تيرهاي يكسره، درز بايد در محل انتقال تيرها و ستون‌ها تعبيه گردد. در دال‌هاي سقف، درز ساخت بايد در خطوط مركزي تيرها ايجاد شود. بايد نوع و محل درزهاي اجرايي در نقشه‌ها ذكر گردد و يا در كارگاه به وسيله دستگاه نظارت تعيين شود. در هر صورت نبايد موقعيت درز به محل يا زماني دلخواه از قبيل پايان روز كار موكول شود.
شكل درزهاي اجرايي با توجه به موقعيت آنها بايد توسط مهندس محاسب و يا ناظر مشخص گردد. به طور كلي امتداد درز اجرايي بايد عمود بر امتداد تنش‌هاي عضو باشد. براي ايجاد درز در تيرها بايد از قالب موقت مخصوص استفاده نمود. در تيرهاي عميق يا شالوده‌ها مي‌توان از درز به شكل پلكاني يا داراي كليد برشي (كاو و زبانه) بهره گرفت.

درز ساخت (اجرايي)

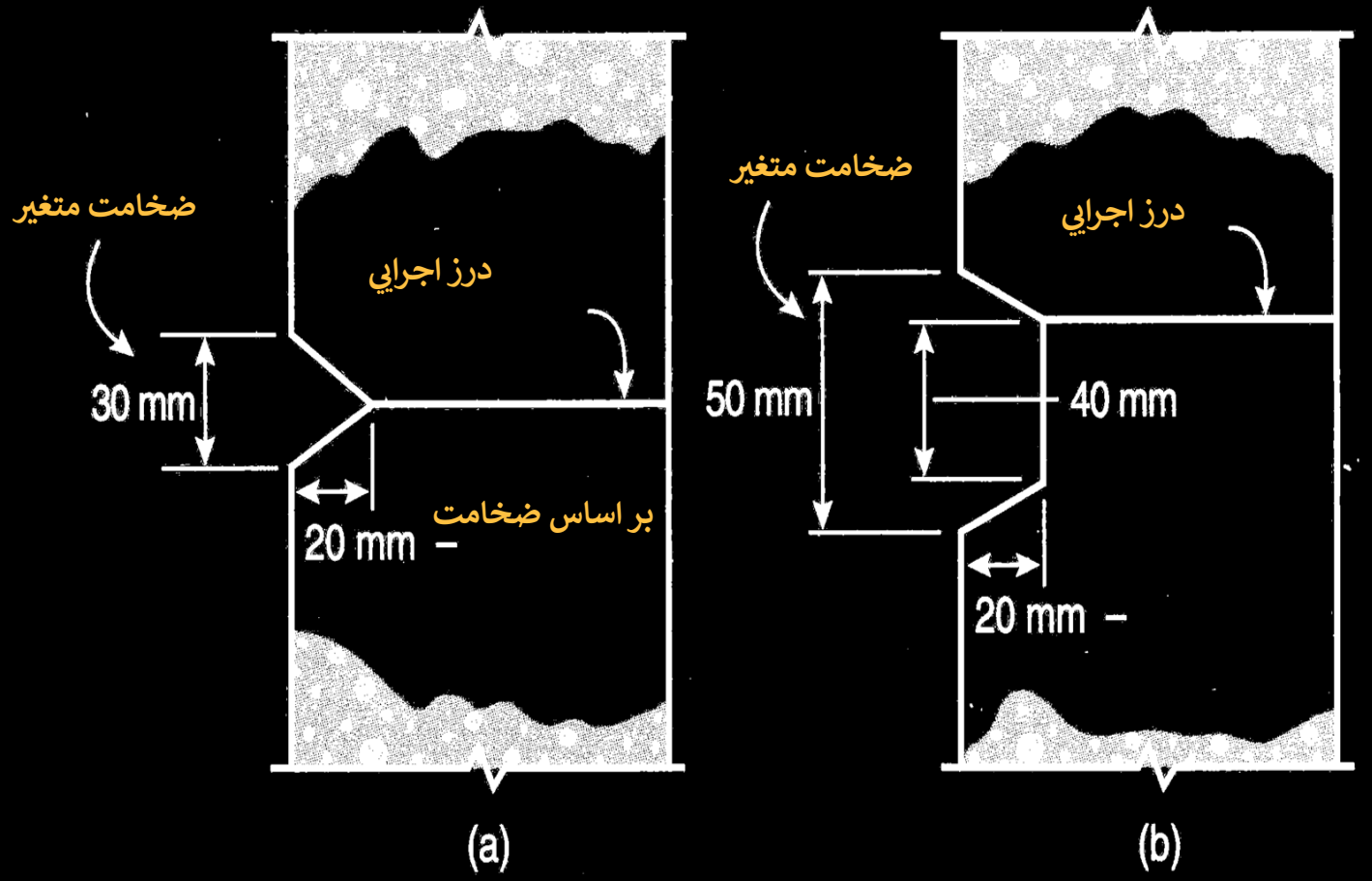
ظاهر درز ساخت

- *ظاهر درز ساخت* :

درز ساخت افقي در ديوارهايي كه در معرض ديد هستند بايد ظاهر مناسب داشه باشد. به عبارت ديگر، درزهاي افقي در ديوارها بايد كاملاً مستقيم و افقي باشد. براي آنكه درز ساخت كاملاً افقي و مستقيم باشد مي‌توان با نصب يك نوار چوبي يا فلزي بر ديواره قالب يك شكاف در محل درز ايجاد كرد. اين شكاف هم در يك خط بودن درز كمك مي كند و هم ظاهري مناسب به وجود مي‌آورد. بتن تا حد وسط نوار جاگذاري مي‌شود (شكل صفحه بعد).

درز ساخت (اجرايي)

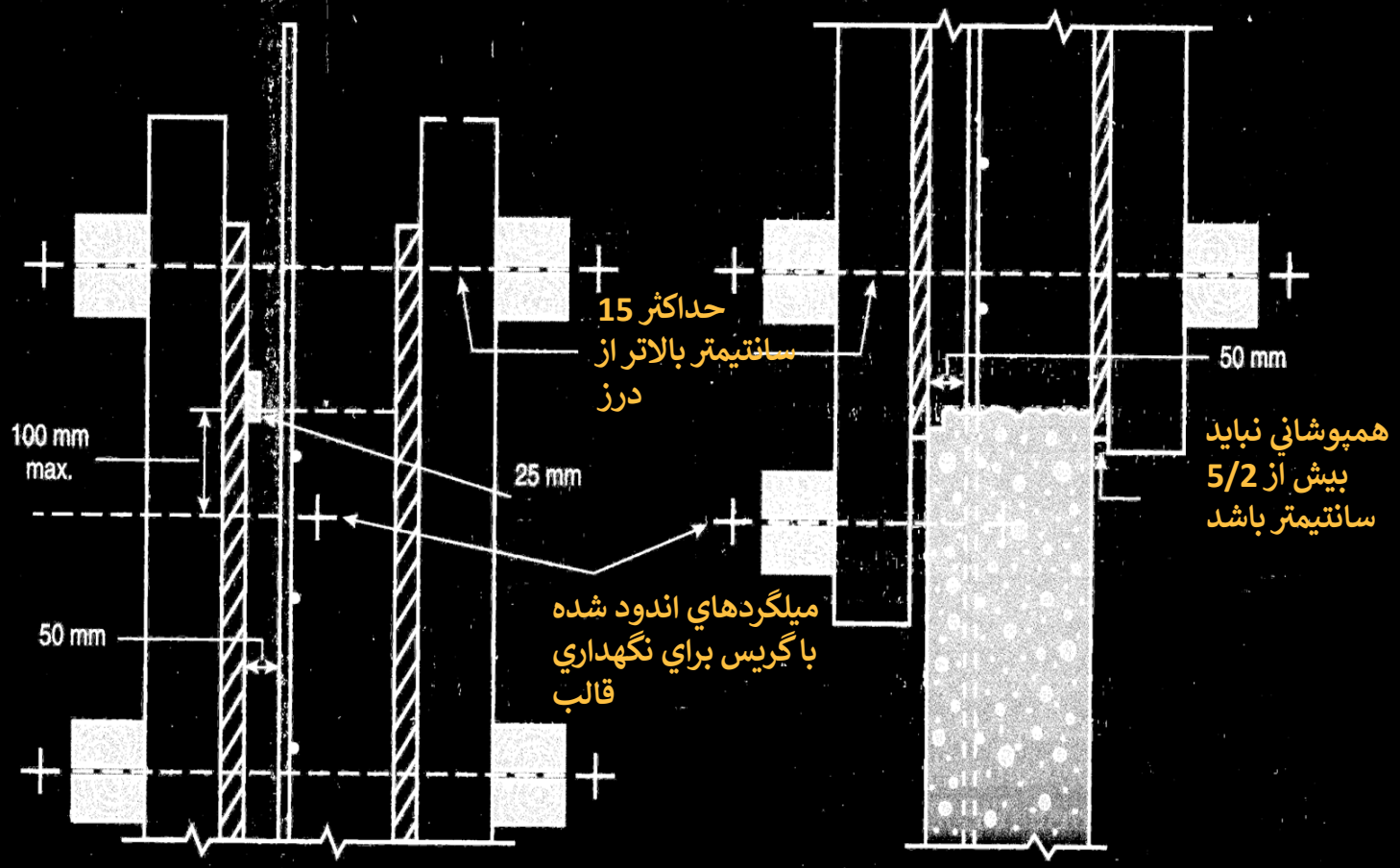
ظاهر درز ساخت



درز ساخت (اجرايي)

ظاهر درز ساخت

ابعاد درز ساخت، روش بتن‌ريزي و شكل ظاهري درز ساخت



درز ساخت (اجرايي)

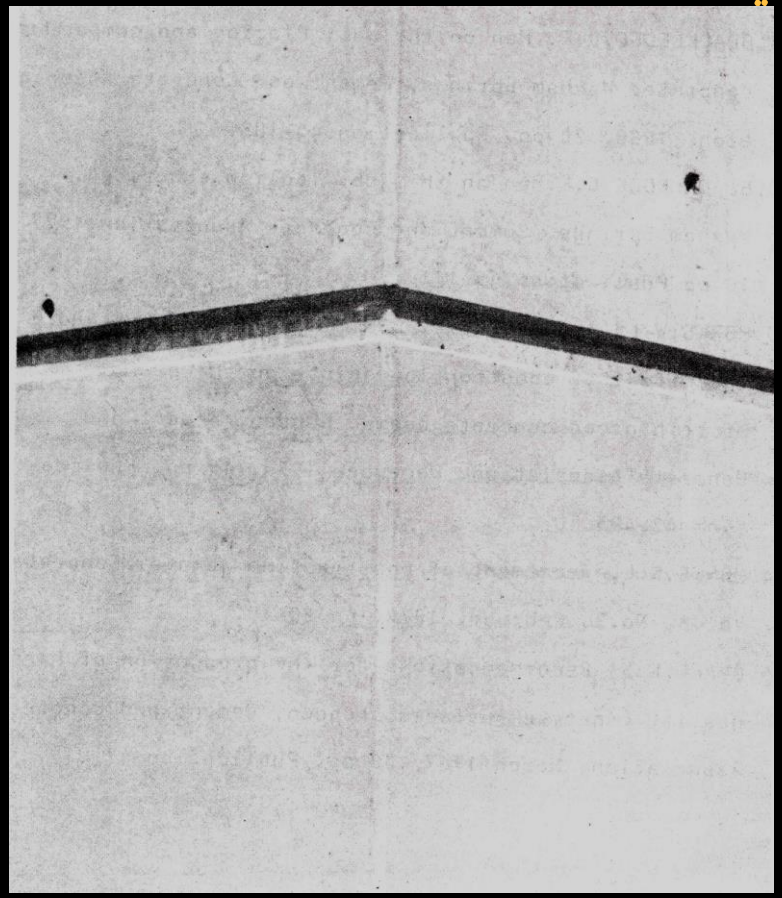
ظاهر درز ساخت

• پس از آنكه بتن سخت شد، قالب و نوار چوبي را مي‌توان برداشت و براي ادامه بتن‌ريزي، قالب را در ارتفاع بالاتر نصب كرد و بتن‌ريزي را انجام داد. در صورت ايجاد چنين شكافهايي بايد توجه داشت كه ضخامت پوشش بتني بر روي ميلگرد در حد مورد نظر، رعايت گردد. شكل 2، نماي ديوار را پس از اجراي درز ساخت با استفاده از نوار فلزي نشان مي‌دهد. به جاي قالب موقت مي‌توان از توري با چشمه‌هاي ريز يا از رابيتس استفاده كرد كه بايد به وسيله يك شبكه ميلگرد در محل مورد نظر نگهداري شوند. در اين صورت بايد از ريختن بتن شل در پشت قالب موقت و لرزاندن طولاني بتن مجاور آن خودداري كرد. رابيتس در توده بتن باقي مي‌ماند يا در صورت لزوم به موقع كنده مي‌شود، ولي توري بايد در ساعات اوليه پس از گرفتن بتن كنده شود تا سطح حاصل بتواند پيوستگي خوبي با بتن بعدي داشته باشد. در صورتي كه از رابيتس باقي مانده در توده بتن به عنوان قالب موقت استفاده شود، بايد بلافاصله پس از گرفتن بتن، دوغابي را كه از سوراخهاي رابيتس گذشته و در پاي آن جمع شده است كند و آثار آن را كاملاً تميز نمود.

درز ساخت (اجرايي)

ظاهر درز ساخت

• در هنگام ايجاد درز ساخت، رعايت موارد زير ضروري است :



نماي ديوار

1- شرايط رطوبت بتن قديم در مقاومت پيوستگي اثر مهمي دارد. شرايط رطوبت بتن قديم بايد در حالت اشباع با سطح خشك باشد. به عبارت ديگر، درون بتن بايد مرطوب، اما سطح آن خشك باشد. براي رساندن بتن قديم به اين حالت، بسته به شرايط دما و رطوبت محيط، بايد از چند ساعت تا دو روز قبل از بتن‌ريزي جديد، بر روي سطح بتن قديم آب‌پاشي گردد. اما در هنگام بتن‌ريزي جديد، بايد سطح بتن قديم عاري از آب اضافي باشد.

درز ساخت (اجرايي)

ظاهر درز ساخت

- در هنگام ايجاد درز ساخت، رعايت موارد زير ضروري است :

2- در صورتي كه نياز به پيوستگي بيشتر بين سطوح محل درز باشد مي‌توان از ميلگرد آجدار (داول) استفاده كرد. معمولاً اين روش براي دال‌هاي كف مناسب است به خصوص در مواردي كه دال بار زيادي را تحمل مي كند، مانند كف سالن‌هاي صنعتي و يا محوطه‌اي كه محل آمدوشد ترافيك است. در جدول 1، مشخصات ميلگرد آجدار را براي تعبيه در درز ساخت نشان مي‌دهد.

مشخصات و فواصل ميلگرد اتصال (داول) در درز ساخت

ضخامت دال(mm)	قطر ميلگرد آجدار (mm)	طول ميلگرد (mm)	فاصله ميلگرد (mm)
120-200	12	750	750
230-320	16	750	750

درز ساخت (اجرايي)

ظاهر درز ساخت

- در هنگام ايجاد درز ساخت، رعايت موارد زير ضروري است :

3- براي نصب ميلگردها، ابتدا بايد در قالب حفره‌هايي با فواصل مورد نظر ايجاد كرد و سپس ميلگردها در داخل حفره‌ها جاسازي شود به صورتي كه نصف طول ميلگردها درطرفين قالب قرار بگيرد. سپس بتن‌ريزي انجام مي‌گردد. به اين صورت در زمان قالب برداري، نصف طول ميلگردها خارج از بتن ساخته شده قرار مي گيرند.

عمل آوري بتن

• عمل آوري روندي است كه جهت حفظ رطوبت و حرارت بتن در مدت زمان معين بلافاصله پس از جاگذاري و پرداخت بتن انجام مي‌گردد. عمل‌آوردن در خصوصيات بتن سخت شده مانند: مقاومت فشاري، دوام، مقاومت سايشي و مقاومت در مقابل يخبندان تأثير قابل ملاحظه‌اي دارد. عمل‌آوري به سه شكل : محافظت، مراقبت (عمل‌آوري) و پروراندن (عمل‌آوري حرارتي) براي بتن ريخته شده درقالب ضروري است.
هنگامي كه سيمان پرتلند با آب مخلوط مي‌شود، فعل و انفعال شيميايي كه به آن هيدراتاسيون مي‌گويند، آغاز مي‌گردد. پيشرفت و وسعت اين واكنش شيميايي در دوام، مقاومت و وزن مخصوص بتن اثر مي‌گذارد. معمولاً مقدار آب موجود در مخلوط‌هاي بتن، بيش از آب مورد نياز براي تكميل هيدراتاسيون است، اما به هر حال كاهش آب به علت تبخير، باعث تأخير و يا توقف فرآيند هيدراتاسيون مي‌گردد.

عمل آوري بتن

• در چند روز اول، پس از جاگذاري بتن و در درجه حرارت مناسب، هيدراتاسيون نسبتاً سريع است. بنابراين حفظ آب بتن، درطول اين زمان بسيار با اهميت است. هنگامي كه عمل‌آوردن متوقف شود، كسب مقاومت بتن براي مدت كوتاهي ادامه مي‌يابد، ولي پس از آنكه درجه اشباع حفره‌هاي موئينه داخل بتن به 80 درصد مي‌رسد، كسب مقاومت بتن متوقف مي گردد.
روشهاي مختلف عمل‌آوري رطوبتي (مراقبت) به شرح زير است :

- عمل‌آوري با آب
- عمل‌آوري عايقي

عمل آوري بتن

عمل آوري با آب

- *عمل‌آوري با آب :*

روشي است كه سبب افزايش رطوبت بتن مي‌گردد و همچنين از افت رطوبت بتن جلوگيري مي‌كند. آب مصرفي بايد داراي مواد زايد و مضر در حد مجاز استاندارد و آيين‌نامه‌هاي موجود باشد تا در كيفيت بتن اثر نامطلوب باقي نگذارد. همچنين استفاده از آب بسيار سرد و يا گرم ، كه سبب شوك حرارتي در بتن شده و سطح بتن ترك مي‌خورد بايد اجتناب نمود.

عمل آوري بتن

عمل آوري با آب ايجاد حوضچه و غوطه ور سازي

- **ايجاد حوضچه و غوطه‌ورسازي:**

ايجاد حوضچه براي سطوح افقي مانند دالها مناسب است. در پيرامون دال، لبه‌هايي ساخته مي‌شود و در درون اين حوضچه آب قرار مي‌گيرد. آب درون حوضچه نبايد بيش از $12^{o}C$ سردتر از بتن باشد. همچنين مي توان (قطعات پيش ساخته) را درون آب غوطه‌ور كرد، كه در اين حالت، ضوابط دماي آب بايد رعايت شود.

عمل آوري بتن

عمل آوري با آب افشاندن آب

- افشاندن آب :

در دماي بيش از $+5^{o}C$ روش افشاندن آب براي عمل آوردن بتن بسيار مناسب است. روند افشاندن آب بايد پيوسته باشد، در صورتي كه افشاندن با وقفه انجام پذيرد، باعث تروخشك شدن مي گردد و در نتيجه عارضه پوسته شدن در سطح بتن بروز مي كند. آب افشاني معمول در برخي از كارگاه‌هاي كشور ما، علاوه بر ايجاد تر و خشك شدن، باعث شوك حرارتي نيز مي گردد، زيرا با خشك شدن سطح در زير آفتاب دماي سطح بتن بالا رفته و با پاشيدن آب خنك، مشكل ترك خوردگي وجود خواهد داشت.

عمل آوري بتن

عمل آوري با آب پوشش هاي خيس

• پوشش‌هاي خيس :
در صورتي كه نتوان به طور مداوم با افشاندن آب، سطح بتن را مرطوب نگه داشت، استفاده از پوشش‌هاي جاذب آب از قبيل چتايي، گوني، گليم و حصير براي عمل آوردن بتن توصيه مي‌شود. چتايي نو بايد قبل از مصرف كاملاً شسته شود تا مواد قابل حل آن پاك شده و قابليت جذب آن بيشتر گردد. همچنين در صورت استفاده از گوني، كه قبلاً حاوي مواد شيميايي يا شكر و غيره بوده ، لازم است قبل از مصرف، گوني كاملاً شسته شود، زيرا برخي از مواد شيميايي مي‌توانند همراه آب عمل‌آوري، در بتن جوان نفوذ نموده و ضمن اختلال در گيرش بتن ، مقاومت و دوام آن را كاهش دهند. با افزايش وزن چتايي يا ساير پوششهاي جاذب، امكان نگهداري آب توسط آن بيشتر مي‌شود و نياز به مرطوب كردن متوالي آن كمتر مي‌گردد. در غير اين صورت بهتر است از دو لايه چتايي استفاده شود. چنانچه ورق پلاستيك بر روي چتايي قرار داده شود، از تبخير آب چتايي جلوگيري مي‌گردد كه مشابه عمل آوري عايقي خواهد بود. اين نوع پوشش‌ها بايد به نحوي روي سطح بتن قرار گيرند كه لبه آنها حدود 100 ميليمتر روي هم قرار داده شوند، و بلافاصله پس از آنكه بتن به اندازه كافي سخت شد، بر روي سطح قرار داده شوند. اگر زماني كه بتن در حالت خميري است، پوشش روي آن قرار داده شود، سطح بتن آسيب مي‌بيند. پوشش بايد تمام سطح بتن را بپوشاند و به طور مداوم خيس نگاه داشته شود.

عمل آوري بتن

عمل آوري با آب پوشش هاي خيس

• براي مقاطع كوچك بتن، عمل آوردن بتن با استفاده از خاك، ماسه، خاك اره، كاه و پوشال خيس مناسب است. ضخامت اين نوع پوشش‌ها بايد حداقل 50 ميليمتر باشد و تمام سطح بتن پوشانده شود و به طور مداوم خيس نگاه داشته شود. مي‌توان از پوشال خيس براي عمل‌آوردن استفاده نمود. ضخامت لايه كاه ، 100 ميليمتر و پوشال بايد حداقل 150 ميليمتر باشد و در صورت وزش باد با شبكه سيمي و يا چتايي روي آنها پوشانده شود تا وزش باد سبب حركت كاه و يا پوشال نگردد. به طور كلي اين نوع پوشش‌ها ممكن است باعث تغيير رنگ سطح بتن شوند و در همه موارد، مانند سطوح قائم امكان به كار گيري از آنها وجود ندارد. شكل 1، روش عمل‌آوري با پارچه چتايي را نشان مي‌دهد.
توصيه مي‌شود پس از اتمام مدت عمل‌آوري رطوبتي، اجازه دهيم پوشش موجود خشك و سپس از روي سطح بتن برداشته شود تا مشكل ايجاد نگردد. اين عمل براي مناطقي كه باد خيز هستند ضرورت دارد.

عمل آوري بتن

عمل آوري عايقي

- ***عمل‌آوري عايقي :***

جلوگيري از تبخير آب، روش ديگري جهت عمل‌آوردن بتن است و از آن جهت مزيت دارد كه نياز به خيس كردن مداوم پوشش نمي‌باشد. اين روش براي مناطقي كه امكان فراهم كردن آب مناسب جهت عمل‌آوري با مشكلاتي همراه است قابل به كارگيري خواهد بود.

عمل آوري با پارچه جتايي و خيس كردن متوالي آن

عمل آوري بتن

عمل آوري عايقي ورق پلاستيک يا نايلون

- ورق پلاستيك يا نايلون :

ورق پلاستيك وزن بسيار سبك دارد و در رنگهاي مختلف، مانند سفيد و سياه موجود است. رنگ سفيد براي هواي گرم مناسب است، زيرا نور را منعكس مي‌كند و رنگ سياه براي هواي سرد مطلوب مي‌باشد، زيرا نور را جذب مي‌كند. ورق پلاستيك معمولاً از نوع پلي اتيلن است. ورق پلاستيك بايد كاملاً سطح بتن را بپوشاند و لبه بالاي آن حدود 100 ميليمتر روي هم قرار گيرد و قطعات چوب بر روي آن قرار داده شود تا ورق كاملاً در تماس با سطح بتن باشد، و وزش باد سبب بلند كردن و حركت آن نگردد. احتمال دارد كه ورق پلاستيك باعث تغيير رنگ و ظاهر سطح بتن گردد، به خصوص اگر ورق چروكيده باشد، در اين صورت اگر يكنواختي رنگ و ظاهر سطح بتن اهميت دارد، بايد از روشهاي ديگري استفاده كرد. تعريق و چكه كردن آب ناشي از تبخير سطح بتن مي‌تواند به ظاهر بتن آسيب رساند.
بنابراين توصيه مي‌شود، در چنين شرايطي نايلون و يا پوشش دقيقاً بر سطح بتن قرار داده شود و يا از روشهاي ديگري استفاده شود. مشكل استفاده از ورق نايلون، پاره و يا سوراخ شدن آن در كارگاه مي‌باشد كه امكان تعمير آن وجود ندارد و در صورت عدم توجه به وجود سوراخ يا پارگي مشكلاتي براي عمل‌آوري، به وجود مي‌آورد.جهت محكم كردن ورق‌ها در اطراف تيرها و ستونها، بايد از طناب يا نوار استفاده گردد. شكل 2، استفاده از ورق پلاستيك و شكل 3 عمل‌آوري با استفاده از پوشش‌هاي مركب (مواد عايق، تركيبي از پلاستيک و چتايي) را نشان مي‌دهند.

عمل آوري بتن

تركيبات عمل آوري

- *تركيبات عمل‌آوري :*

تركيبات عمل‌آوري به صورت مايع است كه بر روي سطح بتن پاشيده يا ماليده مي‌شود و با ايجاد يك غشاء از تبخير آب بتن جلوگيري مي‌كند. اين محلولها از اختلاط رزينهاي مصنوعي و طبيعي با حلال تشكيل شده‌اند. پس از اعمال تركيبات عمل‌آوري بر سطح بتن، حلال تبخير شده و رزين بر سطح باقي مي‌ماند. غشاي رزين براي مدت حدود يك تا چهار هفته باقي مانده و بر اثر هوازدگي و نور آفتاب، ترد و شكننده مي‌گردد و از سطح بتن جدا مي‌شود.

عمل آوري بتن

تركيبات عمل آوري

عمل آوري با پلاستيك

عمل آوري عايقي (پوشش‌هاي مركب)

عمل آوري بتن

تركيبات عمل آوري

- معمولاً در اين نوع تركيبات از رنگدانه‌هاي مختلف، مانند ذرات آلومينيوم بهره گرفته مي‌شود. استفاده از رنگدانه‌ها در تركيبات به دو دليل انجام مي‌پذيرد. رنگدانه‌هاي خاص سبب انعكاس نور شده و در نتيجه دماي بتن شديداً افزايش نمي‌يابد و همچنين سبب رؤيت تركيب بر روي سطح بتن مي‌شود و بنابراين امكان ارزيابي كفايت و يكنواختي تركيب در سطح بتن فراهم مي‌گردد. براي حصول اطمينان از پيوستگي غشاي عمل‌آوري، بهتراست آن را در دو لايه عمود بر يكديگر اعمال نمود. اگرفقط يك لايه اعمال شود، بايد از يكنواختي و پوشش غشاء اطمينان حاصل گردد.

تركيبات عمل‌آوري بايد بر روي سطح بتن مرطوب اعمال و از پاشيدن يا اعمال آن بر سطح خشك بتن اجتناب گردد. تركيبات عمل‌آوري از تبخير آب بتن جلوگيري كرده و در نتيجه سطح بتن خنك نمي‌شود. بنابراين توصيه مي‌شود، در مناطقي كه تابش شديد آفتاب وجود دارد، بر روي سطح بتن، سايبان ايجاد گردد. در صورتي كه از تركيبات عمل‌آوري غير محلول در آب استفاده مي‌شود لازم است اين تركيبات پس از تبخير آب رو زده، به كار روند.

عمل آوري بتن

تركيبات عمل آوري

• اگر قرار است كه بر روي سطح بتن، يك لايه ديگر بتن ريخته شود، يا كاشي و موزائيك بر روي سطح بتن نصب گردد، بهتر است كه از تركيبات عمل‌آورنده استفاده نشود، زيرا اين تركيبات پيوستگي را كاهش مي‌دهند. هر چند بعضي از انواع تركيبات، پيوستگي را كاهش نمي‌دهند و يا امكان پاك كردن غشاء وجود دارد. همچنين در برخي از منابع و مخازن نگهداري مواد بهداشتي، غذايي و آب بايد قبل از بهره برداري اين مواد كاملاً تميز گردند.

در مواردي كه دوام بتن در برابر عوامل مضر و يا خوردگي ميلگردها حايز اهميت است و يا هنگامي كه نسبت آب به سيمان پايين است، بهتر است از روشهاي عمل‌آوري با آب (ايجاد حوضچه، غوطه وري ، افشاندن آب و پوشش‌هاي خيس) استفاده كرد، و در صورت اضطرار از عمل‌آوري عايقي بهره بگيريم. شكل 4، روش عمل‌آوري با ماده شيميايي عمل‌آوري را نشان مي‌دهد.

عمل آوري بتن

تركيبات عمل آوري

روش عمل‌آوري با ماده شيميايي غشايي

عمل آوري بتن

عمل آوري بتن به وسيله قالب ها

- ***عمل آوردن بتن به وسيله قالب ها :***

قالبها خود محافظ مناسبي هستند و از خروج آب از بتن جلوگيري مي كنند. البته در چنين مواردي، سطح افقي بتن بايد مرطوب نگاه داشته شود. قالب‌هاي چوبي بايد با آب افشاني مرطوب شوند، به خصوص در هواي گرم و خشك اين عمل حايز اهميت است. اگرمرطوب نگاه داشتن قالب‌هاي چوبي امكان پذير نيست، بايد بلافاصله قالب‌برداري شده و روش ديگري جهت عمل آوردن بتن به كار گرفته شود. در صورتي كه امكان برداشتن سريع قالبها بويژه در سطوح و يا ديوار و يا تيرها وجود ندارد، توصيه مي‌شود با شل كردن قالبها، امكان عمل آوري با ريختن آب در درزهاي موجود فراهم شود. شكل 5 يک نمونه از قالب‌هاي مخصوص، كه از مواد مختلف تشكيل شده است را نشان مي‌دهد.

عمل آوري بتن

عمل آوري بتن به وسيله قالب ها

استفاده از قالب‌هاي چند لايه
براي عمل آوري در هواي سرد

عمل آوري بتن

عمل آوري حفاظتي (محافظت)

- ***عمل‌آوري حفاظتي (محافظت) :***

لازم است در طول عمل‌آوري بتن جوان و پس از ريختن بتن، از بتن به خوبي محافظت شود تا آسيب نبيند. بارش باران و تگرگ، لرزش‌هاي شديد ماشين آلات ثابت و متحرك موجود، يخبندان، اعمال ضربه به قالب مي‌تواند به بتن جوان و نارس آسيب رساند و به ظاهر بتن و مقاومت و دوام آن لطمه بزند.

عمل آوري بتن

عمل آوري حرارتي (پروراندن)

- *عمل‌آوري حرارتي (پروراندن) :*

براي افزايش مقاومت بتن در روزهاي اول و محافظت آن، در هواي سرد و جلوگيري از يخ زدن آن مي‌توان دماي بتن داخل قطعه را بالا برد. بهترين روش براي اين كار، به كارگيري بخار آب مي‌باشد و دماي محيط و بتن بهتر است از حدود oC 65 بيشتر نشود و عمل بخاردهي پس از گيرش بتن آغاز گردد. روشهاي حرارت رساني خشك با سوزاندن مواد سوختي، نيروي برق و غيره، امكان پذير است(شكل 6).

عمل آوري بتن

عمل آوري حرارتي (پروراندن)

- به طور كلي بايد نكات زير در آن رعايت شود تا مقاومت و دوام مورد نظر حاصل گردد:

1- قبل از گيرش بتن گرمادهي انجام نشود.

2- گازهاي ناشي از سوختن در مجاورت بتن تازه و يا جوان قرار نگيرد.

3- خشك شدگي در قطعه بتني به وجود نيايد و گرمارساني به صورت يكنواخت و غير متمركز انجام گردد.

4- افزايش دماي بتن، در هر ساعت به $20^{o}C$ و كاهش آن نيز در هر ساعت به $20^{o}C$ محدود شود و از بروز شوك حرارتي به بتن جلوگيري گردد. در قطعات حجيم كاهش دماي بتن در هر ساعت به $10\ ^{o}C$ محدود مي‌شود.

5- حداكثر دماي بتن به $65\ ^{o}C$ محدود شود.

عمل آوري بتن

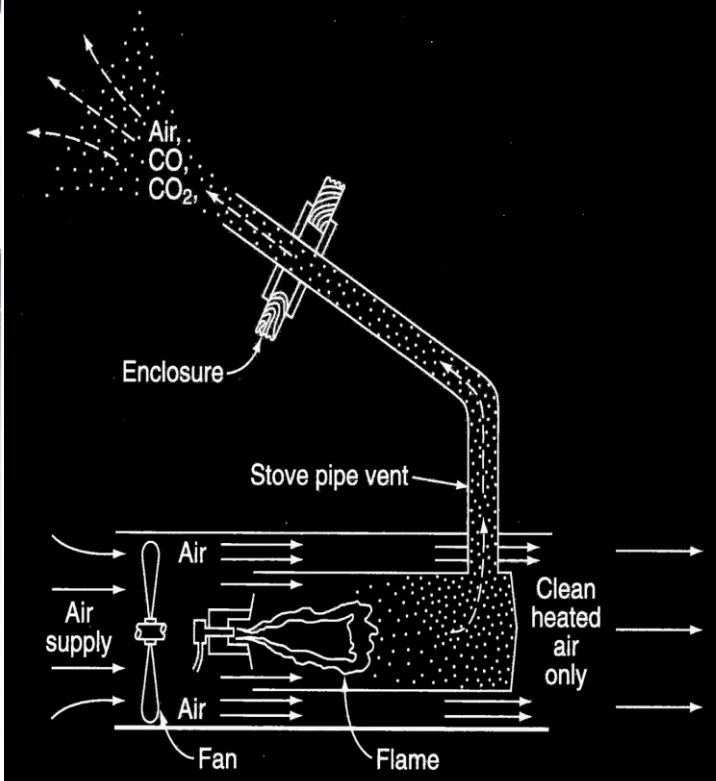
عمل آوري حرارتي (پروراندن)

- به طور كلي بايد نكات زير در آن رعايت شود تا مقاومت و دوام مورد نظر حاصل گردد:

6. با ايجاد عايق حرارتي در سطح بتن مي‌توان از افت دماي بتن جلوگيري نمود و حتي دماي آن را افزايش داد. قالب چوبي، پشم شيشه، و عايق‌هاي پلي يورتان و يونوليت، كاه و پوشال و غيره به ضخامت كافي مي‌تواند عمل عايق‌بندي را به انجام برساند. بايد از به كار بردن مواد عايق يا گرمازا در سطح بتن كه داراي مواد مضر باشد، جلوگيري نمود.

عمل آوري بتن

عمل آوري حرارتي (پروراندن)



یک نمونه از دستگاه‌هاي ايجاد حرارت براي عمل‌آوري حرارتي بتن

عمل آوري بتن

مدت زمان مراقبت (عمل آوري)

- *مدت زمان مراقبت (عمل آوري)* :

مدت مراقبت به عواملي نظير نوع سيمان، مقاومت مورد نظر، نسبت سطوح نمايان به حجم، شرايط آب و هوايي به هنگام ساختن با نسبت آب به سيمان و ريختن بتن بستگي دارد.

مدت زمان عمل آوري مطابق با شرايط خصوصي پيمان و نظر مشاور و دستگاه است. در صورتي كه زمان خاصي براي عمل‌آوري پيش بيني نشده باشد، حداقل زمان عمل آوردن بتن از مندرجات جدول 1، محاسبه مي‌شود. با توجه به شرايطي كه ممكن است در كارگاه‌هاي كوچك حاكم باشد و عمل‌آوري مطابق روشهاي ارائه شده، كاملاً صحيح انجام نگردد و يادر مناطقي كه مسايل دوام و خوردگي ميلگردها حايز اهميت است توصيه مي‌شود، زمان عمل آوري بيش از حداقل ارقام موجود در جدول اختيار گردد.

عمل آوري بتن

مدت زمان مراقبت (عمل آوري)

حداقل زمان عمل‌آوري بتن

زمان عمل‌آوري		روند افزايش مقاومت بتن **					
		سريع		متوسط		كند	
دماي متوسط سطح بتن (هواي مجاور) ^0C		5-10	بالاتر از10	5 -10	بالاتراز 10	5 -10	بالاتراز 10
شرايط محيطي	ضعيف	4	3	8	6	10	8
	متوسط	4	3	6	4	8	5
	خوب	4	2	3	3	3	3

شرايط محيطي مندرج در اين ستون به شرح زير تعريف مي‌شود :
خوب : محيط مرطوب و محافظت شده (رطوبت نسبي بيشتر از 80 درصد و محافظت شده در برابر خورشيد و باد).
ضعيف : محيط خشك و محافظت نشده (رطوبت نسبي كمتر از 50 درصد و محافظت نشده در برابر خورشيد و باد).
متوسط : شرايطي بين دو حد خوب و ضعيف.
** مفاهيم ر وند افزايش مقاومت بتن؛ سريع : بتن داراي سيمانهاي زودگير (مانند پرتلند نوع 3) افزودني‌هاي زودگير كننده، نسبت آب به سيمان بسيار كم و عيار سيمان زياد است،
متوسط: نوع 1 و 2 پرتلند پوزولاني، كند : نوع 5 و پوزولاني ويژه