به نام خدا

نكات اجرايي مراحل ساخت قطعات بتني

محسن تدين, عضو هيئت علمي دانشگاه بوعلي سينا و مدرس دانشگاه علم و صنعت,
انجمن بتن ايران و مركز تحقيقات ساختمان و مسكن
تلفن: ۱۲۷۲۹۹۳- ۰۹۱۲ ، نمابر: ۲۲۹۰۱۳۵۵- ۰۲۱
پست الكترونيكي: tadayonmoh@yahoo.com

۱- مراحل اجرايي براي ساخت قطعات بتني

در اجراي بتن بايد به نكاتي در مراحل مختلف توجه نمائيم و اين مراحل عبارت اند از:

- انتخاب مصالح مناسب
- انبار كردن صحيح مصالح
- تهيه طرح اختلاط آزمايشگاهي با رعايت نكات علمي حاكم بر آن
- توزين يا پيمانه كردن حجمي مصالح
- رعايت طرح اختلاط و نسبت هاي اختلاط بويژه نسبت آب به سيمان
- اختلاط صحيح و دستيابي به بتن همگن
- حمل و ريختن صحيح بتن در قالب
- جايدهي و تراكم بتن به طرز مناسب و قابل قبول
- پرداخت سطح با شيوه صحيح
- عمل آوري مناسب
- قالب بندي مناسب و قالب برداري صحيح
- ميلگرد گذاري صحيح و حفظ ميلگرد ها در محل صحيح خود
- آماده سازي درزها و اجراي صحيح درزهاي اجرائي
- كنترل و پذيرش بتن تازه و سخت شده طبق ضوابط موجود

۲- انتخاب مصالح مناسب

۲-۱- انتخاب سيمان

مصرف سيمانهاي پرتلند نوع ۱و۲و۵ كه فعلاً در ايران توليد مي شود مشكلي ندارد. مسلماً برخي از سيمانها از روند كند تري در كسب مقاومت برخوردارند اما اين به معناي نا مناسب بودن آنها نيست.
در مواردي كه بتن در معرض خوردگي ميلگردها قرار دارد (بويژه در مناطق خورنده سواحل جنوبي كشور) توصيه مي شود كه از سيمانهائي استفاده شود كه C_3A آن از ۶ در صد بيشتر باشد و لذا مصرف سيمان پرتلند نوع ۵ (ضد سولفات) در بتن مسلح اين مناطق ممكن نيست.
سيمانهاي پرتلند پوزولاني و پرتلند سرباره اي و پرتلند آهكي نيز مي تواند استفاده شود. مسلماً اين سيمانها نياز به عمل آوري طولاني تري دارند و قالب برداري را نيز ممكن است به عقب بيندازند اما مزاياي آنها قابل چشم پوشي نيست. توصيه مي شود سن مقاومت مشخصه براي بتن هاي حاوي سيمان هائي با آهنگ هيدراسيون كند تر افزايش يابد و از سن ۴۲ و ۵۶ روز و يا بيشتر با توجه به شرايط پروژه و سرعت اجرا و بهره برداري آن استفاده گردد.
در غير اينصورت مسلماً بايد با كاهش نسبت آب به سيمان زمينه دستيابي به مقاومت لازم را در سن ۲۸ روز فراهم آورد كه معناي آن با توجه به حفظ كار آئي و مقدار آب لازم، افزايش مصرف سيمان خواهد بود.

۲-۲- انتخاب سنگدانه

علاوه بر رعايت استاندارد ويژگيهاي سنگدانه بتن (استاندارد ۳۰۲ ايران يا ASTMC۳۳) در زمينه ويژگيهاي مكانيكي، فيزيكي، دوام و مقادير مجاز مواد زيان آور لازم است به نكات زير توجه نمود.
در صورتيكه محدوده دانه بندي استاندارد رعايت نشده باشد كه معمولاً در مورد سنگدانه هاي ريز دانه اين امر در كشور ما محقق است غالباً مي توان با تنظيم نسبت هاي شن و ماسه، دانه بندي مخلوط سنگدانه را به صورت مناسب و قابل قبولي در آورد.
مع الاسف ماسه هاي توليدي در كشور ما به دلايل متعددي فاقد ريزهاي كافي است بويژه ذرات ريز تر از ۰/۶ ميلي متر در ماسه ها كم است و اين مي تواند بر كار آئي بتن، مصرف سيمان، پمپ پذيري، آب انداختن و جمع شدگي بتن اثرات نامطلوبي را باقي گذارد. اين عقيده كه ريز ها در بتن خوب نيستند

و بتن بايد سنگدانه هاي درشت زياد تري داشته باشد مبناي علمي ندارد و امروزه براين عقيده اند كه بايد ريزها را افزايش داد.

شستشوي زياد و غلط ماسه ها به نيت حذف گل از آنها كار ناپسند و رايج در ايران است كه به كاهش ذرات ماسه هاي ريز منجر مي شود. سنت هاي دو بار شور يا سه بار شور كردن را بايد كنار گذاشت و در ساير نقاط دنيا نيزكاربردي ندارند. توجه به آزمايش ارزش ماسه اي غلط است و امروزه در هيچ كشوري در دنيا به نتيجه SE توجهي در جهت رد يا قبول ماسه نمي شود و صرفاً رعايت در صد گذشته از الك شماره ۲۰۰ طبق آنچه در آبا آمده است ضروري مي باشد. در برخي موارد آئين نامه اروپائي اجازه داده است درصد ذرات ريز تر از ۰/۰۶۳ ميلي متر براي ماسه هاي شكسته تا ۱۶ در صد برسد در حاليكه در استاندارد ايران و آبا براي ماسه شكسته و براي بتن هائي كه در معرض سايش نيستند در صد گذشته از الك ۰/۰۷۵ ميلي متر تا حد ۷ در صد مجاز است.

بهتر است ماسه ها گرد گوشه و نشكسته باشند، ماسه شكسته كوهي مزيت خاصي را براي اجراي يك بتن معمولي در بر ندارد و كمكي به بهبود و مقاومت و دوام نمي كند و براي كارآيي (رواني، پمپ پذيري و ماله خوري و خوشكاري و تراكم پذيري) اثر بدي دارد. ماسه شكسته مصرف سيمان را تا ۱۰ در صد افزايش مي دهد و اقتصادي و فني به نظر نمي رسد.

در مورد شن امكان مصرف شن گرد گوشه، نيمه شكسته يا صد در صد شكسته وجود دارد. براي مقاومت هاي تا حد ۲۵ مگا پاسكال استوانه اي و ۳۰ مگا پاسكال مكعبي مصرف شن گرد گوشه براحتي ممكن است و كارآيي بهتري دارد. بهر حال معمولاً شن شكسته مي تواند تا حدود ۵ در صد مصرف سيمان را براي دستيابي به مقاومت و كارآيي معين كمتر كند.

اين تفكر كه لازمست نتيجه آزمايش لوس آنجلس (سايش) عدد بسيار پائيني باشد تا بتوان مقاومت بالاتري را در بتن داشت نيز صحيح بنظر نمي رسد و همواره نمي توان از اين نظر دفاع نمود و فقط كافي است از نظر مكانيكي بتوان سنگدانه را قابل قبول تلقي نموده مگر اينكه مسئله سايش در كف بتني بشدت مطرح باشد.

۳-۲- انتخاب آب

آب شهري قابل شرب مناسب است و ميزان مجاز املاح در آب هاي غيرقابل شرب و ساير ضوابط مربوطه در آبا آمده است.

۳- انبار كردن مصالح بتن

۱-۳- انبار كردن سيمان

سيمان فله اي بايد در سيلوهاي فلزي انبار شود. در شرايط كاملاً مطلوب حداكثر مدت انبار كردن سيمان از تاريخ توليد ۴ ماه در سيلو فلزي مي باشد. از انبار كردن سيمان فله اي در انبار هاي بنائي خودداري شود و در صورت اضطرار لازم است كف و ديوار و سقف انبار آب بندي و نم بندي باشد و سيمان به ترتيب ورود به انبار مصرف گردد و حداكثر مدت انبار كردن دو هفته خواهد بود.

سيمان كيسه اي بايد در انبار مناسب قرار داده شود. كف انبار بايد حداقل ۰/۸ متر بالاتر از زمين طبيعي باشد. ارتفاع سقف انبار از كف به۲/۴ متر محدود شود. انبار داراي حداقل درب و ترجيحاً بدون پنجره باشد. كف، ديوار و سقف انبار آب بندي و نم بندي شده باشد. سيمانها به ديوار تكيه داده نشود و فاصله ۱۵ سانتي متر مناسب است كيسه هاي سيمان بر روي كف قرار مي گيرد و يك سكوي چوبي با فاصله ۱۰ سانتي متر از كف مورد استفاده باشد و يا در زير كيسه ها نايلون پهن شود.

سيمانها در رديف هاي ۳ تا ۴ تائي چيده شود (در عرض) فاصله اي در حدود ۰/۶ تا ۰/۸ متربراي تردد بين رديف ها منظور شود. سيمانها در منطقه مرطوب و حتي خشك بهم بچسبد و تعداد كيسه هاي روي هم در مناطق خشك و خنك براي مدت كم ۱۴ كيسه و براي مدت طولاني ۱۰ تا ۱۲ كيسه باشد. در مناطق مرطوب و گرم براي مدت كم ۱۰ كيسه و براي مدت طولاني به ۷ كيسه محدود شود. حداكثر مدت انبار كردن در مناطق خشك ۳ ماه و در مناطق مرطوب ۲ ماه مي باشد.

از مصرف سيمان فاسد و كلوخه در بتن پرهيز شود و اين سيمانها ترجيحاً در كارهاي كم اهميت و بنائي مورد استفاده قرار گيرد.سيمان هيدراته و فاسد و كلوخه در بتن بخوبي توزيع نمي شود و آب دور دانه ها را نمي گيرد. همچنين زمان گيرش آن طولاني و مقاومت هاي اوليه و ميان مدت آن به شدت كاهش مي يابد.

در فضاي روباز سيمانها براي مصرف روزانه مي تواند انبار شود و لازم است با نايلون كاملاً پوشانده شود.

۲-۳- انبار كردن سنگدانه ها

انبار كردن سنگدانه ها بر حسب اندازه بصورت جداگانه انبار شود. جدائي در يك توده سنگدانه نبايد حاصل شود رطوبت و آب باران بايد زهكشي شود. سنگدانه ها نبايد در معرض آلودگي و خاك قرار

گيرد.
همچنين در هواي گرم سنگدانه ها بايد از تابش آفتاب حتي الامكان مصون بماند و در هواي سرد بايد آن را از يخبندان محفوظ نگه داشت.

۴- تهيه طرح اختلاط بتن

هدف طرح مخلوط بتن تعيين مقادير و نسبت هاي اجراء بتن براي دستيابي به خواسته هاي مقاومتي، كارآيي و دوام است. بهترين راه حل طرح اختلاط آزمايشگاهي بر مبناي ويژگيهاي مصالح و داده هاي حاصل از آن است كه با ساخت مخلوط آزمون مورد بررسي قرار مي گيرد. براي بتن هاي با مقاومت ۲۵ مگا پاسكال استوانه اي و بالاتر و يا در مواردي كه محدوديت هاي خاصي مطرح است بايد از روش آزمايشگاهي طرح اختلاط بهره گرفت. در ساير موارد مي توان با توجه به تجربيات قبلي و جداول مخلوط هاي تجويزي مقادير و نسبت ها را بدست آورد.

بهر حال لازم است مقدار وزني آب آزاد، آب كل، سنگدانه هاي خشك و سيمان و افزودني به همراه اطلاعات مربوطه شامل رواني حاصله در زمان خاص و مقاومت فشاري و غيره داده شود.

۵- توزين يا پيمانه كردن مصالح بتن

در توزين مصالح بتن مشكل عمده رطوبت متغير مصالح است و بايد مقدار آب مصرفي را چنان به دست آورد كه نسبت آب به سيمان بتن ثابت بماند و در نتيجه رواني بتن تغيير ننمايد.

در عمل عمدتاً مقدار آب را چنان اختيار مي كنند كه رواني بتن حول و حوش رواني بتن طرح مخلوط در زمان مورد نظر باشد. لذا با محدود كردن رواني و با فرض ثابت بودن ساير اجزاء بتن ، بجز آب ، سعي مي كنند تا نسبت آب به سيمان را كنترل نمايند . در روش پيمانه كردن علاوه برحل مشكل فوق، لازم است حجم مصالح مصرفي بدست آيدكه درمورد شن وسيمان اين كار با تقسيم وزن به وزن مخصوص توده اي، حجم آنها بدست مي آيد. اما مشكل عمده پديده افزايش حجم ماسه است و حجم ماسه مرطوب از حجم ماسه خشك بيشتر است ولي در مورد شن چنين نيست.

تقريباً به ازاي هر يك در صد رطوبت در ماسه حدود ۵ در صد بايد به حجم خشك افزود ولي اگر رطوبت بيش از ۵ در صد شود لازم است به ازاي هر يك در صد رطوبت مازاد بر ۵ در صد، مجدداً ۵ در صد از حجم ماسه كاست در غير اينصورت با پديده كم ماسه گي و درشتي بافت بتن و خشن بودن آن مواجه مي شويم و مخلوط مورد نظر حاصل نمي گردد.

۶- اختلاط صحيح بتن

بتن بايد تا دستيابي به وضعيت همگن، مخلوط شود تا توزيع مصالح و اجزا آن در بتن يكنواخت شده و آب بخوبي دور دانه هاي سيمان را بگيرد.

اختلاط دستي تحت شرايط خاص براي بتن هاي با اهميت كم و حجم محدود و در شرايط اضطراري ممكنست اجازه داده شود. هر نوبت مخلوط در اين حالت بايد به ۳۰۰ ليتر محدود شود و مصالح روي يك سطح غير جاذب و تميز ابتدا به صورت خشك مخلوط شده و بدون آبخوره كردن، آب را بايد ترجيحاً به صورت پخش و افشان روي مصالح پاشيد و در همان حال با بيل آن را بهم زد. بهتر است گاه بانوك بيل ضربات سريع و تندي را به توده بزنيم تا بتن بخوبي مخلوط شود و همگن گردد . افزايش ۵ تا ۱۰ درصد به وزن سيمان توصيه مي شود. در بتن سازه اي مخلوط كن مكانيكي، اگر پره به ديگ متصل باشد نمي توان بتن هاي كم اسلامپ و يا چسبنده با حداكثر اندازه بزرگتر از ۵۰ ميلي متر را بخوبي مخلوط نمود . بتونيرها، تراك ميكسر يا اتو ميكسر و برخي ديگهاي بتن ساز مركزي از اين قبيل به حساب مي آيند.

براي بتن ساز مركزي و بتونير ها حداقل مدت اختلاط را بتن پس از ريختن آخرين جزء در ديگ، با توجه به گردش ديگ با سرعت مناسب و استاندارد بودن آن ۱/۵ دقيقه است مگر اينكه ثابت شود زمان كمتر هم به اختلاط همگن منجر مي شود.

با تراك ميكسر نيز مي توان بتن را با ۷۰ تا ۱۰۰ دور تند نيز بخوبي مخلوط نمود و مجموع گردش هاي تند و كند ديگ نبايد از ۳۰۰ دور تجاوز نمايد. در اختلاط بتن با ديگ تراك ميكسر بتن نبايد بيش از دو سوم ظرفيت اسمي ديگ باشد. بهر حال معمولاً اين اختلاط بين ۷ تا ۱۰ دقيقه به طول مي انجامد.

در اختلاط بتن و با توجه به دماي اجزاء بتن بايد دماي مطلوب را در حين ساخت بدست آورد كه مسلماً اتلاف مدت حمل بايد مد نظر باشد.

۷- حمل و ريختن بتن در قالب

۱-۷- اصول حمل و ريختن

در حمل و ريختن بتن اصول مهم زير بايد رعايت شود:

- نبايد اجازه داد جداشدگي در بتن بوجود آيد.
- اصل پيوستگي ريختن بتن و بوجود نيامدن درزسرد بايد رعايت شود.
- از بتني كه نزديك به مرز گيرش است نبايد استفاده كرد.
- زمان حمل و ريختن را بايد چنان انتخاب كرد كه در پايان كار، كارآيي لازم را داشته باشيم.
- عمليات بايد در مدت پيش بيني خاتمه يابد.
- آلودگي و مواد زيان آور نبايد به بتن راه يابد و نسبت آب سيمان نبايد زياد شود.
- دماي بتن در هنگام ريختن نبايد از سقف مجاز يا ميزان مطلوب بالاتر رفته باشد. همچنين دماي بتن نبايد از كف مجاز تعيين شده و يا حد مطلوب آن پائين تر رود.
- اقتصادي بودن و در دسترس بودن وسايل كار و آشنائي پرسنل به روش حمل و ريختن
- ايمني لازم بايد تامين شود

۲-۷- جداشدگي (تعريف، عوامل و راه حلها)

بهم خوردن همگني و توزيع يكنواخت مصالح در بتن را جداشدگي مي نامند.

جداشدگي به كاهش مقاومت و دوام و افزايش نفوذ پذيري و ايجاد نماي بد و نا مناسب منجر مي شود و در هر حال پديده اي نامطلوب به حساب مي آيد.

بالا بودن رواني بتن، افزايش نسبت آب به سيمان، كاهش سيمان و مواد چسباننده، افزايش حداكثر اندازه سنگدانه، بافت درشت دانه بندي، كمبود ريز دانه در ماسه ، گرد گوشگي سنگدانه بويژه درشت دانه ها، صاف و شيشه اي بودن بافت سطحي سنگدانه و عدم وجود حبابهاي هواي عمدي مي تواند عامل استعداد زاي جداشدگي بتن باشد كه عوامل دروني محسوب مي شود.

عوامل خارجي ايجاد كننده جداشدگي در بتن شامل بر خورد بتن به بدنه قائم قالب، بر خورد مكرر بتن به ميلگردها، پرتاب بتن با بيل و انتقال با ويبراتور، مهار نكردن بتن در انتهاي سطح شيبدار (شوت) و تسمه نقاله مي باشد همچنين ايجاد لرزش و ضربات شديد در طول حمل مي تواند به جداشدگي منجر شود. در مورد اثر ريختن بتن از ارتفاع (سقوط آزاد بتن) بر جداشدگي ترديد وجود دارد.

راه حلهاي حفظ همگني و جلوگيري از جداشدگي، كاهش استعداد جداشدگي بتن و پرهيز از ايجاد شرايطي است كه عامل خارجي جداشدگي شناخته مي شود. ريختن بتن با قيف و لوله، استفاده از شوت سقوطي، هل دادن بتن در قالب و عدم پرتاب و حمل آن با ويبراتور، بكار گيري يك مانع و قيف در انتهاي شوت و تسمه نقاله، هموار كردن مسير حمل بتن و استفاده از وسايل حملي است كه بتواند جداشدگي را بر طرف كند (مانند تراك ميكسر و اتو ميكسر) بهر حال در مواردي كه امكان برخورد به قالب و ميلگرد ها وجود دارد كاهش سقوط آزاد بتن يك عمل محافظه كارانه و منطقي است.

۳-۷- اصل پيوستگي در بتن ريزي (عدم ايجاد درز سرد)

اگر قرار باشد در فاصله دو درز اجرائي متوالي، بتن در چند لايه ريخته شود و فاصله زماني بين ريختن لايه ها آنقدر زياد شود كه بتن ريزي گيرش خود را آغاز كند و نتوان ويبراتور را در لايه زيرين فرو نمود، درز سرد كه يك درز ضعيف ناخواسته اجرائي است حاصل مي شود.

ناپيوستگي در جسم بتن، ضعف سازه اي، افزايش نفوذ پذيري، كاهش دوام، خوردگي ميلگردها و نماي بد از آثار ايجاد اين نوع درز بتن است.

عامل ايجاد اين نوع درز نامطلوب يك يا چند عامل زير است:

- توان كم در ساخت، حمل و ريختن بتن از نظر حجم كار
- كم بودن زمان گيرش بتن و نبودن فرصت كار كافي (سيمانهاي با زمان گيرش كوتاه، شرايط محيطي گرم، وجود زود گير كننده و ...)
- زياد بودن ضخامت لايه هاي بتن ريخته شده
- زياد بودن سطح كار

۴-۷- عدم استفاده از بتن در حال گيرش

بتن بايد قبل از گيرش اوليه ريخته و متراكم شود و حتي فرصت داشته باشيم تا لايه روئي را بريزيم و با لايه زيرين متراكم نمائيم. هر چند ممكن است عنوان شود كه بهم زدن بتن در حال گيرش، زمان گيرش را به تاخير مي اندازد اما اين امر مطلوب و پسنديده نيست و بهتر است زمان گيرش را با بكار گيري سيمان مناسب و افزودنيهاي ديرگير كننده و ايجاد خنكي در بتن يا هواي مجاور به تاخير انداخت.

روش ايجاد تاخير در گيرش با چرخاندن و بهم زدن بتن به كاهش مقاومت و دوام و افزايش نفوذ

پذيري منجر مي شود (مانند گچ زنده كه با بهم زدن به صورت گچ كشته در آمده و مقاومت خود رااز دست مي دهد).

۵-۷- رعايت كارآيي با گذشت زمان

بتن بايد در ابتدا با چنان كارآيي ساخته شود كه با گذشت زمان و از دست دادن بخشي از كارآيي خود به كارآيي مطلوب و مناسب جهت اجرا دست يابد. مواد كند گير كننده و حفظ كننده رواني مي تواند كمك موثري باشند. حفظ خنكي در بتن عامل تاثير گذاري مهمي به حساب مي آيد. شرايط اقليمي (گرما و خشكي هوا) عوامل مهمي در كاهش كارآيي در طول زمان هستند برخي مواد روان كننده تحت شرايط خاص ممكن است در مدت كوتاهي به ناگاه خاصيت خود را از دست بدهند و بتن به سرعت رواني خود را از دست دهد و سفت شود. بديهي است افزايش مدت حمل و معطلي ها به افت بيشتر كارآيي كمك مي كند.

آشنائي با عوامل فوق و انجام آزمايشهاي آزمايشگاهي و كار گاهي مي تواند ما را در استفاده از حاشيه امنيت كافي براي داشتن كارآيي مناسب ياري نمايد. عدم رعايت اين موارد راه را براي برخي كار هاي خلاف مانند افزودن آب به بتن باز مي كند.

كاهش طول زمان حمل و تنظيم امور براي سرعت بخشيدن به كار ها همواره يك گام مثبت و مهم محسوب مي شود.

۶-۷- اتمام كار در مدت معين شده

بايد وسايل و روش هاي حمل و ريختن را چنان سامان داد (از نظر حجم و سرعت كار) كه كار در مدت پيش بيني شده به پايان برسد.كش دادن كار به خستگي، كاهش دقت و كيفيت و كاهش ايمني و افزايش حوادث و همچنين بالا رفتن هزينه ها منجر مي شود و ممكن است بخشي از كار به شب بيفتد وگرفتاري هاي متعدد بوجود آورد مگر اينكه كار در شب و نياز هاي آن پيش بيني شده باشد.

۷-۷- عدم آلودگي بتن به مواد زيان آور

در طول حمل و ريختن نبايد مواد زيان آوري همچون خاك، روغن ها، افزودنيهاي نامطلوب، يخ و برف زياد، باران با حجم زياد، قير و مواد نفتي، مواد آلي نامطلوب مانند مواد گياهي و حيواني و فضولات آنها به بتن راه يابد. افزودن آب خارج از مقادير و نسبت هاي طرح مخلوط بتن نيز مجاز نمي باشد. افزودن آب در چار چوب طرح مخلوط و با فاصله زماني پس از ساخت بتن با اجازه نظارت و هنگامي مجاز است كه بتن به مرز گيرش نزديك شده باشد و زياد معطل نماند و رواني آن پس از افزودن آب در مقايسه با رواني قبلي از آن قابل كنترل باشد به نحوي كه مطمئن شويم نسبت آب به سيمان بالاتر نرفته است.

در صورتيكه پس از ريختن بتن اوليه متوجه شويم اسلامپ بتن زياد است اين امكان وجود دارد تا در اسرع وقت و بدون معطلي آنقدر سيمان اضافه نمائيم تا نسبت آب به سيمان و رواني مطلوب بدست آيد. به هر حال اين عمليات وقتي مجاز است كه مطمئن باشيم افزايش رواني بتن ناشي از در مصرف زياد آب بوده است و ربطي به تغيير مقدار و نوع مصالح مصرفي ندارد.

۸-۷- كنترل دماي بتن قبل از حمل و در هنگام ريختن

اگر قبل از حمل دماي مناسب و مطلوب داشته باشيم لازم است روش و وسايل حمل و مدت آن چنان باشد كه در هنگام ريختن نيز دماي مطلوب رعايت شود. در طول حمل، اتلاف دما با توجه به دماي بتن و دماي هواي مجاور و دماي اوليه وسايل كار صورت مي گيرد و به نوع وسيله و حجم بتن و مدت حمل نيز مربوط مي شود.

پوشاندن روي بتن، عايق بندي وسيله، تنظيم دماي وسايل كار، سرعت بخشيدن به حمل و چرخش كمتر تراك ميكسر مي تواند به اتلاف كمتر منجر شود.

حداقل دماي مجاز بتن در هنگام ريختن ۵+ سانتيگراد و مقدار توصيه شده دماي حداقل براي قطعات نازك ۱۰ يا ۱۳ سانتيگراد مي باشد. حداكثر دماي مجاز بتن در هنگام ريختن ۳۲ سانتيگراد و براي قطعات بتني غير حجيم حداكثر ۳۰ سانتي گراد توصيه شده است.

۹-۷- اقتصادي و در دسترس بودن و سايل و آشنايي با روش كار

در يك كار مهندسي اصل اقتصادي و به صرفه بودن اهميت دارد. گاه عدم دسترسي به وسيله خاص مي تواند تغيير روش كار را در پي داشته باشد. آشنايي پرسنل با وسايل و روشهاي خاص مي تواند در تصميم گيري براي استفاده از آنها مهم باشد.

۸- جايدهي و تراكم بتن در قالب

هدف از جايدهي و تراكم بتن پر كردن زواياي قالب و اطراف ميلگرد و خروج هواي غير عمدي (نا خواسته) از بتن مي باشد. براي بتن هاي شل و نيمه شل، لرزش بخوبي موثر است اما دربتن هاي خيلي سفت و فوق العاده سفت در واقع فشار تاثيري زيادي را براي بتن هائي در حد فاصل ايندو (بتن هاي سفت و نيمه سفت) فشار تراكم با لرزش يا ضربه مي تواند به تراكم منجر شود.

برخي بتن هاي خيلي شل و روان عملاً به تراكم نياز ندارند و عمل تراكم مي تواند به آنها زيان برساند (اسلامپ بيشتر از ۱۸۰ ميلي متر).

وسايل تراكمي به دو دسته دستي و ماشيني تقسيم مي شود. وسايل دستي شامل ماله و تخته ماله، تخماقهاي سر نازك و ميله اي و يا تخماقهاي كله پهن هستند. اگر ضخامت بتن كمتر از ۱۵ سانت باشد (يك لايه مانند دال) با اعمال ضربه توسط ماله يا تخته ماله مي توان بتن را بخوبي متراكم نمود. بتن هاي شل و نيمه شل را مي توان با تخماقهاي سر نازك و ميله اي (مانند بيل، دسته بيل، ميلگرد قطور و غيره) تا حداكثر ضخامت لايه ۳۰ سانتي متري با زدن ضربه هاي سريع و پشت سر هم كه موجب فرو رفتن وسيله در بتن شود متراكم نمود (اسلامپ بيش از ۵ سانتي متر) بتن هاي سفت ونيمه سفت (اسلامپ كمتر از ۵ سانتي متر) را مي توان با تخماق كله پهن با كوبيدن بر سطح آن متراكم كرد شروط بر اينكه ضخامت لايه به حدود ۲۰ سانتي متر محدود شود.

وسايل تراكمي ماشيني شامل وسايل لرزشي، فشاري و فشاري توام با لرزش يا ضربه مي باشد. وسايل به دو نوع دروني و بيروني تقسيم مي شوند. لرزاننده هاي دروني شامل لرزاننده خرطومي و تيغه اي است كه ويبراتور خرطومي در ايران و در دنيا كاربرد وسيع تري در مقايسه با ساير وسايل تراكمي ماشيني و لرزشي دارد.

وسايل تراكمي لرزشي بيروني عبارت اند از لرزاننده قالب ميز لرزان، لرزاننده هاي سطحي (تير، شمشه و ماله لرزان) وسايل تراكمي فشاري مانند پرس و غلتك فشاري است كه غلتك هاي لرزان، تيرهاي ضربه زننده سطحي، ماله هاي ضربه اي و چكش ها از وسايل ديگر هستند كه تركيبي مي باشند.

لرزاننده خرطومي با عوامل محرك مختلفي مانند هواي فشرده، برق، موتور احتراقي كار مي كند قطر لرزاننده نشانه قدرت آن است. قطر لرزاننده از ۲۰ تا ۱۸۰ ميلي متر متغير است. در قطعات نازك و كم حجم بويژه وقتي بتن هاي شل و نيمه شل بكار مي رود از قطر ۲۵ تا ۴۰ ميلي متر استفاده مي شود. در تير ها و ديوارها و ستونها ضخيم و بتن هاي نيمه شل و نيمه سفت از قطر ۴۰ تا ۵۰ و حتي ۶۰ ميلي متر استفاده مي گردد.

در بتن هاي حجيم و شالوده هاي بزرگ و بتن هاي نيمه سفت يا سفت از ويبراتور هاي به قطر ۶۰ تا ۱۸۰ ميلي متر بهره گيري مي شود كه گاه نمي توان بصورت دستي از آن استفاده نمود لرزاننده خرطومي را بايد با فشار كم و بصورت شاغولي به درون بتن راند تا تمام لايه را طي كند وحسب مورد به ميزان ۵ تا ۱۰ سانتي متر در لايه خميري زيرين فرو رود. لرزاندن بايد آنقدر ادامه يابد تا تقريباً هواي خروجي شديداً كاهش يافته و شيره بتن شرو ع به روزدن نمايد. پس بايد به آرامي لرزاننده را از بتن خارج نمود ودرنقطه اي ديگر به فاصله حدود ۱/۵ برابر شعاع عمل موثر لرزاننده در اين بتن فرو برد تا تمام سطح و حجم بتن به صورت يكنواخت متراكم گردد. لرزاندن بيش از حد بتن، موجب رو زدن شديد شيره و جداشدگي خواهد بود.

هل دادن بتن با ويبراتور خرطومي، حركت دادن ويبراتور به صورت جانبي، خواباندن ويبراتور به صورت افقي اعمالي غلط و غير مجاز هستند. توصيه مي شود از لرزاندن ميلگرد ها و فالب ها به كمك لرزاننده خرطومي پرهيز شود مگر در مواردي مطمئن باشيم خسارتي به بتن اطراف ميلگرد در فاصله نزديك يا دور و به بتن چسبيده به قالب وارد نمي آيد.

حداكثر ضخامت لايه براي تراكم با ويبراتور خرطومي ۶۰ سانتي متر است. حداقل ضخامت لايه ۱۵ سانتي متر و يا سه برابر حداكثر اندازه سنگدانه بتن (هر كدام بزرگتر باشد) خواهد بود.

معمولاً لرزاندن يا لرزيدن ميلگرد ها ممكن است ترك هاي طولي به موازات و محاذات ميلگرد ها در سطح بوجود آورد و موجب ضعف درگيري بتن و ميلگرد گيرد.

۹- پرداخت نهايي سطح بتن

نياز هر پروژه، خواسته هاي ما را از نوع پرداخت سطح بتن مشخص مي كند. گاه سطوح بسيار زبر و خشن و گاه سطوح كاملاً ليسه اي و صاف مورد نظر است سطح زبر را با گوني كشي، برس كشي و جارو كشي و پس از تسطيح آن با تخته ماله بوجود مي آورند. اگر سطوح ليسه اي مد نظر باشد سطح پرداخت شده و با تخته را با ماله فلزي يا لاستيكي مخصوص كاملاً صاف و پرداخت مي نمايند و نبايد از ابتدا سطح بتن را با ماله فلزي پرداخت نمود، پرداخت مناسب سطح بتن بر عملكرد سطح در برابر تردد، سايش و نفوذ مواد زيان آور و حتي ترك خوردگي و دوام آن اثر مي گذارد.

در پرداخت سطح بتن ممكن است اشكالاتي بوجود آيد كه عمدتاً مربوط به پديده آب انداختن بتن و يا جمع شدگي و ترك خوردگي سطح بتن مي باشد. آب بتن پس از خاتمه عمل تراكم ممكن است به تدريج در سطح بتن بصورت تقريباً زلال ظاهر شود كه پديده آب انداختن يا رو زدن آب نام دارد. اگر عمل پرداخت قبل از آب انداختن و زدودن آب يا تبخير آن انجام شود معمولاً به كاهش كيفيت سطح از نظر مقاومتي،

سايشي و دوام منجر مي گردد. اگر قبل از رو زدن آب، سطح بتن ماله كشي شود (بويژه با ماله فلزي)، آب در مسير خود در زير اين لايه ريز و نفوذ ناپذير سطحي جمع مي شود و منطقه اي كم مقاومت وكم دوام و نفوذ پذير را به دليل افزايش نسبت آب به سيمان بوجود مي آورد كه باعث مي شود لايه روئي در شرايط حاكم بر محيط و يا بهره برداري از سطح مزبور جدا شود و قسمت زيرين نيز به سرعت تخريب گردد.

اگر اجازه دهيم آب رو بزند و سپس با تعجيل ماله كشي نموده آب رو زده با بتن و ملات سطح مخلوط نمائيم يك لايه چند ميليمتري ضعيف و كم دوام حاصل مي شود كه به زودي تخريب مي گردد. گاه در كشور ما مقداري سيمان و يا پودر سنگ بر سطح بتن و روي آب روزده مي پاشند و عمل پرداخت را انجام مي دهند اين كار نيز هر چند نماي خوبي را در ابتدا بوجود مي آورد به لحاظ نسبت آب به سيمان زياد تفاوت در ويژگي ها نسبت به لايه زيرين خيلي زود آسيب مي بيند و تخريب مي شود. بنابر اين روش صحيح آن است كه اجازه دهيم آب روزده تبخير گردد و در صورتيكه هوا خنك و يا گرم و مرطوب مي باشد و آب روز ده تبخير نمي شود و مي تواند مشكلات و اختلالاتي را در امر پرداخت نهائي سطح بوجود آورد لازم است آب روزده را با گوني چتائي و يا اسفنج جمع كرد و سپس با ماله كشي يا تخته ماله و در نهايت با ماله فلزي و يا لاستيكي آن را بخوبي صاف و ليسه اي نمود (در صورت لزوم).

اگر به دليل معطلي، سطح بتن كمي سفت شده و كار آئي لازم جهت پرداخت را از دست داده باشد مي توان با ضربه زدن توسط تخته ماله شيره مختصري را به سطح آورد و به كمك آن سطح را صاف نمود.

حجم روزدن آب (آب انداختن) معمولاً تقريباً در هواي گرم و سرد يكسان است اما سرعت آب انداختن در هواي گرم بيشتر است ولي در هواي گرم و خشك ممكن است در هر لحظه آب كمي در سطح ديده شود و يا به دليل تبخير زياد اصولاً نتوان پديده آب انداختن را به وضوح مشاهده نمود. روزدن آب كمك مي كند تا سطح ما با ساز و كار خود نگهداري (خود عمل آوري) مواجه شود كه دردقايق و ساعات اوليه براي بتن مهم است ودر غير اينصورت سطح بتن سريعاً خشك شده، جمع مي شود و ترك مي خورد.

آب انداختن نسبت آب به سيمان قسمت هاي تحتاني را كمتر نموده ولي ممكن است آب در زير سنگدانه هاي درشت يا ميلگرد ها جمع شود كه موجب كاهش مقاومت و كيفيت بتن و كاهش درگيري بتن وميلگرد مي گردد. آب انداختن بتن ها تابع عواملي هم چون نسبت آب به سيمان، رواني، عيار سيمان، نوع وريزي سيمان، حداكثر اندازه سنگدانه ها، شكل و بافت سطحي سنگدانه ها، دانه بندي مخلوط سنگدانه ها، وجود مواد ريز دانه يا پودر سنگ و پودر پوزولان در بتن و حبابهاي عمدي هوا مي باشد كه در صورت لزوم مي توان با تغيير اين عوامل، آب انداختن را كم يا زياد نمود. سهولت پرداخت بتن به رواني و كار آئي بتن ، حداكثر اندازه سنگدانه ها بويژه دانه بندي آنها، شكل و بافت سطحي سنگدانه ها، عيار سيمان و مواد چسباننده ارتباط دارد.

جمع شدگي بتن ممكن است قبل يا بعد از پرداخت سطح بتن به ترك خوردگي منجر شود. با لرزاندن مجدد بتن قبل از گيرش و كوبيدن ماله بر سطح بتن مي توان تركهاي حاصله را بر طرف نمود. جمع شدگي به دليل تبخير آب از سطح بتن و يا به صورت خودزا به وجود مي آيد و تبخير تابع دماي بتن، دما هوا، تابش آفتاب، رطوبت نسبي هوا، سرعت وزش باد و ارتفاع از سطح دريا (فشار هوا) مي باشد. جمع شدگي بتن تابع نسبت عيار سيمان، نوع سيمان، شكل و بافت سطحي سنگدانه، دانه بندي، مواد افزودني بويژه حباب زاها و برخي عوامل ديگر مي باشد.

۱۰- عمل آوري (نگهداري) بتن

عمل آوري بتن براي ادامه عمل هيدراسيون و آسيب نرسيدن به بتن ضرورت دارد. مجموعه اعمالي كه براي پرهيز از ايجاد آسيب به بتن تازه و جوان و نارس انجام ميشود محافظت ناميده مي شود. جلوگيري از آسيب تگرگ و بارش رگبار به سطح بتن، جريان يافتن آب و ايجاد شيار در سطح بتن، ايجاد تركهاي جمع شدگي زود هنگام (خميري) جلوگيري از ايجاد لرزش يا ضربه اي كه موجب ترك خوردگي يا قلوه كن شدن مي شود و جلوگيري از يخ زدگي سريع و زود هنگام از جمله مواد نگهداري حفاظتي است.

ادامه عمل هيدراسيون سيمان منوط به وجود شرايط مساعد از نظر دما و وجود رطوبت كافي است حداقل دماي ۵+ درجه سانتيگراد براي ادامه هيدراسيون ضروري است.

همچنين بايد رطوبت كافي يا بيش از حد نياز در اختيار سيمان قرار گيرد. وجود آب در حد تشكيل ژل سيمان كافي نيست و تدوام منطقي هيدراسيون با سرعت معمولي نيازمند اشباع بودن فضاهاي خالي خمير سيمان و بتن است و اگر درصد اشباع به زير ۸۰٪ برسد عملاً هيدراسيون به شدت كند مي شود يا متوقف مي گردد. با افزايش دما سرعت هيدراسيون بيشتر مي شود.

۱-۱۰- عمل آوري حرارتي(پروراندن)

در مواردي كه هوا سرد است و يا در مورد قطعات پيش ساخته و يا توليد بتن در جا براي كسب مقاومت بيشتر در كوتاه مدت روش تسريع در هيدراسيون با افزايش دماي محيط و بتن در هنگام عمل آوري

حرارتي ضرورت پيدا مي كند. هرچند ضرورتهاي اجرائي منشاء توجيه عمل آوري حرارتي براي پيش ساختگي و توليد سريع است اما بايد دانست تسريع هيدراسيون عملاً بر مقاومتهاي دراز مدت، دوام و نفوذ پذيري كم و بيش اثر منفي دارد. مدول ارتجاعي و درگيري بتن و ميلگرد را نيز در نهايت كم مي كند اما كاهش جزئي در اين موارد قابل صرف نظر كردن است.

تجربه هاي جديد نشان مي دهد براي سيمانهاي پرتلند محدود كردن دما به سقف۶۰ تا ۶۵ سانتيگراد ضروري است اما در سيمانهاي آميخته بويژه اگر سرباره و پوزولان زياد باشد و ممكن است بتوان سقف دما را تا حدود زيادي افزايش داد آهنگ افزايش دما در قطعات نازك معمولاً به ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتيگراد در ساعت محدود مي شود و آهنگ كاهش دما در پايان عمل آوري حرارتي بر قطعات نازك به ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتي گراد در ساعت محدود مي گردد.

در عمل آوري حرارتي افزايش دماي بتن از ۳۵ درجه به بالا را بايد به گيرش اوليه و حتي گيرش نهايي بتن مشروط كرد يعني بالا بردن دما از حد ۳۵ سانتيگراد معمولاً بايد پس از ۳ تا ۵ ساعت آغاز شود.

در بتن هاي حباب دار ممكن است عمل آوري حرارتي مشكلاتي منجمله ترك خوردگي را به دنبال داشته باشد. عمل آوري حرارتي با دو روش كلي انجام مي شود. ايجاد گرما در بتن و محيط اطراف و ياحفظ گرما و بهره بردن از گرما زائي دروني هيدراسيون و دماي اوليه ايجاد گرما در محيط و بتن با روشهاي سوزاندن يك ماده سوختني، استفاده از بخاري و المنت برقي، بكارگيري لامپهاي مادون قرمز، استفاده از جريان برق كم ولتاژ در قالب فلزي و ميلگردهاي بتن و دميدن بخار آب به محيط بتن انجام مي شود كه آخرين آنها علاوه بر عمل آوري حرارتي، عمل آوري رطوبتي نيز محسوب مي شود.

در روش حفظ گرما صرفاً اطراف بتن عايق بندي مي شود تا گرماي حاصله از هيدراسيون سيمان را در خود نگهدارد. استفاده از پشم شيشه، پشم سنگ، يونوليت و فومهاي مختلف، بكارگيري خاك اره، كاه و پوشال حتي پهن (بدون تماس مستقيم با بتن و به شرط بي اهميت بودن مسايل بهداشتي) از جمله انواع عايق بندي به حساب مي آيد.

در عمل آوري حرارتي علاوه بر نكات كلي قبلي بايد به نكات زير توجه كرد:

- دود و گازهاي حاصل سوختن مواد نبايد در تماس با بتن جوان و نارس قرار گيرد.
- شوك حرارتي نبايد در بتن بوجود آيد.

۲-۱۰- عمل آوري رطوبتي (مراقبت)

عمل آوري رطوبتي با روش هاي مختلفي صورت مي گيرد كه به ترتيب اولويت و نتيجه بخشي ذكر مي شود. اصول عمل آوري رطوبتي، عدم ايجاد تري و خشكي مكرر مي باشد ضمن اينكه در عمل آوري رطوبتي شوك حرارتي نيز بايد بوجود آيد.

هر چه در اين نوع عمل آوري بتوان آب بيشتري در اختيار بتن گذاشت وضعيت بهتري خواهيم داشت. غرقاب كردن بتن، آب بستن روي بتن به نحوي كه روي بتن بايستد، آب پاشي به بتن به روش باراني، ايجاد غبار آب و مه سازي دميدن بخار آب به بتن از جمله روشهاي رطوبت رساني مستقيم مي باشد و بهترين روشها محسوب مي شود بهر حال نبايد اجازه داد بتن خشك شود و دوباره بر روي آن آب پاشيد. ضمناً آبي كه در تماس با بتن قرار گيرد نبايد بيش از ۱۲ درجه سانتي گراد خنك تر از بتن باشد بنابر اين پاشيدن آب خنك به بتن خشكي كه زير آفتاب داغ شده است صحيح نيست بلكه خشك شدن بتن در ابتداي كار صحيح نمي باشد.

رطوبت رساني غير مستقيم و با واسطه جاذب آب به نحوي كه تا حدوي جلوي تبخير از سطح بتن را بگيرد روش ديگري است كه مي تواند بكار رود بويژه اگر بكارگيري روشهاي قبلي به دلائل اشكالات اجرائي و كمبود آب ممكن نباشد. پوششهاي جاذب آب مي تواند از جنس چتائي، گليم، حصير، خاك اره، كاه و پوشال و حتي خاك و ماسه باشد. هرچه ضخامت اين مواد بيشتر و جذب آب آنها بالاتر باشد بهتر است. بهر حال نبايد مواد مضر در اين مواد به ميزان قابل توجهي وجود داشته باشد. پوشش بايد به طور كامل ايجاد شده و باد و ساير عوامل نبايد آن را از سطح جدا كند و بتن آشكار شود. در موارد اضطراري و به ناچار مي توان از پوشش هاي مانع تبخير مانند نايلون يا مواد شيميايي خاص استفاده نمود. اين مواد بر روي سطح پاشيده يا ماليده مي شود و به مدت ۷ تا ۱۰ روز جلوي تبخير را مي گيرد و نوع مر غوب آن پس از اين مدت به تدريج پوسته شده وجدا مي شود. نوع محلول در آب آن به نوع غير محلول در آب ارجحيت دارد بهر حال هريك از اين پوشش ها بايد بطور كامل انجام شود و گرنه خسارت زيادي به بار مي آورد.

۳-۱۰- مدت عمل آوري

مدت عمل آوري به دماي بتن (هواي مجاور سطح)، نوع سيمان و شرايط محيطي حاكم پروژه، نوع بتن، نوع افزودني مصرفي و حتي نسبت آب به سيمان، اهميت پروژه و بتن موجود درآن بستگي دارد. در آئين نامه بتن ايران حداقل مدت عمل آوري با توجه به نوع سيمان، دماي بتن يا هواي مجاور و شرايط

محيطي حاكم بر پروژه ارائه شده است كه از كمتر از ۳ روز تا بيش از ۱۰ روز تغيير مي كند.
در آبا روش كنترل كفايت عمل آوري ذكر شده است. همچنين مي توان با تهيه نمونه آگاهي مقاومت بتن را در طي عمل آوري يا پس از بدست آورد.

۱۱- قالب بندي و قالب برداري

قالب مناسب مي تواند به شكل و نمائي مناسب كمك كند و ممكن است قالب نا مناسب بر عملكرد سازه اي و معماري يك پروژه اثر گذارد. امروزه قالب چوبي (بدنه چوبي) بهتر است و در هواي گرم و سرد و معتدل بخوبي ميتواند بكار رود.

براي سهولت قالب برداري بايد بتوان به راحتي آن را از بتن جدا نمود. بدين منظور بايد از يك ماده رهاساز قالب استفاده كرد. اين ماده مي تواند روغن سوخته، گازوئيل يا مخلوط آن باشد. هرچه مواد رها ساز از لزجت بيشتري بر خوردار باشد احتمال ايجاد مك (حفرات سطحي) بيشتر است استحكام قالب نيز در ايجاد خطرات سطحي موثر است.

در قالب فلزي اين حفرات سطحي به دليل جذب ماده رها ساز بيشتر مي باشد و بايد در بكارگيري ماده رها ساز از نظر مقداردقت كرد و ماده اضافي در سطح قالب نماند. روغن سوخته ممكن است بر نمامي بتن اثر باقي گذارد. بكار گيري روغن هاي مخصوص قالب كه از شركت هاي معتبر تهيه مي شود ارجح خواهد بود.

اگر قالب در حين بتن ريزي و پس از آن حركت نمايد احتمال بروز ترك در بتن وجود دارد.

درزها بايد بخوبي پر شود تا شيره بتن خارج نگردد. شمع ها بايد به خوبي محكم شود بويژه در برابر باد استحكام و بادبندي لازم را داشته باشد. استفاده از رامكا (پاشنه) در مناطق زلزله خيز مجازنيست مگر اينكه هم زمان با بتن ريزي زيرين اجرا شود و از كيفيت بتن مناسب، تراكم و عمل آوري خوب برخورداريباشد.

زمان قالب برداري تابع نوع سيمان، دماي بتن و محيط مجاور آن، نوع قطعه (ديوار و ستون و بدنه تير، كف تير و دال) و نوع بتن و اهميت آن در كنار مصرف افزودني مي باشد. براي پايه ها وكف تير و دال زمانهايي كمتر از پايه اطمينان منظور مي شود و قالب بدنه تير، ديوار و ستون را بين ۹ تا ۲۴ ساعت مي توان باز كرد.

مقادير حداقل زمان قالب برداري در فصل نهم آبا داده شده است.

براي شرايط خاص و قطعات پر اهميت بايد نمونه آگاهي تهيه و در شرايط عمل آوري واقعي قرار داد و شرط بر داشتن قالب زيرين و شمع هاي معمولي تير ودال دستيابي به ۷۰ % مقاومت مشخصه و شرط برداشتن شمع هاي (پايه هاي) اطمينان رسيدن به ۱۰۰ در صد مقاومت مشخصه است. در هنگام برداشتن قالب نبايد ضرباتي را وارد نمود كه موجب آسيب رساندن و ترك خوردگي بتن شود.

پايه هاي قالب تير و دال را بايد از وسط دهانه به تدريج برداشت و به طرفين رفت و اگر مشكلي وجود داشت عمليات را متوقف نمود. بنابراين بهترين شمع ها، شمع تلسكوپي است كه باربرداري توسط آن قابل كنترل است.

۱۲- ميلگرد گذاري

بسته به نظر طراح، معمولاً در اكثر سازه هاي بتني و دالها مصرف فولاد S۲۲۰،S۳۰۰،S۳۵۰،S۴۰۰ رايج است بجز فولاد S۲۲۰ بقيه ميلگرد ها آجدار هستند. به هر حال ميلگردها بايد آزمايش شوند و انطباق آنها با نوع مورد نظر ثابت گردد. ميلگردهاي سرد پيچانده شده داراي يك مارپيچ سراسري در سطح هستند.

ميلگردهاي A_I ، A_{II} ، A_{III} به ترتيب شباهتي با S۲۲۰،S۳۰۰،S۴۰۰ دارند. اعداد ذكر شده نشانه حد تسليم ميلگرد بر حسب مگا پاسكال است.

ميلگردها بايد به نحوي انبار شود كه زنگ زدگي كمتري داشته باشد. ميلگرد نبايد مستقيماً روي زمين قرار گيرد و استفاده از خرك يا چهار تراش يا چوب گرد در زير آن به نحوي كه حداقل ۱۰ تا ۱۵ سانتي متر بالاتر از زمين طبيعي قرار گيرد ضروري است. مصرف ميلگردهايي كه زنگ آنها در حد پوسته شدن است مجاز نمي باشد و در مناطق خورنده زنگ ميلگردها بايد در حدي باشد كه بتوان براحتي با برس كشي، گوني كشي وناخن زنگ آن را پاك كرد و زنگ بيشتر را بايد با ماسه پاشي يا روشهاي ديگر پاك نمود.

ميلگرد ها با مقاومت بالاتر و يا سرد نورد شده و يا سرد اصلاح شده با پيچاندن (تُر) زودتر زنگ مي زنند و به مراقبت بيشتري احتياج دارند. پوشش ميلگرد ها با نايلون انداختن روي كلافها يا بنديل شاخه ها ممكن است زنگ زدگي را افزايش دهد مگر اينكه كوتاه مدت بوده و در هنگام بارندگي به كار

رود. انداختن برزنت بر روي ميلگرد ها بهترين شيوه است و يا اينكه آنها را در محيط سر پوشيده نگهداشت.
بريدن با روش مكانيكي بهتر است. استفاده از شعله (روش حرارتي) در موارد كم اهميت و در مواردي كه ميلگردهاي گرم نورد شده و سرد اصلاح نشده داشته باشيم با اجازه نظارت ميسر و بهتر است شره هاي اكسيده شده باقيمانده در سر ميلگرد هاي بريده شده پاك شود. ميلگرد ها بايد تميز و عاري از زنگ، ضد زنگ، قير، يخ و برف، بتن و ملات و دوغاب سخت شده، روغن و چربيها و مواد افزودني، موارد آلي و املاح مضر باشد و در صورت وجود اين مواد بايد آنها را از سطح پاك كرد.
معمولاً خم كردن به روش سرد انجام مي شود در هواي سرد با دماي كمتر از ۵- سانتي گراد نبايد ميلگرد ها را خم كرد ودر هواي خنك بايد سرعت خم كردن را كم نمود و يا قطر خم را بزرگتر كرد. بهترين روش خمكاري استفاده از دستگاه فلكه خم كن برقي است كه سرعت و قطر خم در آنها كنترل مي شود حداقل قطر خم بايد طبق ضوابط فصل هشتم آبا باشد.
بستن ميلگرد ها بايد با مفتول ۱ تا ۱/۵ ميلي متري گالوانيزه سفيد انجام شود. استفاده از مفتول هاي فولادي فنري جديد و يا سيمهاي پلاستيكي نيز امكان پذير است. جوش دادن ميلگر هاي متقاطع مجاز نيست مگر براي شبكه هاي جوشي كار خانه اي آماده جوش ميلگرد هاي طولي و عرضي در شرايط خاص و با اجازه و كنترل نظارت مشروط بر اينكه در نقشه ها و طراحي پيش بيني شده باشد مجاز است.
در صورت نياز به اتصال ميلگرد ها به تير آهن وغيره بايد از حداقل جوش با آمپر كم و الكترود ضعيف استفاده نمود. پوشش بتني روي ميلگرد ها بايد طبق نقشه و مشخصات تامين شود (بويژه در مناطق خورنده) و سر مفتول ها نبايد در مناطق خورنده داخل پوشش باشد. خرك و لقمه فلزي در مناطق خورنده مجاز نيست.
استفاده از لقمه هاي بتني (ملاتي) با كيفيت مشابه بتن اصلي و با نسبت آب به سيمان مساوي يا كمتر از آن ضروري است. اين لقمه ها بايد در قالب مخصوص ريخته، متراكم و عمل آوري گردد و به هيچ وجه نبايد آنها را كم اهميت دانست لقمه هاي پلاستيكي در اكثر موارد مناسب و مورد تائيد هستند و توصيه مي شود اما به كار گيري آنها در مناطق خورنده هنوز مورد ترديد است. خرك ها و لقمه ها بايد محكم و با دوام باشند و زير بار ميلگرد و بتن و ضربات حين اجرا بويژه حركت افراد بر روي ميلگرد ها آسيب نبينند و فاصله آنها بايد طوري باشد كه ميلگرد ها خم نشوند وپوشش بتني تغيير ضخامتي بيش از روا داري مجاز نداشته باشد.
استفاده از كلوخ و آجر و چوب ابداً بعنوان لقمه و خرك مجاز نيست و بكار گيري سنگ، محل ترديد است.

۱۳- درز هاي بتن

انواع درز در بتن عبارت اند از:

۱-۱۳- درز انقطاع (جدائي)

كه در آن ميلگرد و بتن كاملاً قطع مي شود و دو بخش سازه را از يكديگر از نظر سازه اي جدا مي كند در برخي موارد مانند باد و زلزله يك حداقل فاصله بين بتن منظور مي كنند اما در مواردي كه درز انقطاع براي نشست نا مساوي تعبيه شده است اين فاصله ضرورت ندارد و تا انتهاي شالوده ادامه مي يابد در حاليكه در مورد باد و زلزله ادامه آن تا روي شالوده معمول است. با قالب بندي و گاه گذاشتن يونوليت درز اجرا مي شود و فاصله درز پر نمي گردد و سطح آن پوشانده مي شود به نحوي كه در اثر حركت سازه بتن آسيب نبيند.

۲-۱۳- درز انبساط

در اين درز نيز بتن قطع و ميلگر دها نيز معمولاً قطع مي شوند هر چند ممكن است با جزئيات خاص ادامه يابد (غلاف متحرك). اين نوع درز به دليل انبساط و انقباض بتن در اثر تغيير دما و رطوبت كاربرد دارد. اين درز ها معمولاً تا روي شالوده ادامه مي يابند.
فاصله درز انبساط معمولاً بين ۲۰ تا ۵۰ ميلي متر و فاصله بين دو درز با توجه به شرايط محيطي و اختلاف دما در طول سال معمولاً بين ۲۰ تا ۵۰ متر توصيه مي شود. فاصله درز بايد خالي باشد اما در كف ها و موارد مشابه براي عدم لب پريدگي و پر شدن توسط آب و يخ زدگي و پر شدن توسط مواد نا خواسته، آن را با يك ماده درزگير ارتجاعي به نحوي كه بتوان براحتي جمع و باز گردد و اتصال خود را از بتن از دست ندهد.
با قالب بندي از يك طرف و گذاشتن يونوليت با ضخامت مورد نظر پس از باز قالب اوليه مي توان بتن بعدي را ريخت و درز را ايجاد كرد.

۳-۱۳- درز كنترل يا درز جمع شدگي

اين درز صرفاً به دليل جمع شدگي بتن در هنگام گيرش و يا جمع شدگي ناشي از خشك شدگي بتن سخت شده و جلوگيري از ايجاد ترك هاي پخش در سطح بتن، در فواصل خاصي پيش بيني مي شود و گاه نياز به قطع كامل بتن در تمام ضخامت وجود ندارد. اين درز عمدتاً در دالهاي كف و بويژه در انواع غير مسلح ضرورت بيشتري دارد. ميلگرد ها ممكن است در اين نوع درز ادامه يابد.

عرض درز مهم نيست و مي تواند به سادگي با ضخامت يك برگ كاغذ يا ضخامت يك نايلكس اجرا شود مگر اينكه بخواهيم نقش درز انبساط را نيز بازي كند. عمق و ارتفاع درز بايد از يك چهارم ضخامت دال بيشتر باشد تا ضعف لازم براي ايجاد ترك متمركز در محل درز بوجود آيد. (درز كنترل جزئي يا بخشي)

فاصله درزهاي كنترل به ويژگي هاي بتن، ضخامت دال، حداكثر اندازه سنگدانه و عيار سيمان مربوط مي شود و معمولاً از حدود يك متر تا چهار الي پنج متر مي باشد.

۴-۱۳- درز اجرائي (ساخت)

اين نوع درز در نقشه براي پايان دادن به بتن ريزي مشخص مي شود. بتن و ميلگرد در درز اجرائي امتداد مي يابد و در طراحي تداوم قطعه منظور مي شود و هيچ نوع ضعف و جدائي نبايد بوجود آيد.

درز اجرائي گاه به صورت طبيعي در سازه وجود دارد مثلاً اعضاء قائم بايد بتن ريزي و پس از سخت شدن اعضاء افقي مانند تير و دال بايد اجرا شوند هم چنين شالوده اجرا مي شود و سپس ستون و ديوار با فاصله زماني بيش از يك روز اجرا مي گردد.

در برخي موارد درز اجرائي با توجه به توان اجرائي و حجم محتمل بتن ريزي در يك روز يا يك شيفت توسط طراح پروژه در يك قطعه بزرگ (بويژه از نظر سطح كار) مشخص مي شود تا از بروز درز سرد جلوگيري نمايد. درز اجرائي ممكن است افقي يا قائم باشد. درزها اجرائي مايل امروزه كاربرد ندارد و نبايد ايجاد شود مگر اينكه قطعه مايل يا شيب دار باشد به هر حال درز بايد عمود بر طول قطعه پيش بيني گردد. درز اجرائي در بين تير يا شناژ و دال بهتر است در جائي باشد كه كمترين برش وجود دارد. در حالات عادي درز اجرائي بايد در صورت لزوم در يك سوم مياني تير يا دال قرار گيرد. در تير ها و دالهاي خيلي ضخيم (عميق) با گذاشتن درز اجرائي پلكاني مي توان برش را به نحو مناسب تري تحمل نمود.

با گذاشتن قالب يا رابيتس يا توري سيمي يا چشمه هاي بسيار ريز مي توان درز اجرا نمود و بتن در پشت قالب بايد متراكم شود. سپس بهتر است هر چه زودتر قالب يا رابيتس يا توري باز شود و چنانچه زبري محل كافي نباشد با جت آب يا وسيله مناسب ديگر سطح بتن خشن گردد و شن ها آشكار شود. براي بتن ريزي در كنار يا روي بتن سخت شده قبلي بايد سطح خشن را اشباع از آب نمود اما در هنگام بتن ريزي نبايد آب بر سطح بتن مشاهده شود و بايد به صورت اشباع با سطح خشك باشد. بهتر است لايه اول يا بتن مجاور بتن سخت شده از بتن ريز دانه تر و روان تري تشكيل شده باشد. در سطح افقي خوب است از يك ملات ريز دانه روان با نسبت آب به سيمان مساوي يا كمتر از بتن اصلي و با ضخامت كم (چند سانتي متري) استفاده شود سپس بتن اصلي ريخته شود.

عدم رعايت اين موارد مي تواند به ضعف اساسي بويژه ضعف برشي در اين درز منجر شود و نفوذ پذيري به شدت افزايش يابد كه اصلاح آن معمولاً ميسر نيست. براي بهبود اتصال بتن قديم و جديد مي توان از لاتكس در سطح بتن قديم استفاده كرد هم چنين مي توان در ملات واسطه با بتن اولين لايه مجاور بتن قديم از لاتكس به ميزان ۱۰ درصد وزن سيمان استفاده نمود. در صورت پاشيدن يا ماليدن لاتكس به سطح بتن قديمي ممكن است به اشباع كردن آن احتياج نباشد.

<u>۱۴- محدوديت هاي بتن و اجراء آن در دالها و قطعات تير و ستون و ديوار</u>

حداكثر اندازه سنگدانه در مواردي كه بين دو قالب قرار مي گيرد (مانند: تير، ستون، ديوار و ...) به يك پنجم حداقل فاصله قالب ها از يكديگر محدود مي شود. در دالها (وقتي فقط يك قالب موجود است) حداكثر اندازه سنگدانه ها به يك سوم ضخامت دال محدود مي گردد. مثلاً در يك دال ۵ سانتي متري يك سقف تيرچه بلوك نمي توان حداكثر اندازه را از ۱۶ ميلي متر بالاتر برد و لذا شن بادامي نمي تواند در بتن بكار رود. در تيرچه با ضخامت ۱۰ سانتي متر حداكثر اندازه سنگدانه به ۲۰ ميلي متر محدود مي شود و لذا شن بادامي ريز بايد بكار رود يا اصلاً بادامي حذف گردد.

حداكثر اندازه سنگدانه بايد از ۰/۷۵ فاصله افقي ميلگرد ها كمتر باشد هم چنين بايد از فاصله ميلگرد هاي قائم و ضخامت پوشش بتني روي ميلگرد ها كمتر باشد. حداكثر اندازه سنگدانه بتن بايد از يك سوم قطر داخلي لوله پمپ نيز كمتر منظور شود.

حداقل عيار سيمان براي پمپ ۳۰۰ كيلو گرم بر متر مكعب و حداكثر آن ۴۵۰ كيلو گرم بر متر مكعب منظور مي شود. در دالهاي بتني نيز حداقل عيار سيمان بايد به ۳۰۰ كيلو گرم بر متر مكعب محدود

شود در مناطق خورنده حداقل سيمان ۳۵۰ و حداكثر ۴۵۰ مي باشد. در منابع آب حداقل ۳۵۰ و حداكثر ۴۰۰ خواهد بود.

در اكثر بتن ها نسبت آب به سيمان با توجه به مقاومت مطلوب مشخص مي شود اما به خاطر دوام زياد و سايش پذيري كم يا نفوذ پذيري محدود و هم چنين كاهش خوردگي ميلگردها، محدوديتهايي در سقف نسبت آب به سيمان منظور مي شود.

در كف صنعتي يا در معرض تردد سنگين و سايش $\left(\frac{W}{C}\right)_{MAX}$ = ۰/۴۵

در بتن نفوذ ناپذير و منابع آب $\left(\frac{W}{C}\right)_{MAX}$ = ۰/۴۵

در مناطق خورنده (زيرآب شور و با فاصله ازدريا) $\left(\frac{W}{C}\right)_{MAX}$ = ۰/۴۵

در مناطق خورنده (در جزر و مد و بيرون آب و نزديك دريا) $\left(\frac{W}{C}\right)_{MAX}$ = ۰/۴

در مناطق ديگر محدوديتهائي از نظر رويارويي با سولفاتها منظور مي شود. در مناطقي با سولفات كم در آب و خاك سيمان پرتلند نوع ۱ يا پرتلند پوزولاني و ساير انواع ديگر مي توان مصرف كرد. در مناطقي با سولفات متوسط سيمان پرتلند نوع ۲ يا پرتلند پوزولاني (بويژه با پوزولان بيشتر از ۱۵ در صد) و سيمان نوع ۵ قابل مصرف است كه نسبت آب به سيمان آن بايد به ۰/۵ محدود شود. در مناطق با سولفات زياد، سيمان نوع ۵ با نسبت آب به سيمان حداكثر ۰/۴۵ قابل مصرف است. در برخي آئين نامه ها حداقل عيار سيمان را با توجه به نوع سيمان و شدت رويارويي با سولفات مشخص مي نمايند كه معمولاً اين حداقل كمتر از ۳۰۰ و بيشتر از ۴۰۰ كيلوگرم در متر مكعب بتن نيست. درمواردي كه جمع شدگي بايد كنترل شود بايد اسلامپ، حداكثر اندازه و عيار سيمان محدود شود.

اسلامپ بتن با توجه به نوع قطعه، در همي ميلگرد ها، وسيله حمل و ريختن و قدرت وسايل تراكمي مشخص مي شود شرايط ديگر مانند جمع شدگي، جدا شدگي و آب انداختن گاه محدوديتهائي را براي اسلامپ بوجود مي آورد. محدوديت هاي عيار سيمان گاه ما را در بكار گيري اسلامپ زياد محدود مي كند.